

PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE DI TREVI

**RELAZIONE GEOLOGICA – TECNICA
E SUL MODELLO GEOLOGICO E SISMICO DI SITO**
(Redatta ai sensi del DPR 328/01 - art. 41, D.M. 17 gennaio 2018 e Circ. n. 617 del 02-02-2009)

**RELATIVA AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO
ARTIGIANALE/INDUSTRIALE IN LOCALITA' TORRE MATIGGE**

TECNICI INCARICATI:

Dott. Geol. Giorgio Leoni

DATA: 30 novembre 2018

SCALA: Varie



Collaboratori:

LOCALITA': **TORRE MATIGGE – TREVI (PG)**

COMMITTENTE: **SOC. DI DOMENICO S.r.l.**

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO-AMBIENTALE

Dott. Geol. Giorgio Leoni

P.I. 02344070541 – e-mail geostudio.leoni@alice.it

Vicolo delle Conservette n. 12

06036 MONTEFALCO (PG)

Tel./fax 0742/378657-347/3561957

Via G. Lo Cascio n. 15

06125 Perugia

Tel./fax 075/43079-347/3561957

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
2.1 - Contesto geologico di riferimento	6
2.2 - Geomorfologia dell'Area	7
2.3 - Dati sulla franosità storica	7
2.4 - Idrogeologia dell'Area.....	7
2.5 - Geologia Ambientale e Tutela Paesaggistica	8
2.6 - Dati sull'Alluvionamento dell'Area.....	8
2.7 - Gestione delle Terre da Scavo	8
2.8 - Sicurezza sugli Scavi	9
3.1 - Piano delle Indagini e sintesi delle analisi condotte.....	10
3.2 - Modello geologico di Sintesi	11
3.3 - Modello geologico di Sintesi per le verifiche di stabilità	19
4. MODELLAZIONE' SISMICA DEL SITO	20
4.1 - Sismicità storica dell'Area	20
4.2 - Determinazione dell'approccio e definizione dell'azione sismica	21
4.3 - Stabilità nei confronti della liquefazione	28
5. CONSIDERAZIONI FINALI	31

TAVOLE – ALLEGATI

TAV. I

Carta Corografica scala 1: 25.000

TAV. II

Planimetria Catastale con ubicazione dell'opera dalla scala 1: 2.000

TAV. III

Planimetria Catastale con ubicazione indagini dalla scala 1: 1.000

TAV. IV

Stralcio cartografia geologica regionale dalla scala 1: 10.000

TAV. V

Stralcio Carta delle Fasce Fluviali dalla scala 1: 10.000

TAV. VI

Stralcio Carta PAI Inventario Fenomeni Franosi dalla scala 1: 10.000

ALLEGATO A

Elaborazione dati geofisici e profilo sismostratigrafico

ALLEGATO B

Elaborazione dati prove penetrometriche

ALLEGATO C

Calcolo della suscettibilità alla liquefazione

ALLEGATO D

Certificati rapporti di prova di laboratorio

1. PREMESSA

Su incarico della *Ditta Di Domenico S.r.l.* è stata svolta a norma delle vigenti leggi, uno studio geologico e geotecnico sulle indagini eseguite - "**redatto ai sensi del D.P.R. 328/01 - art. 41**" - allo scopo di conoscere la geologia e la geomorfologia dell'area, nonché la parametrizzazione fisica e geotecnica dei terreni del sito sul quale è in progetto la realizzazione di un nuovo fabbricato ad uso artigianale e industriale.

L'area sulla quale si intende realizzare l'opera in progetto è ubicata in Loc. Torre Matigge, del Comune di Trevi (PG).

Le indagini svolte in conformità con i criteri stabiliti dal D.M. 11 marzo 1988, dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalla Circ. n. 617 del 02-02-2009, si sono articolate attraverso le seguenti fasi:

- sopralluogo nell'area oggetto di studio;
- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico;
- esecuzione di prove penetrometriche dinamiche;
- esecuzione prova sismica Masw e Re.mi;
- esecuzione di misure dei microtremori HVSR (Metodo Nakamura);
- esecuzione di sondaggi ambientali;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- analisi del modello sismico;
- caratterizzazione stratigrafica dei terreni;
- considerazioni tecniche conclusive.

Nell'esecuzione della presente ci si è avvalsi, per quanto riguarda i dati geologici e geomorfologici, anche della documentazione bibliografica disponibile.

Si ricorda, inoltre, che la zona in oggetto ricade in zona sismica 1 (grado di sismicità $S=12$) e pertanto il progetto dovrà attenersi alle normative tecniche espresse dal D.M. dell'11/3/1988, dal D.M. 16/01/1996 e dal DM del 17 gennaio 2018.

Per una migliore identificazione dell'area e per completezza di calcolo, alla presente relazione sono allegati:

- carta corografica alla scala 1:25.000 (TAV. I);
- planimetria catastale dalla scala 1:2.000 e ubicazione dell'opera (TAV. II);
- planimetria catastale dalla scala 1: 1.000 e ubicazione indagini (TAV. III);
- stralcio cartografia geologica regionale dalla scala 1: 10.000 (TAV. IV);
- stralcio della cartografia delle fasce fluviale del Fiume Topino (TAV. V);
- stralcio della cartografia PAI Inventario Fenomeni Franosi dalla scala 1: 10.000 (TAV. VI);
- elaborazione indagini sismiche (Allegato A);
- elaborazione prove penetrometriche (Allegato B);
- verifica della suscettibilità alla liquefazione (Allegato C);
- certificati rapporti di prova laboratorio (Allegato D).

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area presa in esame è ubicata nella zona artigianale di Matigge e posta ad una quota topografica di circa 220 m s.l.m, individuabile nel settore Sud-Occidentale della tavoletta I.G.M.I I N-O "FOLIGNO" del Foglio n° 131 della Carta d'Italia. Il sito oggetto di studio viene catastalmente distinto nelle particelle 1919 e 1920 del Foglio n° 10 N.C.T. del Comune di Trevi.

2.1 - Contesto geologico di riferimento

Dal punto di vista geologico l'area è visibile nel Foglio n. 131 "FOLIGNO" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

I depositi sui quali è situata l'area vengono riportati nella cartografia come sedimenti in facies Fluvio-Palustre di colmamento della piana Spoletino-Folignate e come sedimenti in facies alluvionale. Nell'area oggetto di studio, essendo una zona di raccordo, infatti, le due facies spesso si rinvengono interdigitale e caratterizzate da sabbie, alternate da limi e argille sabbiosi e sabbie limose con lenti ghiaiose.

In prossimità dell'area sono inoltre presente depositi in facies di conoide, costituita principalmente da ghiaie in matrice limo-sabbiosa. Questa si estende nel sottosuolo, a causa delle fasi più recenti della sedimentazione del bacino, ed è caratterizzata da un ambiente sedimentario di bassa energia e pertanto si rinvengono depositi limi argillosi di prossimità.

I depositi predetti sono un po' ovunque ricoperti da una coltre di terreno vegetale avente uno spessore variabile che può raggiungere anche 1,0 m.

I terreni descritti possono essere associati ai depositi di chiusura del ciclo sedimentario continentale del "Lago Tiberino" che nel Plio-Pleistocene (Villafranchiano Auctt.) ricopriva la zona.

Da un accurato rilevamento geologico e dall'analisi della bibliografia rinvenuta, si esclude la presenza di discontinuità tettoniche, degne di rilievo, nelle immediate vicinanze del sito in oggetto.

2.2 - Geomorfologia dell'Area

Il sito oggetto di studio è ubicato nella pianura alluvionale della Valle Umbra dove il paesaggio è caratterizzato da aree urbanizzate. La zona è caratterizzata forme morfologiche pianeggianti, con pendenze modeste, che localmente possono superare i 5°-10°. Il paesaggio è stato modellato dall'azione antropica raggiungendo, nel tempo, un medio grado di urbanizzazione. I terreni non urbanizzati, invece, sono destinati prevalentemente all'uso agricolo.

2.3 - Dati sulla franosità storica

L'esame della cartografia geomorfologica allegata al P.A.I, redatta dall'autorità di Bacino del F. Tevere, per una parte del lotto riporta la presenza di coni di detrito attivi. Nelle immediate vicinanze del sito in esame, comunque, non sono stati individuati, attualmente, segni di erosione accelerata né di complessiva instabilità.

2.4 - Idrogeologia dell'Area

Il reticolo idrografico della zona si può definire praticamente assente e costituito da canali artificiali. L'unico corso d'acqua degno di nota, nelle immediate vicinanze dell'area di studio, è il Rio Alveolo. Si può comunque affermare che le acque meteoriche ricadenti nell'area solo in parte defluiscono verso valle. Negli interventi in progetto, quindi, si dovranno prevedere opere per garantire l'allontanamento delle acque superficiali dal sito d'interesse.

La circolazione idrica sotterranea all'interno di questi depositi continentali è possibile per la presenza di una permeabilità primaria dovuta a litofacies con

grana grossolana, costituite principalmente da ghiaie e sabbie, testimonianze di una conoide in seguito interrata da livelli limo-argillosi impermeabili.

Dalle indagini geognostiche eseguite nel sito d'interesse il livello della prima falda superficiale è stato intercettato ad una profondità di circa $-1,2 - 1,6$ m dall'attuale piano campagna.

Nelle immediate vicinanze del sito oggetto di studio non sono stati individuati segni di erosione accelerata né di complessiva instabilità.

2.5 - Geologia Ambientale e Tutela Paesaggistica

Il sito in esame non ricade in un area d'interesse geologico.

2.6 - Dati sull'Alluvionamento dell'Area

Per una valutazione del rischio di alluvionabilità della zona in esame è stata condotta una verifica documentale utilizzando gli studi idraulici già effettuati nell'area e le cartografie tematiche esistenti (Mappe di Pericolosità e Rischio Idraulico del Bacino del Fiume Topino, prodotte dal Consorzio di Bonificazione Umbra e dalla Regione Umbria - I Lotto funzionale) nonché la cartografia del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Tevere.

In quest'ultima cartografia il sito di sedime, oggetto di studio, viene rappresentato in parte con la Fascia Fluviale di Tipo C.

2.7 - Gestione delle Terre da Scavo

A supporto della progettazione sono stati eseguiti, sui terreni dell'area di sedime delle opere in progetto, alcuni campionamenti di carattere ambientale finalizzati all'accertamento analitico preliminare delle terre. Infatti data la necessità di movimentare dei terreni per la realizzazione delle opere è stato svolto, a norma del D.P.R. 120/2017 e del secondo correttivo del D.Lgs. 152/2006, l'accertamento qualitativo preliminare in modo tale da poterli riutilizzare, qualora i valori delle CSC lo permettano, integralmente senza

necessità di preventivo trattamento o trasformazione per rinterri e rimodellazioni nello stesso sito o riutilizzarli in siti diversi.

A tale scopo sono stati prelevati attraverso n. 4 saggi ambientali esplorativi (SA), n. 4 campioni rimaneggiati (CAr) per le analisi così come previste dalla normativa vigente. Su tali campioni nello specifico verranno analizzati i seguenti parametri ed elementi: pH, scheletro, umidità relativa, manganese, alluminio, arsenico, berillio, cadmio, cobalto, ferro, nichel, piombo, rame, selenio, stagno, tallio, vanadio, zinco, mercurio, idrocarburi C>12 e C<12, cromo totale, cromo esavalente, amianto, BTEX, IPA e PCB.

Qualora si debbano riutilizzare le terre da scavo in un altro sito il progettista 15 giorni prima della comunicazione di inizio lavori dovrà far predisporre un Piano di Utilizzo. Tale Piano di gestione delle terre da scavo sarà redatto in forma integrale in un altro elaborato specifico per essere inoltrato alle l'Autorità competenti.

Se durante l'esecuzione di eventuali scavi vengano rilevati elementi che possano far presagire la potenziale contaminazione delle terre da scavo, anche a seguito delle stesse operazioni di scavo, il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di sospendere i lavori fino all'esecuzione di una nuova caratterizzazione.

2.8 - Sicurezza sugli Scavi

Per le opere in progetto non sono previsti scavi di profondità significativa e comunque gli elaborati strutturali, relativi all'opera da realizzare, potranno contenere le verifiche di stabilità necessarie. Eventuali escavazioni legate alla realizzazione delle fondazioni dovranno essere eseguite con la massima cautela rispettando tutte le norme di sicurezza inerenti le opere di scavo.

3. MODELLAZIONE GEOLOGICA

3.1 - Piano delle Indagini e sintesi delle analisi condotte

Durante il sopralluogo nell'area esaminata si è potuto osservare che il terreno è costituito come precedentemente citato, da depositi Palustri e Alluvionali recenti ed attuali. Essi sono caratterizzati da sabbie-limose, limi-argillosi sabbiosi e da limi-sabbiosi con lenti ghiaiose-sabbiose a spessori discontinui e variabili sia in senso laterale che verticalmente.

Al fine di caratterizzare, dal punto di vista geologico, litologico e geomeccanico, i terreni del sottosuolo dell'area esaminata è stata condotta, una campagna d'indagine caratterizzata da n. 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH), n. 4 sondaggi ambientali con prelievo di n. 4 campioni rimaneggiati, n.2 profili sismici per la determinazione della velocità delle onde di taglio (e quindi della V_{s30}) con metodologia sismica Masw, n. 1 prove HVSR (metodo Nakamura) per la stima della frequenza caratteristica del terreno. Da un maggior dettaglio dei dati acquisiti, si è potuta ricostruire la seguente stratigrafia:

Prova penetrometrica dinamica P 1

0,0 ÷ 0,9/1,1 m	Copertura vegetale eluvio-colluviale;
0,9/1,1-3,9 m	Terreno limoso-argilloso e argilloso-limoso di colore marrone-avana con sfumature nerastre dovute alla presenza di frustoli organici con sottili di ghiaia e sabbia;
3,9-4,7 m	Terreno sabbioso, sabbioso-limoso in abbondante matrice fine di colore nocciola-avana;
4,7-5,9 m	Terreno argilloso limoso di colore marrone-avana;
5,9-6,7 m	Terreno sabbioso, sabbioso-limoso di colore nocciola-avana;
6,7-7,7 m	Terreno argilloso limoso di colore marrone-avana;
7,7-9,3 m	Terreno sabbioso, sabbioso-ghiaioso di colore nocciola-avana.

Prova penetrometrica dinamica P 2

0,0 ÷ 0,9/1,0	m	Copertura vegetale eluvio-colluviale;
0,9/1,0-5,3	m	Terreno limoso-argilloso e argilloso-limoso di colore marrone-avana con sfumature nerastre dovute alla presenza di frustoli organici con sottili livelletti di sabbie;
5,3-6,1	m	Terreno sabbioso, sabbioso-limoso in discreta matrice fine di colore nocciola-avana;
6,1-7,3	m	Terreno limoso argilloso di colore marrone-avana;
7,3-8,3	m	Terreno sabbioso-ghiaioso di colore nocciola-avana.

Prova penetrometrica dinamica P 3

0,0 ÷ 0,9/1,0	m	Copertura vegetale eluvio-colluviale;
0,9/1,0-3,7	m	Terreno limoso-argilloso e argilloso-limoso di colore marrone-avana con sfumature nerastre dovute alla presenza di frustoli organici con sottili livelletti di sabbie;
3,7-4,5	m	Terreno sabbioso, sabbioso-limoso in discreta matrice fine di colore nocciola-avana;
4,5-6,9	m	Terreno limoso argilloso di colore marrone-avana;
6,9-8,3	m	Terreno sabbioso-ghiaioso di colore nocciola-avana.

Nell'esecuzione delle prove è stata evidenziata la presenza di un sottile livello acquifero nei terreni superficiali alla profondità di -1,20, nelle prove P1 e P2, e di -1,64 m nella prova P3. Profondità misurare dall'attuale piano campagna.

3.2 - Modello geologico di Sintesi

Per la valutazione delle caratteristiche di resistenza del terreno e per determinare il modello geologico e geotecnico di sintesi si è ritenuto lecito

utilizzare i parametri geotecnici ricavati dalle indagini geognostiche egeofisiche effettuate nell'area di sedime nonché dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati durante l'esecuzione delle indagini. Ulteriori dati sono stati reperiti da numerose indagini in situ reperite in un intorno significativo ai terreni in esame.

Dai campioni prelevati sono state eseguite prove di laboratorio che hanno permesso di determinare la granulometria, i contenuti d'acqua naturali, il peso specifico reale e il peso specifico naturale dei terreni analizzati. Sono state inoltre eseguite prove di taglio diretto per definire il valore della coesione e dell'angolo d'attrito interno.

Alcuni valori ottenuti dalle prove fisiche e meccaniche effettuate sui campioni indisturbati vengono di seguito discretizzati e riassunti:

ANALISI CAMPIONI SONDAGGIO S1

CAMPIONE-Profondità (m)	PARAMETRI TERRENO
S1 – Ci 1 -2,0-2,5 m dal p.c.	Densità $\gamma = 19,90$ kN/mc - Densità secca $\gamma_d = 16,62$ kN/mc Umidità naturale $W = 14,80$ %

ANALISI CAMPIONI SONDAGGIO S2

CAMPIONE-Profondità (m)	PARAMETRI TERRENO
S2 – Ci 1 -2,0-2,40 m dal p.c.	Densità $\gamma = 19,45$ kN/mc - Densità secca $\gamma_d = 15,61$ kN/mc Umidità naturale $W = 24,60$ % Angolo d'attrito drenato $\phi' = 26^\circ$ Coesione drenata $C' = 19$ KPa

Le prove penetrometriche dinamiche (DPSH) eseguite hanno permesso di individuare, escludendo lo strato superficiale vegetale, le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno oggetto di studio il quale risulta caratterizzato da un grado di resistenza sensibilmente variabile sia nel senso verticale

(profondità) che orizzontale.

Dai dati emersi dalle indagini, infatti, facendo riferimento alle quote dell'attuale piano campagna è stato possibile schematizzare, con un buon margine di sicurezza, alcuni orizzonti stratigrafici con i seguenti valori sperimentali dei parametri geotecnici:

Prova penetrometrica dinamica P 1

Tra 0,0 e 0,9/1,1 mt		Terreno vegetale eluvio-colluviale
ϕ	Angolo d'attrito interno	25-27 °
γ	Peso di volume	1,65-1,8 t/m ³
C_u	Coazione non drenata	0,0-0,1 Kg/cm ²
E_d	Modulo di deformazione drenato	120-150Kg/cm ²

Tra 0,9/1,1 e 3,9 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso poco consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,90-2,0 t/m ³
C_u	Coazione non drenata	0,4-0,5 Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	33-40 Kg/cm ²
<i>Valori sperimentali da prova di taglio</i>		
$*\phi'$	<i>Angolo d'attrito interno efficace</i>	26 °
$*C'$	<i>Coazione efficace</i>	0,19 Kg/cm ²

Tra 3,9 e 4,7 mt		Terreno sabbioso, sabbioso-limoso mediamente addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	30-33 °
γ	Peso di volume	1,85-1,9 t/m ³
C	Coazione drenata	0,0-0,04Kg/cm ²
M_0	Modulo di deformazione drenato	150-250Kg/cm ²

Tra 4,7 e 5,9 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso poco consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,95-2,0 t/m ³

C_u	Coazione non drenata	0,4-0,5 Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	33-40 Kg/cm ²
<i>*Valori non sperimentali ma desunti da correlazioni empiriche</i>		
$*\phi'$	Angolo d'attrito interno efficace	26-28 °
$*C'$	Coazione efficace	0,0 Kg/cm ²

Tra 5,9 e 6,7 mt		Terreno sabbioso, sabbioso-ghiaioso addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	32-35 °
γ	Peso di volume	1,85-1,95 t/mt ³
C	Coazione drenata	0,0-0,04Kg/cm ²
M_0	Modulo di deformazione drenato	280-330Kg/cm ²

Tra 6,7 e 7,7 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso med. consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,95-2,0 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,5-0,6 Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	33-40 Kg/cm ²
<i>*Valori non sperimentali ma desunti da correlazioni empiriche</i>		
$*\phi'$	Angolo d'attrito interno efficace	27-29 °
$*C'$	Coazione efficace	0,0 Kg/cm ²

Tra 7,7 e 9,3 mt		Terreno ghiaioso, sabbioso-ghiaioso addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	>38 °
γ	Peso di volume	1,9-1,95 t/mt ³
C	Coazione drenata	0,0 Kg/cm ²
M_0	Modulo di deformazione drenato	380-550Kg/cm ²

Prova penetrometrica dinamica P 2

Tra 0,0 e 0,9/1,0 mt		Terreno vegetale eluvio-colluviale
ϕ	Angolo d'attrito interno	25-27 °
γ	Peso di volume	1,65-1,8 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,0-0,1 Kg/cm ²
Ed	Modulo di deformazione drenato	120-150Kg/cm ²

Tra 0,9/1,0 e 2,5 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso poco consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,90-2,0 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,4-0,5 Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	33-40 Kg/cm ²
<i>Valori sperimentali da prova di taglio</i>		
$*\phi'$	<i>Angolo d'attrito interno efficace</i>	26 °
$*C'$	<i>Coazione efficace</i>	0,19 Kg/cm ²

Tra 2,5 e 2,9 mt		Terreno sabbioso, sabbioso-limoso mediamente addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	31-32 °
γ	Peso di volume	1,85-1,9 t/mt ³
C	Coazione drenata	0,0-0,04Kg/cm ²
M_0	Modulo di deformazione drenato	170-220Kg/cm ²

Tra 2,9 e 4,5 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso poco consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,90-2,0 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,4-0,5 Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	33-40 Kg/cm ²
<i>*Valori non sperimentali ma desunti da correlazioni empiriche</i>		
$*\phi'$	<i>Angolo d'attrito interno efficace</i>	26-28 °
$*C'$	<i>Coazione efficace</i>	0,0 Kg/cm ²

Tra 4,5 e 5,3 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso poco consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,95-2,0 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,7-0,8 Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	33-40 Kg/cm ²
<i>*Valori non sperimentali ma desunti da correlazioni empiriche</i>		
$*\phi'$	Angolo d'attrito interno efficace	28-29 °
$*C'$	Coazione efficace	0,0 Kg/cm ²

Tra 5,3 e 6,1 mt		Terreno sabbioso, sabbioso-ghiaioso addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	35-36 °
γ	Peso di volume	1,85-1,95 t/mt ³
C	Coazione drenata	0,0-0,04Kg/cm ²
M_0	Modulo di deformazione drenato	350-430Kg/cm ²

Tra 6,1 e 7,3 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso med. consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,95-2,0 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,75-1,0Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	60-70 Kg/cm ²
<i>*Valori non sperimentali ma desunti da correlazioni empiriche</i>		
$*\phi'$	Angolo d'attrito interno efficace	28-30 °
$*C'$	Coazione efficace	0,0 Kg/cm ²

Tra 7,7 e 8,3 mt		Terreno ghiaioso, sabbioso-ghiaioso addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	>38 °
γ	Peso di volume	1,9-1,95 t/mt ³
C	Coazione drenata	0,0 Kg/cm ²
M_0	Modulo di deformazione drenato	380-550Kg/cm ²

Prova penetrometrica dinamica P 3

Tra 0,0 e 0,9/1,0 mt		Terreno vegetale eluvio-colluviale
ϕ	Angolo d'attrito interno	25-27 °
γ	Peso di volume	1,65-1,8 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,0-0,1 Kg/cm ²
E_d	Modulo di deformazione drenato	120-150Kg/cm ²

Tra 0,9/1,0 e 2,3 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso med. consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,90-2,0 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,65-0,7Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	50-60 Kg/cm ²
<i>Valori sperimentali da prova di taglio</i>		
$*\phi'$	<i>Angolo d'attrito interno efficace</i>	26 °
$*C'$	<i>Coazione efficace</i>	0,19 Kg/cm ²

Tra 2,3 e 2,7 mt		Terreno sabbioso, sabbioso-limoso mediamente addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	31-33 °
γ	Peso di volume	1,85-1,9 t/mt ³
C	Coazione drenata	0,0-0,04Kg/cm ²
M_0	Modulo di deformazione drenato	170-320Kg/cm ²

Tra 2,7 e 3,7 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso med. consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,90-2,0 t/mt ³
C_u	Coazione non drenata	0,5-0,67Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	45-50 Kg/cm ²
<i>*Valori non sperimentali ma desunti da correlazioni empiriche</i>		
$*\phi'$	<i>Angolo d'attrito interno efficace</i>	27-29 °
$*C'$	<i>Coazione efficace</i>	0,0 Kg/cm ²

Tra 3,7-4,5 m		Terreno sabbioso, sabbioso-ghiaioso addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	35-36 °
γ	Peso di volume	1,85-1,95 t/m ³
C	Coazione drenata	0,0-0,04Kg/cm ²
M ₀	Modulo di deformazione drenato	350-430Kg/cm ²

Tra 4,5 - 6,9 mt		Terreno argilloso, argilloso-limoso med. consistente
ϕ	Angolo d'attrito interno	0,0 °
γ	Peso di volume	1,90-2,0 t/m ³
C _u	Coazione non drenata	0,45-0,6Kg/cm ²
E	Modulo edometrico	40-50 Kg/cm ²
<i>*Valori non sperimentali ma desunti da correlazioni empiriche</i>		
* ϕ'	<i>Angolo d'attrito interno efficace</i>	26-27 °
*C'	<i>Coazione efficace</i>	0,0 Kg/cm ²

Tra 6,9 e 8,3 mt		Terreno ghiaioso, sabbioso-ghiaioso addensato
ϕ	Angolo d'attrito interno	>38 °
γ	Peso di volume	1,9-1,95 t/m ³
C	Coazione drenata	0,0 Kg/cm ²
M ₀	Modulo di deformazione drenato	420-550Kg/cm ²

I *Valori dei parametri non sperimentali, ma desunti da correlazioni empiriche, vengono riportati soltanto per dare un ordine di grandezza da poter usare nelle verifiche S.L.U. a lungo termine. La possibilità di variazione o la conferma di questi parametri rimane comunque nella facoltà del progettista.

Tutti i valori sopra riportati risultano applicabili solo ai terreni presenti in posto in quanto i materiali di riporto eventualmente utilizzati, durante la realizzazione dell'opera, potranno essere di natura differente e pertanto avere caratteristiche diverse.

I terreni descritti non si ritengono suscettibili di liquefazione in fase sismica.

Data la presenza di una significativa percentuale di limo e argilla nonché la presenza di una falda, anche se modesta e prevalentemente a carattere stagionale, i terreni superficiali indagati possono essere soggetti a fenomeni di essiccazione e rigonfiamento legati alla variazione del contenuto di acqua igroscopica e pertanto determinati da particolari condizioni atmosferiche stagionali.

3.3 - Modello geologico di Sintesi per le verifiche di stabilità

Data l'ubicazione topografica ed il contesto geomorfologico del sito oggetto di studio non sono state necessarie le verifiche di stabilità generale e locale.

4. MODELLAZIONE' SISMICA DEL SITO

La sismicità dell'area non può considerarsi trascurabile specialmente in relazione alla presenza nell'area urbana di un patrimonio storico, artistico e monumentale e di edifici particolarmente vulnerabili che possono costituire un pericolo anche in occasione di terremoti di bassa intensità.

4.1 - Sismicità storica dell'Area

Data l'ubicazione del sito oggetto di studio le testimonianze degli effetti dei terremoti sono particolarmente abbondanti e tali da costituire dei veri e propri cataloghi storici degli eventi che possono essere distinti a seconda dell'origine degli stessi e comunque sempre a carattere macrosismico.

Al riguardo si deve sottolineare che esistono attività sismiche di diverso tipo:

- carattere locale (intensità VI-VII grado MCS, magnitudo < 4 , profondità ipocentrali basse e $< 5\text{km}$);
- risentimenti di sismi verificatisi in aree sismogenetiche prossime all'area in esame (intensità \leq V-VI grado MCS);
- risentimenti di sismi verificatisi in aree sismogenetiche relativamente vicine con risentimenti riferibili a circa intensità $>$ VII-VIII grado MCS - magnitudo > 5 .

Il rischio sismico dipende sostanzialmente da tre fattori principali:

- Pericolosità sismica: cioè la propensione di un sito ad essere affetto da terremoti (vedi sopra frequenza temporale ed intensità dei sismi);
- Esposizione sismica: misura quantitativa del "valore" economico-sociale (in termini di vite umane) di una struttura;
- Vulnerabilità del patrimonio edilizio: è la propensione di una struttura a subire un certo grado di danneggiamento a causa degli effetti di un evento sismico di prefissata severità. Fattore legato essenzialmente alla vetustà

degli immobili, alla assenza di manutenzione o alla cattiva qualità esecutiva degli immobili.

Viene per cui definito Input Sismico di un sito la pericolosità sismica e quindi il terremoto atteso sulla base del quale deve essere progettata, in base alla sua vulnerabilità, la struttura da realizzare.

Ai fini puramente normativi si deve comunque ricordare che alla luce della nuova normativa nazionale inerente la riclassificazione sismica del territorio nazionale, in base alle disposizioni dell'Ordinanza della P.C.M. n. 3274/2003 e D.G.R. n. 852/2003, il Comune di Trevi è stato classificato attualmente nella zona 1, alla quale corrisponde un valore di accelerazione orizzontale (ag) massima su suolo pari a: 0,35 e pertanto le verifiche di calcolo devono tener conto delle sollecitazioni aggiuntive tipiche delle aree con dichiarata sismicità.

4.2 - Determinazione dell'approccio e definizione dell'azione sismica

INDAGINI GEOFISICHE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per la caratterizzazione sismica del sito e l'individuazione della Categoria di sottosuolo è stata condotta una campagna geofisica secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018. Sono state quindi eseguite due prove geofisiche MASW, con relative indagini ReMi, ed una prova dei microtremitori HVSR (metodo Nakamura). L'ubicazione delle indagini geofisiche viene riportata in Tav. III.

INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW + RE.MI

L'indagine eseguita con n. 2 array sismici con tecnica MASW+Re.mi, ortogonali tra loro, finalizzati alla ricostruzione del profilo verticale delle onde S ed alla determinazione del parametro di progetto V_{seq} (All. A); per l'elaborazione dei dati di campo è stato utilizzato il metodo di inversione tramite algoritmi genetici (software dedicato WinMASWPro), mentre per

l'acquisizione dei dati di campagna è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- - Sismografo della Ambrogeo Eco12/24 risoluzione di acquisizione 16bit;
- - Geofoni verticali CDJ-Z4.5 con frequenza 4.5 Hz;
- - Energizzazione a percussione con massa battente su piastra.

L'indagine MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) è una tecnica investigativa che consente una ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo, permettendo di ricavare il parametro V_{seq} o V_{s30} necessario per la classificazione dei suoli in base alle nuove norme tecniche in materia di progettazione antisismica. Il profilo V_{seq} o V_{s30} con il metodo MASW viene ricavato tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie Rayleigh, che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione P e onde di taglio verticali Sv. Per le prove eseguite sono stati utilizzati 24 geofoni verticali distanziati ognuno di 2.0 m per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 46 metri. Nell'ambito della fase di acquisizione sono state effettuate due energizzazioni esternamente ai profili ad una distanza di 5.0 e 10 m dal geofono G1.

L'indagine RE.MI (Refraction Microtremor) trattandosi di una tecnica passiva, quindi pensata per estendere la stima delle curve di dispersione a una frequenza più bassa, le prove sono state eseguite su gli stessi stendimenti utilizzati per le prove Masw impiegando pertanto sensori con frequenza propria uguale a 4.5 Hz ed adottati tempi di acquisizione di 30 sec con registrazioni ripetute.

A differenza delle tecniche basate sull'analisi dello spettro f-k, in questo caso è assolutamente necessario soddisfare la condizione di "omnidirezionalità" delle sorgenti, cioè si suppone che il rumore ambientale provenga sostanzialmente da tutte le direzioni. Tale assunzione è stata accuratamente verificata sul sito di prova infatti non è stata rilevata nessuna direzione preferenziale della provenienza del rumore di fondo anche se il passaggio dei mezzi pesanti sulla strada regionale veniva spesso percepito ed evidenziato. L'elaborazione del dato tramite la tecnica di inversione ha

permesso quindi di ricostruire un modello sismostratigrafico del terreno che mostra la presenza di diversi orizzonti di velocità e precisamente:

Profilo Masw n. 1

L'elaborazione del dato tramite la tecnica di inversione ha permesso quindi di ricostruire un modello sismostratigrafico del terreno che mostra la presenza nel profilo n 1 di n. 5 orizzonti di velocità:

- un layer superficiale con valori di velocità V_s pari a circa 130 m/s e spessore di circa 1,0 m;
- un secondo layer con valori di velocità V_s pari a circa 180 m/s e spessore di circa 3,0 m;
- un terzo layer con valori di velocità V_s pari a circa 220 m/s e spessore di circa 10 m;
- un quarto layer con valori di velocità V_s pari a circa 310 m/s e spessore di circa 24 m;.
- un quinto layer con valori di velocità V_s pari a circa 500 m/s.

Profilo Masw n. 2

L'elaborazione del dato tramite la tecnica di inversione ha permesso quindi di ricostruire un modello sismostratigrafico del terreno che mostra la presenza nel profilo n 2 di n. 5 orizzonti di velocità:

- un layer superficiale con valori di velocità V_s pari a circa 98 m/s e spessore di circa 0,99 m;
- un secondo layer con valori di velocità V_s pari a circa 174 m/s e spessore di circa 2,9 m;
- un terzo layer con valori di velocità V_s pari a circa 245 m/s e spessore di circa 12 m;
- un quarto layer con valori di velocità V_s pari a circa 363 m/s e spessore di circa 17 m
- un quinto layer con valori di velocità V_s pari a circa 421 m/s

La modellazione eseguita ed i valori della velocità V_s ottenuti sono in accordo con quelli ottenuti dalle indagini eseguite con metodologia RE.MI.

Dai dati sopra esposti si può quindi constatare un graduale aumento di velocità delle onde S con la profondità. In base alle conoscenze geologiche dell'area, alle informazioni bibliografiche reperite e ai risultati di campagne di indagini geognostiche eseguite sito di sedime le velocità ricavate possono essere ricondotte per i primi livelli più superficiali a materiali scarsamente consistenti di natura granulare/coesiva mentre per layer sottostanti ad un materiale granulare/coesivo con medio grado di addensamento/consistenza. Ulteriori dettagli dei dati acquisiti sono esposti negli elaborati grafici delle tavole.

In base a quanto riportato nelle “Norme tecniche per le costruzioni” , D.M. 17 gennaio 2018, utilizzando i dati ricavati e considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il p.c. sono stati determinati i seguenti valori di velocità media di propagazione delle onde di taglio:

STENDIMENTO N.1

$$V_{Seq} = V_s \text{ 30} = \mathbf{247 \text{ m/sec}}$$

STENDIMENTO N. 2

$$V_{Seq} = V_s \text{ 30} = \mathbf{258 \text{ m/sec}}$$

Pertanto sulla base di quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018 nonché attraverso l'elaborazione congiunta delle indagini geofisiche di tipo M.A.S.W.+Re.MI il sito oggetto di studio può essere definito come appartenente alla **Categoria di Sottosuolo di Tipo C.**

Categoria di Sottosuolo di tipo “C”
(valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s)

Il valore di V_{Seq} , che in questo caso coincide con il Vs30, con il quale è stata ricavata la Categoria di sottosuolo è stato calcolato considerando la situazione più sfavorevole che comporta un piano di posa delle fondazioni coincidente con il p.c. Nel caso di fondazioni intestate a profondità maggiori rispetto a quelle ipotizzate, essendo presente una successione sismostratigrafica con valori di consistenza/addensamento prevalentemente crescenti con la profondità, si avrà un incremento del valore $V_{seq}=Vs30$ che

non comporterà quindi la variazione della categoria di sottosuolo determinata.

Il sito in esame inoltre è ubicato in corrispondenza di una superficie sub-pianeggiante con inclinazione media inferiore a 15° e pertanto, in base a quanto previsto dal DM del 17 gennaio 2018, l'area può essere classificata nella seguente categoria topografica:

Categoria Topografica “T1”

INDAGINE SISMICA DI TIPO HVSR

Sono state eseguite di misure del microtremore del sito attraverso prove geofisiche HVSR per la determinazione delle frequenze di sito in superficie. Il rumore sismico ambientale viene prodotto da cause naturali come onde oceaniche, perturbazioni atmosferiche, venti, o da vibrazioni di origine antropica che possono essere rappresentate principalmente da traffico veicolare o da attività industriale. I microtremori che sono prodotti da fenomeni naturali a grande distanza, sono in genere caratterizzati da frequenze molto basse (<0.5 Hz) e stabili che si compongono principalmente in onde superficiali.

La natura essenzialmente stocastica dei microtremori, permette d'altra parte di assumere che essi siano generati da una distribuzione di sorgenti casuali e non coordinate tra loro, consentendo quindi di ipotizzarne la dipendenza prevalentemente dalla struttura del sottosuolo.

(D. Albarello – “Metodi sismici per la determinazione del profilo di velocità delle Onde S” in “La risposta sismica locale per la progettazione strutturale” - A cura di Roberto W. Romeo – CISM 2007)

Descrizione del metodo HVSR

La metodologia HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), detta anche Metodo di Nakamura si basa sulla misura dei rapporti fra le ampiezze

spettrali delle componenti orizzontali e verticale dei microtremori ambientali e sull'individuazione di massimi in frequenza della funzione H/V così ottenuta.

Il principio teorico alla base del metodo prevede che il rapporto H/V consente di eliminare il contributo della sorgente locale, che dovrebbe essere confrontabile nelle sue componenti orizzontali e verticale.

L'ampiezza dei massimi della funzione H/V è proporzionale, anche se non linearmente, all'entità del contrasto di impedenza sismica tra lo strato di base, ad elevata velocità sismica (generalmente con $V_s > 800$ m/s) e la sovrastante copertura a velocità sismica più bassa.

L'esistenza di tale contrasto infatti può generare l'instaurarsi di frequenze proprie negli strati geologici sedimentari, che giocano un ruolo assai importante negli studi di microzonazione sismica, in particolar modo per i problemi di interazione terreno/struttura.

La tecnica si basa su misure del rumore sismico, eseguite in superficie, in un intervallo di tempo opportunamente lungo (dell'ordine di circa 20 minuti), in modo da registrare le proprietà medie di un campo di onde sismiche generato da una molteplicità di sorgenti differenti, sia naturali che superficiali, distribuite casualmente attorno ad un punto di misura. In tal modo il campo d'onda generato, generalmente composto dalla combinazione delle diverse tipologie di onde sismiche di volume, P ed S, e di superficie, Rayleigh e Love, tende ad avere un andamento che non dipende dalle singole sorgenti ma dalle caratteristiche fisiche del mezzo attraversato.

L'esistenza di un forte contrasto di impedenza sismica tra due mezzi fa sì che il rapporto tra le componenti spettrali delle onde orizzontali e di quelle verticali, delle onde di volume e di quelle superficiali, abbia dei massimi in funzione delle frequenze di risonanza delle onde S, dato che le componenti verticali tendono ad annullarsi.

Al contrario, in assenza di contrasti di impedenza sismica alla base della copertura sedimentaria, la curva H/V non presenta dei massimi evidenti.

Se il rapporto spettrale presenta invece dei massimi, si può dimostrare teoricamente che, in caso di basamento sismico orizzontale, la frequenza di risonanza individuata è pari al rapporto tra la media delle V_s nella copertura e il quadruplo dello spessore della stessa.

Il segnale registrato nelle tre componenti viene processato dividendolo in finestre temporali di uguale grandezza. Su tali finestre temporali vengono calcolati gli spettri di risposta e successivamente la componente H viene ricavata dalla media tra le due componenti NS ed EW.

Vengono ricavati i rapporti spettrali H/V per ciascuna finestra ed infine, dopo un confronto tra le varie finestre per verificare la continuità nel tempo del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e la verticale, si ottiene per media la curva H/V del sito. Attraverso un confronto tra i singoli spettri di risposta, sia tra quelli delle componenti orizzontali che tra questi e quello della componente verticale, e attraverso il confronto tra il rapporto spettrale H/V e quello della componente verticale, vengono escluse quelle frequenze dipendenti da cause non correlabili alle caratteristiche fisiche del mezzo, come ad esempio quelle provenienti da cause artificiali attive, vicine e monodirezionali o passive (trasmissione dinamica delle frequenze modali di un edificio), oppure quelle causate da rumore elettromagnetico.

Per verificare l'attendibilità delle frequenze rilevate viene infine ricavata la funzione di coerenza della cross-correlazione tra i segnali provenienti dalle due componenti orizzontali.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati avviene secondo quanto previsto dal protocollo del progetto SESAME (SESAME European project, 2005), secondo il quale si ricavano i valori del rapporto H/V in funzione della frequenza, la stazionarietà del segnale, cioè la valutazione della stabilità nel tempo della curva H/V, e la sua variazione in funzione della frequenza e della direzione di provenienza.

Le frequenze di interesse ingegneristico sono ampiamente contenute nell'intervallo 0.5÷20 Hz.

Risultati delle misure di HVSR

In tabella sono elencate le misure HVSR e i valori delle frequenze caratteristiche.

HVSR Soc. Di Domenico S.r.l.– Loc. Matigge del Comune di Trevi (PG)	FREQUENZA (f 0)
HVSR 1	1.0999 Hz

Gli elaborati grafici completi sono riportati in ALLEGATO A.

I risultati delle misure HVSR, congiuntamente con i dati ottenuti dall'elaborazioni delle profili Masw, possono essere utilizzati nell'analisi di risposta sismica locale (RSL).

4.3 - Stabilità nei confronti della liquefazione

Dato il livello della falda locale intercettato ad una profondità di circa -1,2-1,6 m dal piano campagna, tale verifica viene eseguita come previsto dalle normative vigenti (NTC 2018).

Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza.

Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi tale pressione aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Quindi, maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggior numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione.

Il terreno può essere però soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie o alla sua particolare posizione (per es. al di sotto di un versante). In questo caso l'instaurarsi del fenomeno della liquefazione dipende, oltre che dalle caratteristiche del sisma, anche dal rapporto che si stabilisce tra le tensioni di taglio indotte da quest'ultimo e quelle statiche preesistenti al terremoto. La probabilità che un deposito

raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso.

La verifica alla liquefazione delle terre incoerenti, secondo quanto precedentemente esposto, è stata eseguita sulla stima delle velocità delle onde sismiche all'interno degli strati considerati tramite il metodo di Andrus e Stokoe (1997).

$$R = 0,03 (Vsl/100)^2 + [0,9/(Vslc-vsl)] - (0,9/Vsl)$$

dove

$$Vsl = Vs (1/\sigma'vo)^{0,25}$$

g	Peso di volume terreno
FC	Percentuale di fine
T	Sforzo tagliante indotto dal sisma
R	Resistenza al taglio mobilitabile nello strato
M	Magnitudo del sisma di riferimento
MSF	Coefficiente correttivo
σv	Tensione verticale
$\sigma'vo$	Tensione verticale efficace
Vsl e Vslc	Fattori correttivi

Il calcolo è stato effettuato con i risultati ottenuti da un indagine sismica le cui rispettive velocità di ogni strato sono state trasformate in valori caratteristici VSk, ossia VS caratteristica (5° percentile della media e del campione -

come riportato anche da Mulargia e Castellano 2009), conformandosi pienamente in maniera cautelativa alle prescrizioni di legge; *DM del 14 gennaio 2008 e dalla Circ. n. 617 del 02-02-2009.*

Nel calcolo, inoltre, sono stati inseriti dei parametri con valori in eccesso come il valore del sisma di riferimento (M) ed il contenuto percentuale di fine (FC) e quindi a favore di sicurezza.

Dal momento che un terreno viene considerato non liquefacibile se il valore di $F_s > 1$ (come raccomandato da I Notional Center for Earthquake Reasearch) dal calcolo effettuato si evince che i terreni oggetto di studio non risultano suscettibili di liquefazione in quanto tutti i fattori F_s ottenuti risultano sempre abbondantemente al di sopra dell'unità.

Per un maggior dettaglio vedere Allegato C

5. CONSIDERAZIONI FINALI

L'indagine e lo studio effettuato hanno avuto come scopo quello di conoscere la geologia e la geomorfologia dell'area, nonché la parametrizzazione fisica e geotecnica dei terreni del sito sul quale è in progetto la realizzazione di un nuovo fabbricato ad uso artigianale e industriale.

Lo studio si è sviluppato con un attento e dettagliato rilevamento di campagna volto a definire le caratteristiche generali e particolari dell'area, con l'individuazione delle caratteristiche idrogeologiche e la presenza di falde idriche superficiali che possano interferire con l'opera fondale.

Da quanto emerso dalle indagini effettuate si può asserire che i dati acquisiti siano sufficienti per poter responsabilmente estrapolare quanto necessario alla fase progettuale dell'opera in progetto.

Considerando che l'area ricade in zona sismica 1 (S=12; - Decreto MM. LL. PP. 26 giugno 1981 e D.G.R. n. 852/2003) si consiglia, secondo quanto previsto dalle istruzioni applicative del D.M. 16 Gennaio 1996 (norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche) al punto C.6.1.1, di adottare un coefficiente di fondazione $\varepsilon = 1$ e un coefficiente di sottofondo (Winkler) $K_w = 1-4 \text{ Kg/cm}^3$ variabile in virtù dei litotipi, rispettivamente, coesivi o granulari. Si rimanda comunque al progettista la scelta definitiva di questi parametri.

Per quanto riportato dal DM del 17 gennaio 2018 e dalla Circ. n. 617 del 02-02-2009, in base all'esperienza acquisita dello scrivente sui terreni presenti, si consiglia di assegnare al modello geologico del sito in studio una Categoria di Sottosuolo di Tipo "C". Essendo inoltre il sito in esame ubicato su una superficie con inclinazione media minore a 15° l'area deve essere classificata come Categoria Topografica "T1".

Le indagini geognostiche in situ e lo studio idrogeologico dell'area hanno evidenziato la presenza di una falda idrica superficiale. Data la

conformazione topografica, geomorfologica e idrogeologica dell'area la presenza la circolazione idrica superficiale è legata alle acque meteoriche che potrebbero interagire, direttamente o indirettamente, con le opere fondali del manufatto in progetto.

Si raccomanda, pertanto, una corretta e immediata regimazione delle acque superficiali con smaltimento delle stesse lontano dall'area di sedime e dalle fondazioni in progetto al fine di evitarne che l'infiltrazione o il ristagno possa alterare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti. Si consiglia anche, qualora si ritenga necessaria, un'adeguata coibentazione della struttura al piano campagna.

Si porta inoltre a conoscenza che nei terreni superficiali sono presenti orizzonti stratigrafici limo-argillosi, da poco a mediamente consistenti. Tali livelli possono essere soggetti a fenomeni di essiccazione e/o rigonfiamento determinati da particolari condizioni atmosferiche estreme; estesi periodi di siccità o eventi pluviometrici prolungati nel tempo, che possono influire sul livello della falda superficiale e pertanto sul contenuto interno di acqua igroscopica dei litotipi a comportamento prevalentemente coesivo. Fenomeno già riscontrato dallo scrivente su alcuni fabbricati ubicati nelle immediate vicinanze del sito in esame.

Data la conformazione geologica e litologica nonché l'eterogeneità stratigrafica, sia verticale che orizzontale, evidenziata nel sito oggetto di studio nonché la presenza di livelli limo-argillosi, da poco a mediamente consistenti, lo scrivente raccomanda al progettista strutturale di valutare i benefici tecnici ed economici di una tipologia di fondazione superficiale o profonda in grado di salvaguardare l'integrità della struttura.

Si raccomanda di realizzare le fondazioni dell'opera in progetto con una tipologia e rigidità/flessibilità tale da compensare i cedimenti assoluti e differenziali legati sia ai sovraccarichi trasmessi dalla struttura da costruire che alle eventuali variazioni volumetriche dei terreni a matrice fine.

Si raccomanda di eseguire con la massima cautela gli sbancamenti per la realizzazione della struttura in progetto, rispettando tutte le norme di

sicurezza inerenti le opere di scavo. Date le caratteristiche dei terreni presenti, soprattutto di quelli superficiali fino alla profondità di -2,7-3,9 m dall'attuale piano campagna, prima dell'esecuzione di eventuali scavi si dovrà procedere utilizzando opere di sostegno provvisorie o definitive. Ciò al fine di lavorare in sicurezza senza causare detensionamenti ai terreni presenti. Si consiglia, inoltre, di non far trascorrere un tempo troppo lungo tra gli eventuali scavi e la realizzazione delle opere definitive in progetto.

Dalle osservazioni effettuate si può dedurre che dal punto di vista geologico e geomorfologico non esistono impedimenti fisici alla fattibilità dell'opera in progetto, in quanto, il sito non sembra essere interessato, attualmente, da fenomeni franosi in evoluzione o da fenomeni erosivi particolarmente intensi.

Si ricorda inoltre, qualora si abbia la necessità di riutilizzare/smaltire le terre da scavo al di fuori del cantiere, di predisporre la documentazione ai sensi della normativa vigente, D.P.R. 120/2017, almeno 15 giorni prima della comunicazione di inizio lavori. Tale documentazione dovrà essere redatta, in forma integrale, in un elaborato specifico per essere inoltrato alle l'Autorità competenti.

Si fa presente che la relazione geologica e geotecnica sulle indagini è stata redatta ai sensi del *D.P.R. 328/01 - art. 41*, inoltre le stesse indagini e gli studi specifici a supporto della relazione geologica sono stati eseguiti secondo quanto enunciato nel D.M. 17/01/18.

I dati acquisiti, pur essendo attendibili, potrebbero avere valore locale quindi si ritiene necessaria la presenza del geologo durante la fase esecutiva di realizzazione delle opere in progetto. In questa fase verrà controllata la corrispondenza tra la caratterizzazione geotecnica dei materiali assunta in progetto e la situazione effettiva. Qualora durante l'esecuzione dei lavori si venisse a conoscenza di nuovi dati non conformi a quanto esposto nella presente relazione, il progetto dovrà essere modificato in corso d'opera come previsto dall'Art. 3 del D.M. 11/03/1988.

Si tenga infine presente che la tipologia, l'ampiezza dello studio e relative considerazioni sono strettamente subordinate all'incarico ricevuto e quindi al tipo e alle dimensioni delle opere da realizzare. Il presente elaborato tecnico pertanto non può essere generalizzato per interventi di altra natura.

Si resta a disposizione per eventuali ulteriori chiarimenti o integrazioni.

Montefalco, 30 novembre 2018

Dott. Geol. Giorgio Leoni

A circular blue ink stamp from the "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE UMBRIA" is visible. The stamp contains the text "ALBO" and the number "254". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

TAVOLE - ALLEGATI

TAV. I

Carta Corografica scala 1: 25.000

TAV. II

Planimetria Catastale con ubicazione dell'opera dalla scala 1: 2.000

TAV. III

Planimetria Catastale con ubicazione indagini dalla scala 1: 1.000

TAV. IV

Stralcio cartografia geologica regionale dalla scala 1: 10.000

TAV. V

Stralcio Carta delle Fasce Fluviali dalla scala 1: 10.000

TAV. VI

Stralcio Carta PAI Inventario Fenomeni Franosi dalla scala 1: 10.000

ALLEGATO A

Elaborazione dati geofisici e profilo sismostratigrafico

ALLEGATO B

Elaborazione dati prove penetrometriche

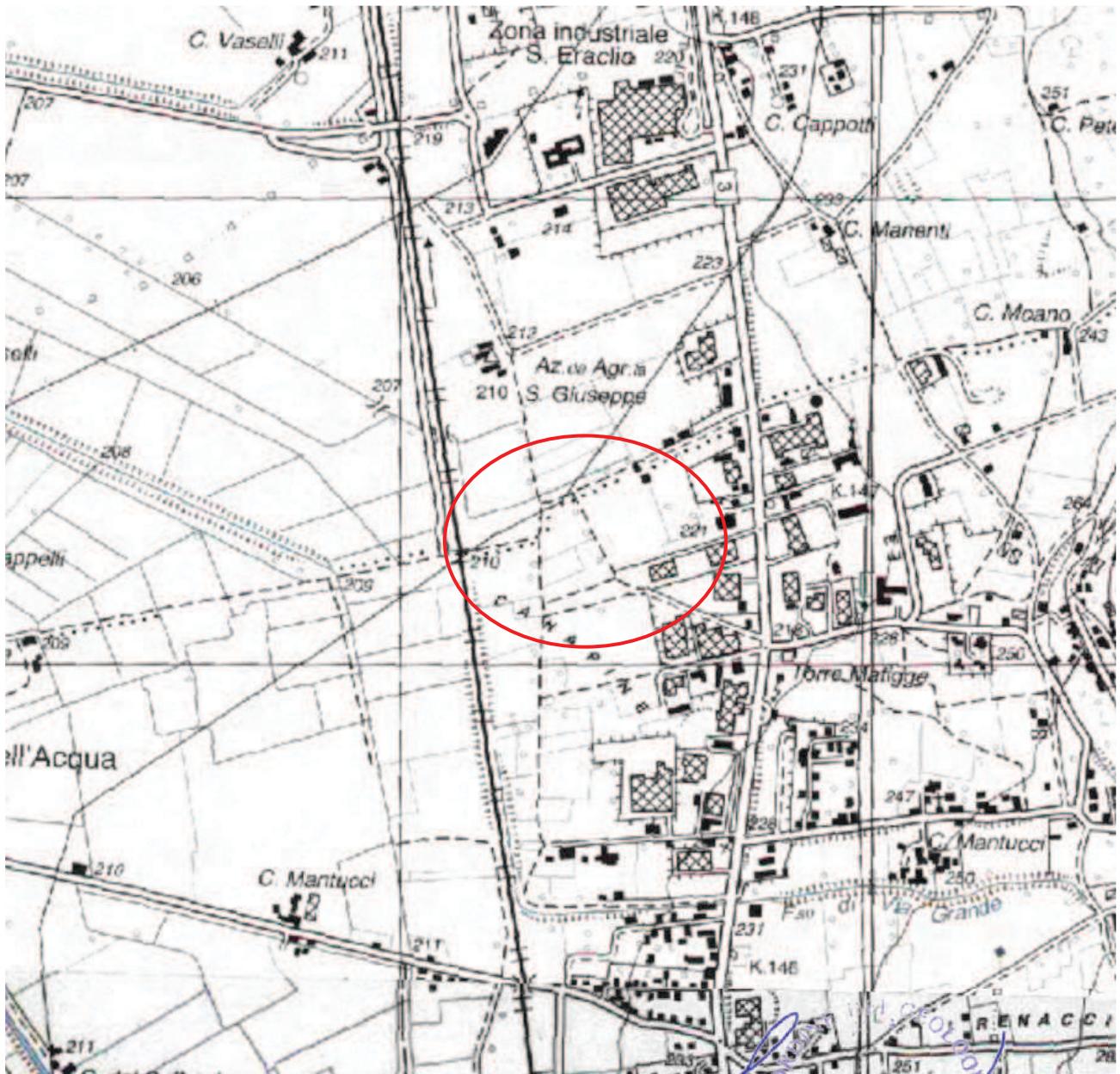
ALLEGATO C

Calcolo della suscettibilità alla liquefazione

ALLEGATO D

Certificati rapporti di prova di laboratorio

TAV. I



AREA OGGETTO DI STUDIO

Giorgio Leoni
ALBO
254
DELLA REGIONE UMBRIA

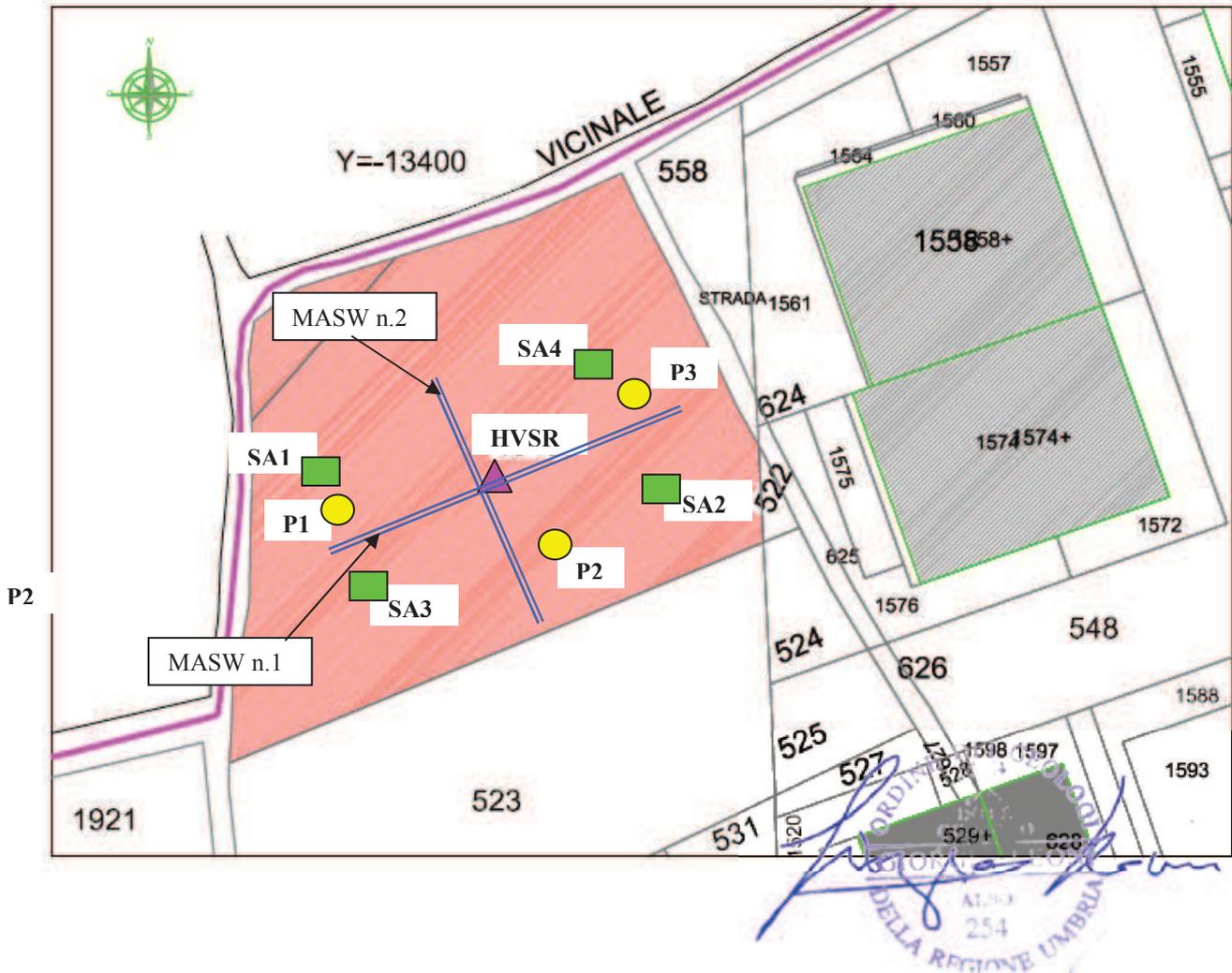
CARTA COROGRAFICA
dalla SCALA 1 : 25.000

TAV. II



PLANIMETRIA CATASTALE CON UBICAZIONE DELL'AREA IN ESAME
dalla SCALA 1 : 2.000

TAV. III



== PROFILO SISMICO

● PROVA PENETROMETRICA

▲ PROFILO SISMICO

■ SAGGI AMBIENTALI

PLANIMETRIA CATASTALE CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E AMBIENTALI ESEGUITE

dalla SCALA 1 : 200

TAV. IV

STRALCIO CARTOGRAFIA GEOLOGICA REGIONALE dalla SCALA 1 : 10.000

h

NOME **Depositi antropici**

SUCCESS DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

PERIODO Olocene

DESCR Deposito di materiale non cementato; materiale di riporto di origine antropica.

3

T_GEOM **Conoide alluvionale**

Eti Con. Alluv.

b

NOME **Depositi alluvionali**

SUCCESS DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

PERIODO Pleistocene - Olocene

DESCR Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali.

e

NOME **Depositi palustri**

SUCCESS DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

PERIODO Pleistocene - Olocene

DESCR



AREA OGGETTO DI STUDIO

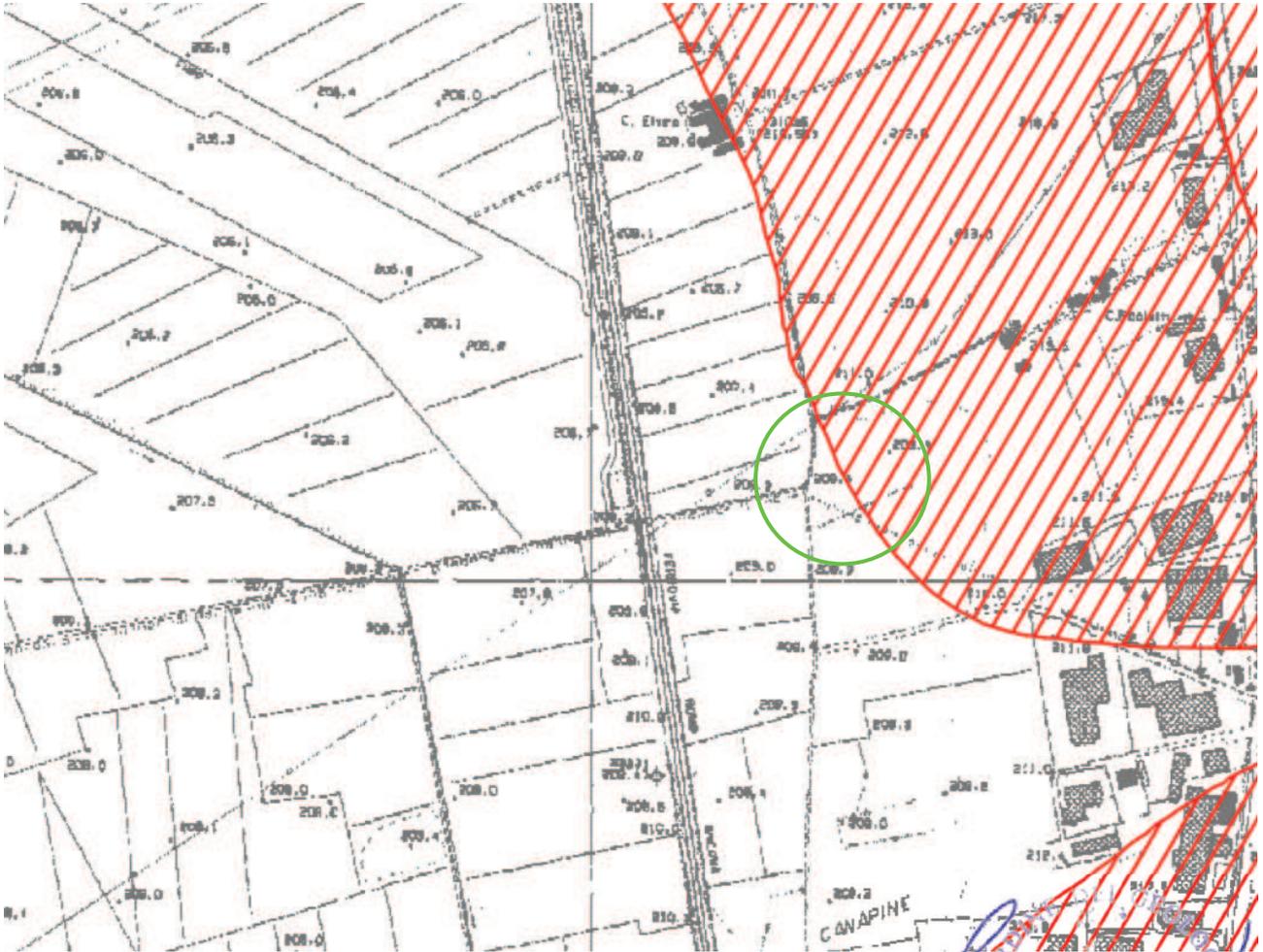
TAV. V



AREA OGGETTO DI STUDIO

STRALCIO CARTOGRAFIA P.A.I. - FASCIE IDRAULICHE SUL RETICOLO SECONDARIO MINORE - E UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO
TAV. PB 13 - dalla SCALA 1 : 10.000

TAV. VI



AREA OGGETTO DI STUDIO

Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno attivo fenomeno quiescente fenomeno inattivo* fenomeno presunto

- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | frana per crollo o ribaltamento |
| | | | | frana per scivolamento |
| | | | | frana per colamento |
| | | | | frana complessa |
| | | | | area con franosità diffusa |
| | | | | area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV) |
| | | | | area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso |
| | | | | falda e/o cono di detrito |

Giorgio Leoni
 ALBO
 254
 DELLA REGIONE UMBRIA

STRALCIO CARTOGRAFIA PAI - INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI
 (TAV. 200) - dalla SCALA 1 : 10.000

ALLEGATO A

ELABORATI GEOFISICI ED RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE DI TREVI

RELAZIONE TECNICA DI SINTESI

PROFILO SISMICO ARRAY CON METODOLOGIA MASW

LOCALITA': **MATIGGE – ZONA ARTIGIANALE**

COMMITTENTE: **SOC. DI DOMENICO S.r.l.**

DATA: Montefalco 05/11/2018

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO
Dott. Geol. Giorgio Leoni
Vicolo delle Conservette n. 12
06036 MONTEFALCO (PG)
Tel/fax 0742/378657 – 347/3561957



INDICE

PREMESSA.....	3
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	4
CONSIDERAZIONI SUL MODELLO SISMICO DI SITO.....	6
<i>Dati di modellazione ed inversione della curva di dispersione</i>	16

Premessa

Su incarico della *Ditta Di Domenico S.r.l.* è stata eseguita un'indagine con metodologia sismica M.A.S.W., al fine di caratterizzare il modello geologico del sito sul quale è in progetto la realizzazione di un nuovo fabbricato ad uso artigianale e industriale.

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata un'acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 17 gennaio 2018.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (VS).

La classificazione dei terreni è stata quindi svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore *medio ponderato* della VS nei primi 30m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{Seq} = V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

in cui:

V_{s_i} e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

In base al valore della Vs30 si identificano le seguenti 5 categorie del suolo di fondazione:

- **SUOLO A**: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;

- SUOLO B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec;

- SUOLO C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec;

- SUOLO D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s ;

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

Acquisizione ed elaborazione dati

La strumentazione impiegata è un sismografo Ambrogeo – Eco 24-2002 Seismic Unit.

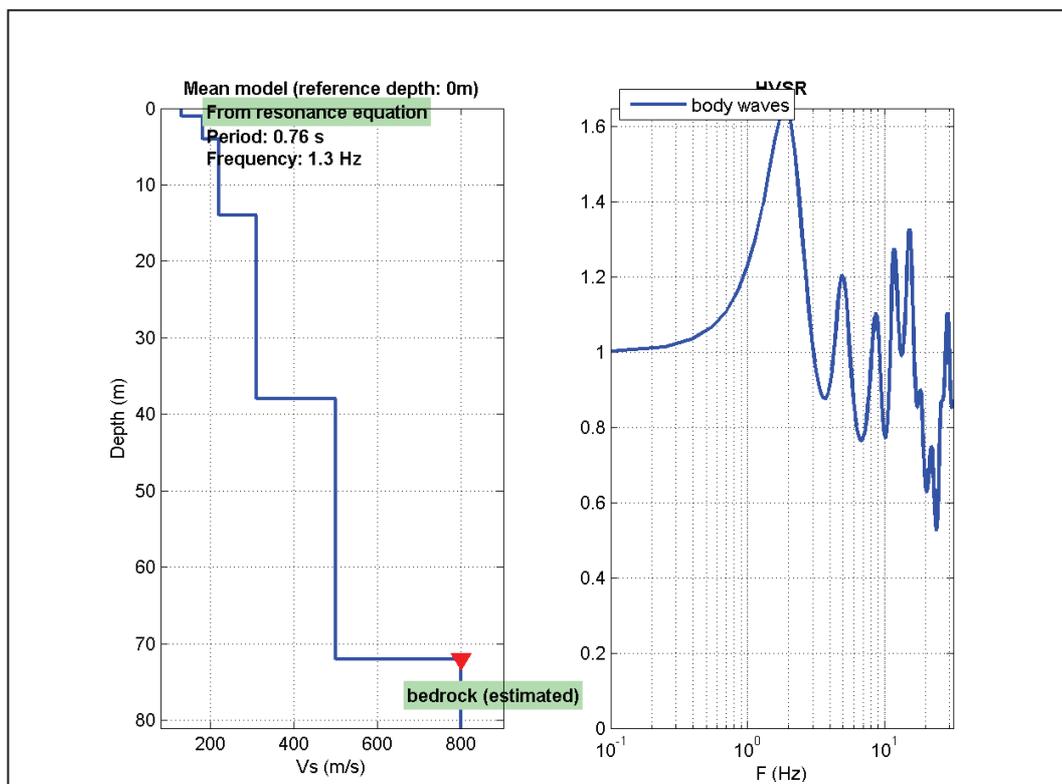
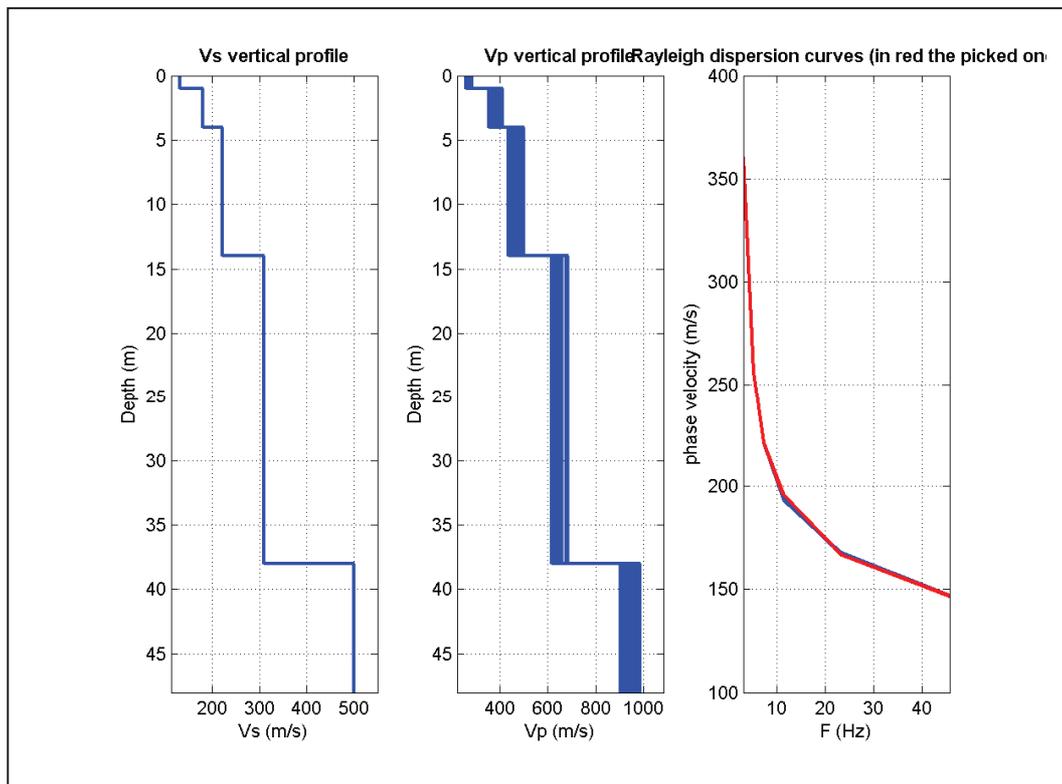
L'acquisizione delle onde di Rayleigh è avvenuta tramite due stendimenti sismici (ortogonali tra loro) a 24 geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz distanziati ognuno di 2.0 m per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 46 metri.

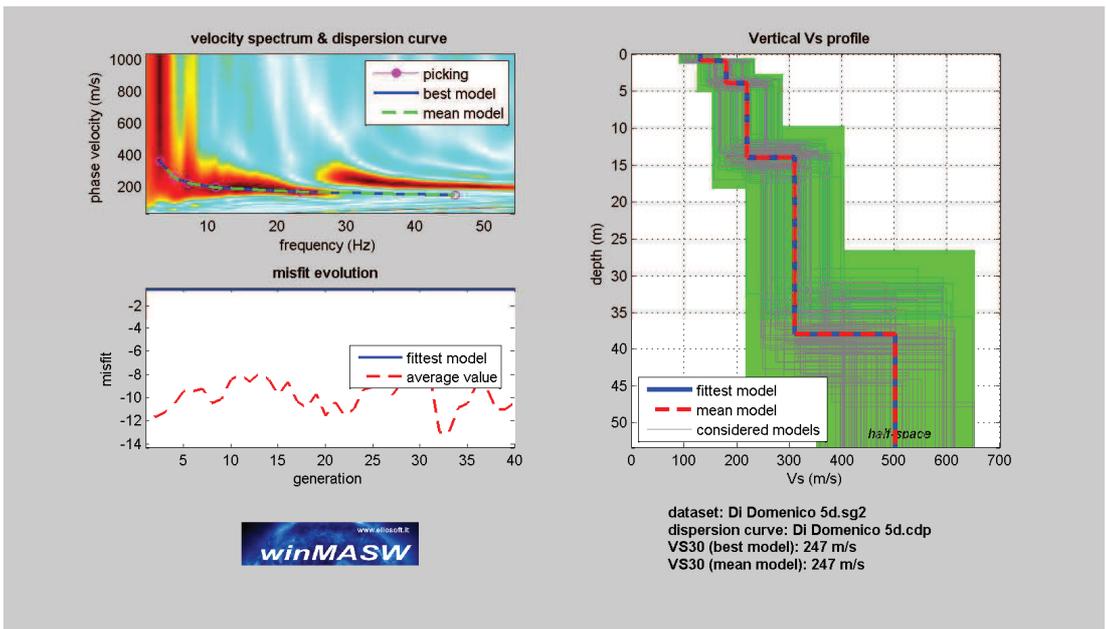
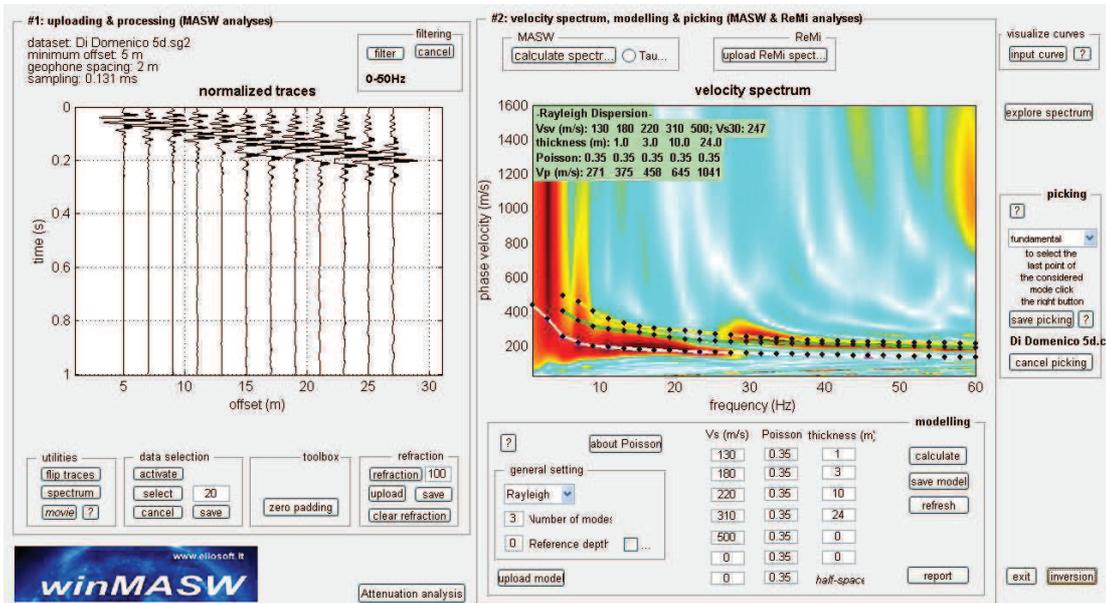
Nell'ambito della fase di acquisizione sono state effettuate n° 1-2 energizzazioni esternamente al profilo ad una distanza di 5 e 10 m dal geofono G 1. L'elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata tramite il software *winMASW* 4.3 Pro ed i dati *MASW* ottenuti hanno permesso (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) di ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS).

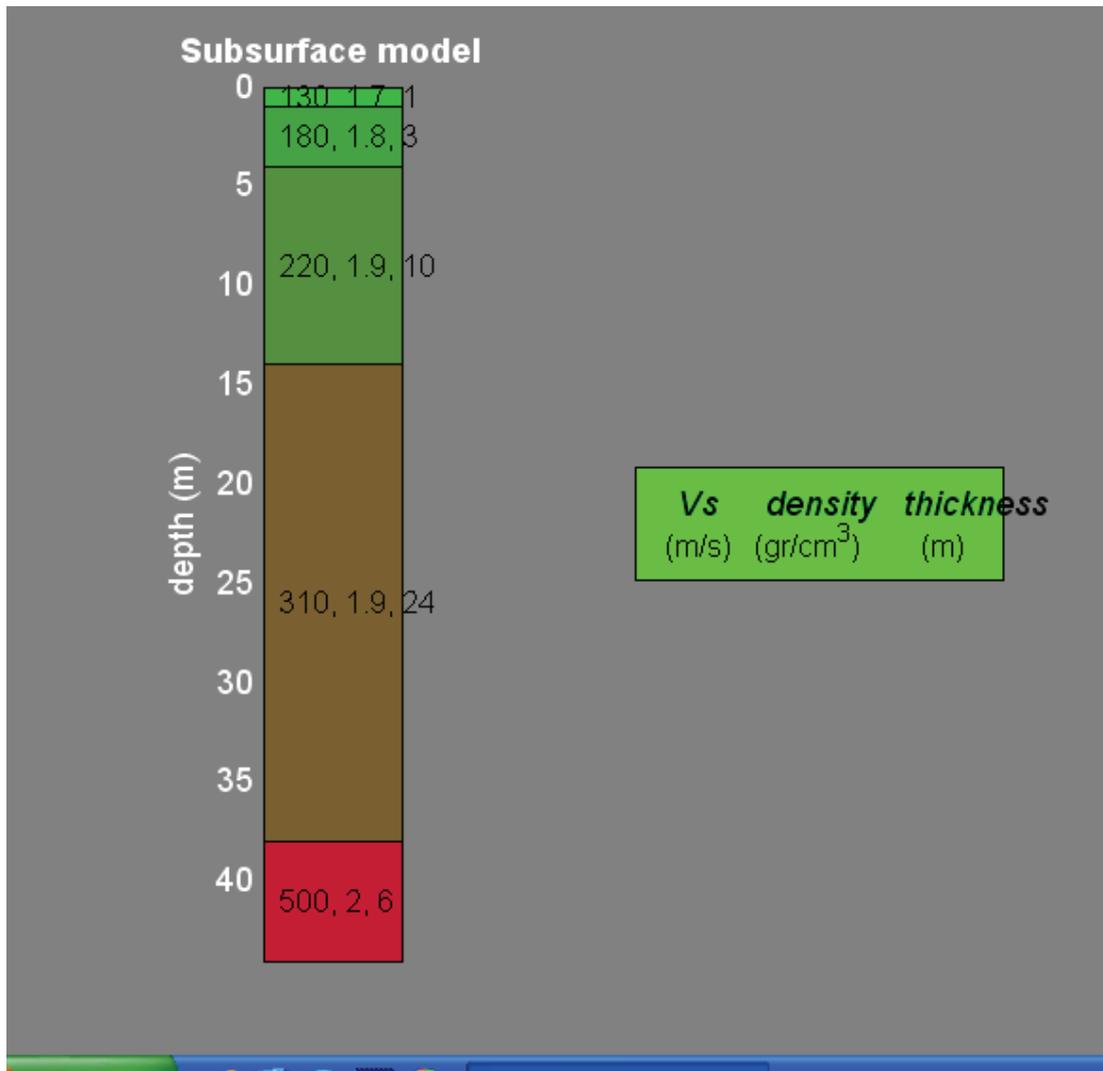
ELABORAZIONE DATI PROFILO N. 1

L'elaborazione del dato tramite la tecnica di inversione ha permesso quindi di ricostruire un modello sismostratigrafico del terreno che mostra la presenza nel profilo n 1 di n. 5 orizzonti di velocità:

- un layer superficiale con valori di velocità V_s pari a circa 130 m/s e spessore di circa 1,0 m;
- un secondo layer con valori di velocità V_s pari a circa 180 m/s e spessore di circa 3,0 m;
- un terzo layer con valori di velocità V_s pari a circa 220 m/s e spessore di circa 10 m;
- un quarto layer con valori di velocità V_s pari a circa 310 m/s e spessore di circa 24 m;.
- un quinto layer con valori di velocità V_s pari a circa 500 m/s.







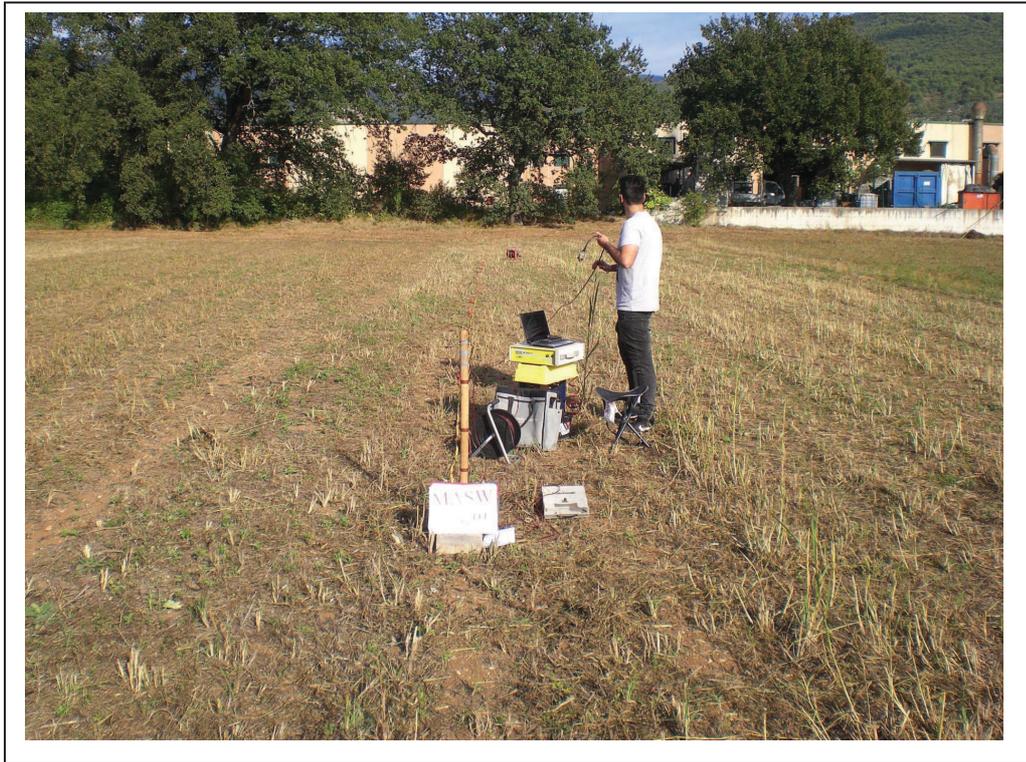
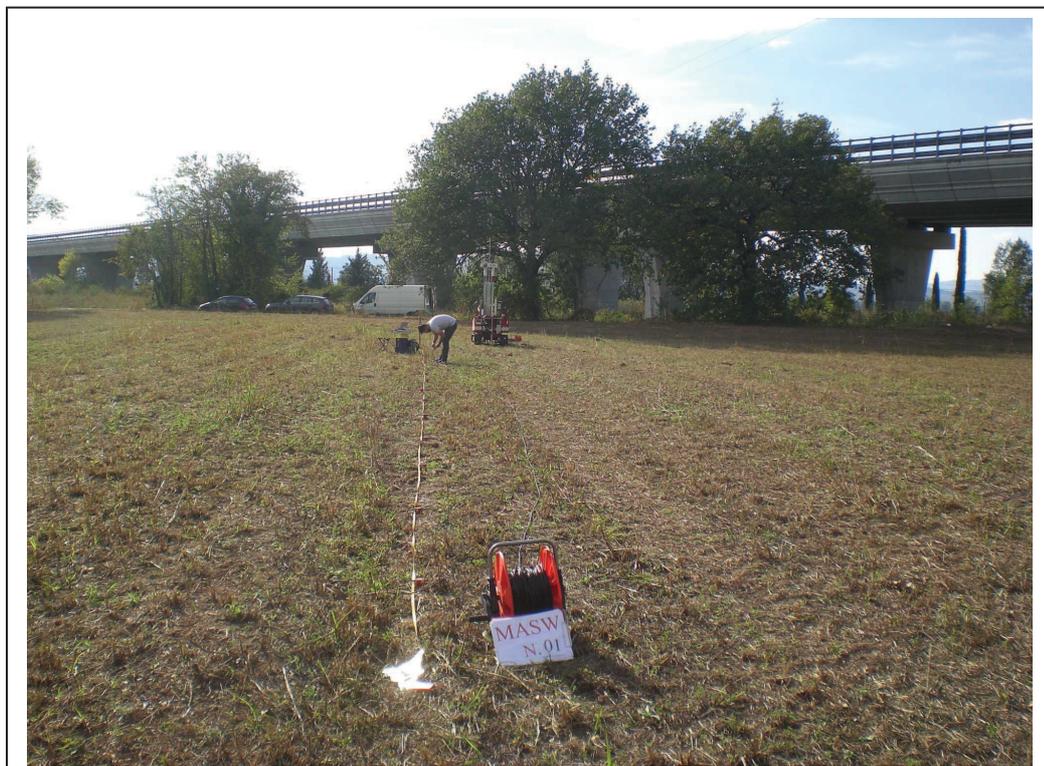


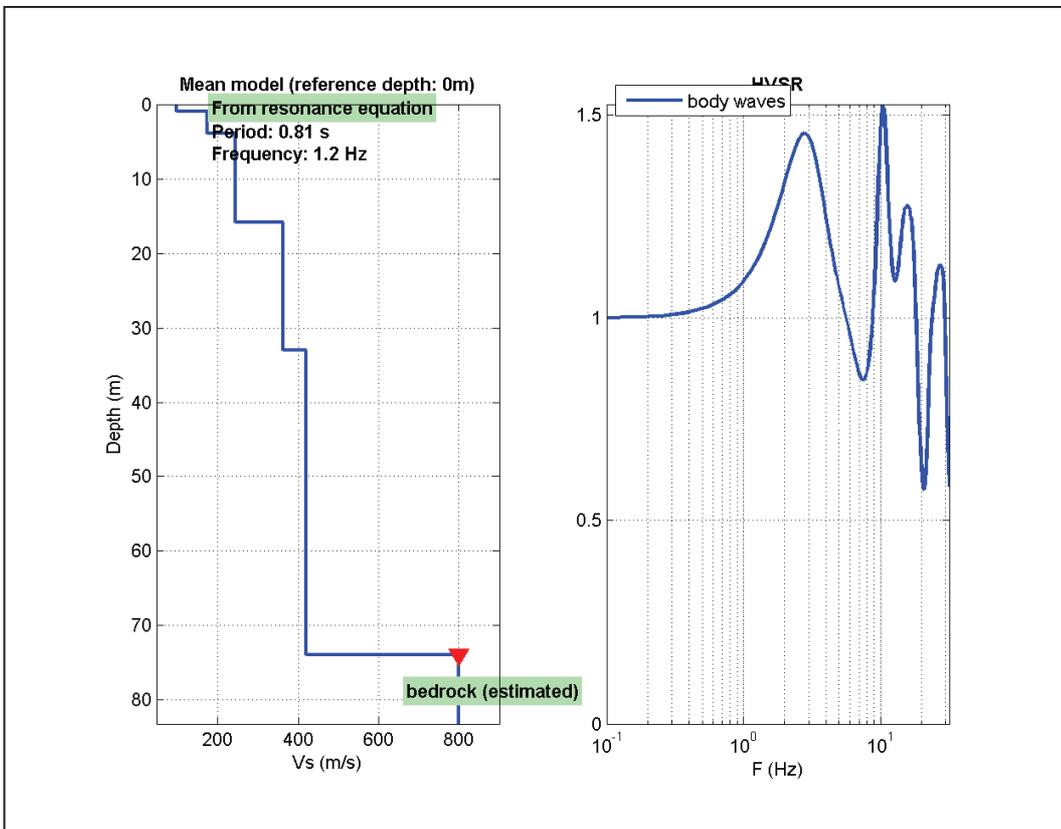
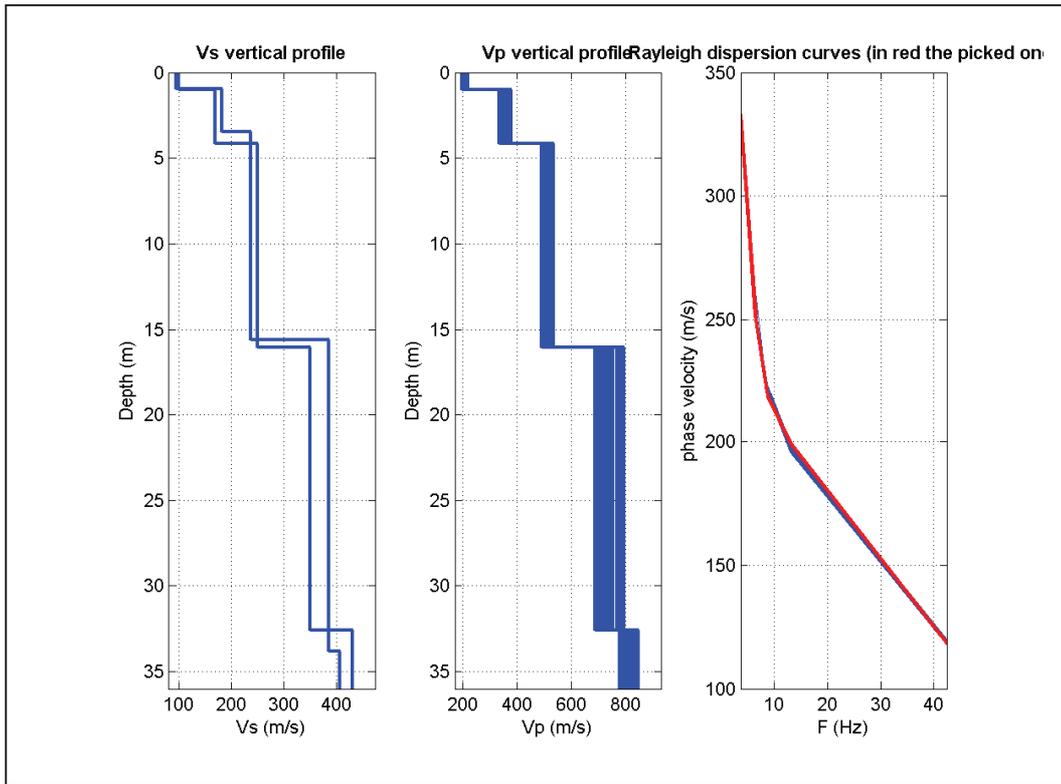
Foto sito in esame ed ubicazione stendimento sismico



ELABORAZIONE DATI PROFILO N. 2

L'elaborazione del dato tramite la tecnica di inversione ha permesso quindi di ricostruire un modello sismostratigrafico del terreno che mostra la presenza nel profilo n 2 di n. 5 orizzonti di velocità:

- un layer superficiale con valori di velocità V_s pari a circa 98 m/s e spessore di circa 0,99 m;
- un secondo layer con valori di velocità V_s pari a circa 174 m/s e spessore di circa 2,9 m;
- un terzo layer con valori di velocità V_s pari a circa 245 m/s e spessore di circa 12 m;
- un quarto layer con valori di velocità V_s pari a circa 363 m/s e spessore di circa 17 m
- un quinto layer con valori di velocità V_s pari a circa 421 m/s



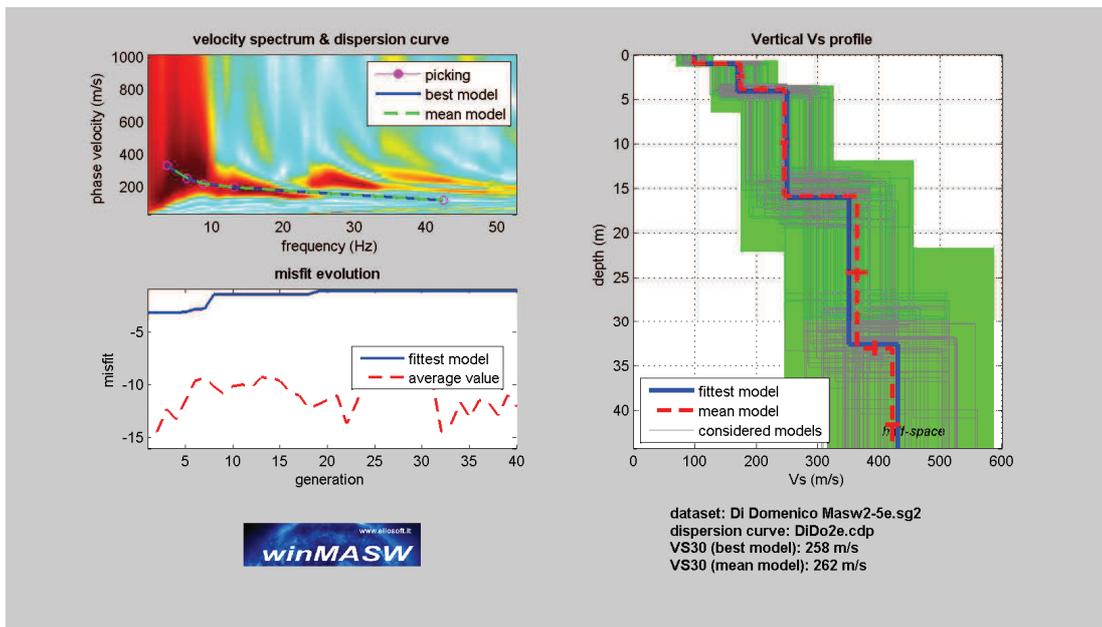
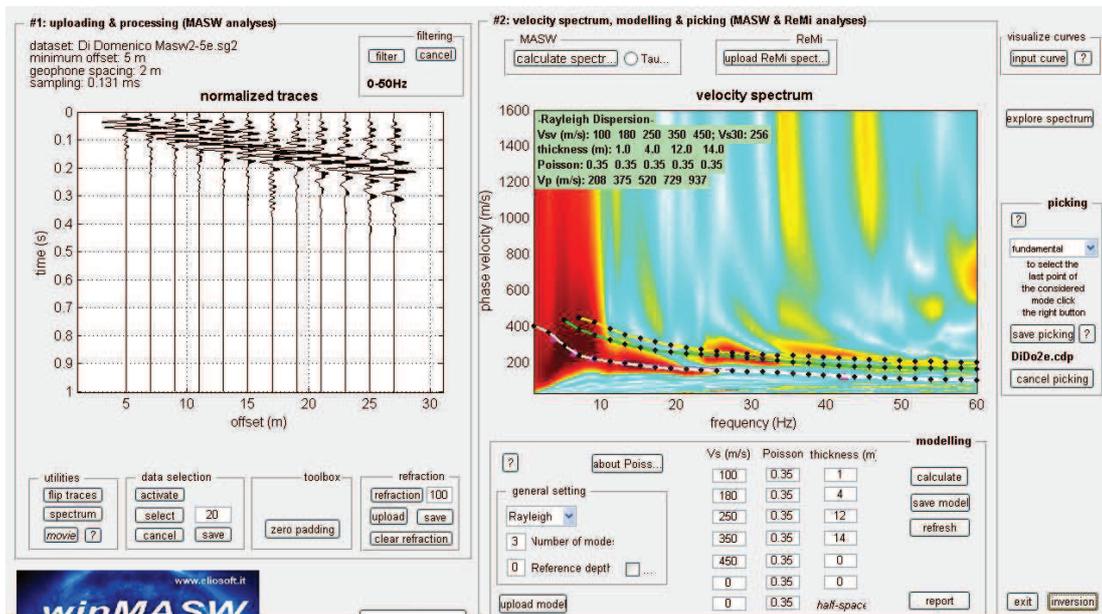






Foto sito in esame ed ubicazione stendimento sismico – Profilo n. 2



Considerazioni sul modello sismico di sito

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro $V_{s_{eq}} = V_{s_{30}}$, risultato pari a **247** m/s (Profilo 1) ed a **258** m/s (Profilo 2) (considerando come riferimento il piano campagna).

Secondo quanto precedentemente riportato e secondo quanto espresso dalle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame può essere classificato per quanto riguarda i risultati del Profilo Masw N. 1 del Profilo Masw N. 2 come sottosuolo di Categoria 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 miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s_{eq}} = V_{s_{30}}$ compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec”.

Montefalco, 5 novembre 2018

Dot. Geol. Giorgio Leoni



Dati di Modellazione ed inversione della curva di dispersione**ELABORAZIONE DATI PROFILO N. 1**

```

==o== SECTION#1
dataset: Di Domenico 5d.sg2
minimum offset (m): 5
geophone spacing (m): 2
sampling (ms): 0.131
Dispersion curve: Di Domenico 5d.cdp
Number of individuals: 30
Number of generations: 31

```

Rayleigh-wave dispersion analysis

```

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 91          0.7
126          2.1          154          7          217
16.8          350
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 169          1.3
234          3.9          286          13          403
31.2          650
Adopted Poisson values: 0.35          0.35          0.35          0.35
0.3

```

Output folder: C:\winMASW43pro\output\Di Domenico

```

==o== SECTION#2

```

Rayleigh wave analysis

```

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -
10.8839 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -
11.7122 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -
11.2861 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -
10.5882 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -
9.4808 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -
9.4696 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -
9.2702 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -
10.5005 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -
10.1477 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:
-8.4819 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:
-8.0439 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:
-8.6613 -0.66854

```

Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:
-7.9067 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:
-8.4765 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:
-9.7989 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:
-8.685 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:
-10.3559 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:
-10.9038 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:
-9.7088 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:
-11.5862 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:
-10.3811 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:
-11.6043 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:
-10.9689 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:
-9.3045 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:
-9.1125 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:
-7.1947 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:
-9.8523 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:
-8.7236 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:
-8.5458 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:
-8.4065 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:
-8.1059 -0.66854

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -
12.9877 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -
13.0348 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -
10.8872 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -
10.5077 -0.668537
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -
8.7595 -0.66854
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -
9.2248 -0.66854

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -
 11.0169 -0.668537
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -
 11.0036 -0.668537
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -
 10.4149 -0.668537

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):
 Vs (m/s): 130 180 220 310 500
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3
 Thickness (m): 1 3 10 24

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -
 0.95114 -0.58121
 Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -
 1.0317 -0.58121
 Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -
 0.96361 -0.58121
 Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -
 0.96196 -0.58121
 Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -
 0.83364 -0.57204
 Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -
 0.81944 -0.57204
 Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -
 0.79405 -0.57193
 Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -
 0.83005 -0.57193
 Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -
 0.78624 -0.57193
 Number of models considered to calculate the average model: 1

 RESULTS winMASW Pro
 #####

Dataset: Di Domenico 5d.sg2
 Analyzed curve: Di Domenico 5d.cdp
 Posterior Probability Density (standard deviations) not defined
 because of insufficient data

==o== SECTION#3

MEAN MODEL

VS (m/s): 130 180 220 310 500
 Standard deviations (m/s): 0 0 0 0 0

Thickness (m): 1.0 3.0 10.0 24.0
 Standard deviations (m): 0.0 0.0 0.0 0.0

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s): 264 376 457 643 943
 Density (gr/cm3): 1.73 1.82 1.86 1.95 2.04

Vp/Vs ratio:	2.03	2.09	2.08	2.07	1.89	
Poisson:	0.34	0.35	0.35	0.35	0.30	
Young modulus (MPa):	78		159	244	505	1330
Shear modulus (MPa):	29		59	90	187	510
Lamé (MPa):	62	139	209	431	794	
Bulk modulus (MPa):	82		178	269	556	1134

Fundamental mode

Mean model

f (Hz)	VR (m/s)
3.00875	360.3774
5.0749	257.7497
7.14105	221.4256
11.1586	193.9887
23.3259	167.345
45.7091	146.93

==o== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 130 180 220 310 500
thickness (m): 1 3 10 24

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s):		261	382	451	654	933	
Density (gr/cm3):		1.73	1.82	1.86	1.95	2.04	
Vp/Vs ratio:	2.01	2.12	2.05	2.11	1.87		
Poisson:	0.34	0.36	0.34	0.36	0.30		
Young modulus (MPa):	78		160	242	508	1323	
Shear modulus (MPa):	29		59	90	187	509	
Lamé (MPa):	59	148	198	460	755		
Bulk modulus (MPa):	79		187	258	584	1094	

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)

best model

F (Hz)	VR (m/s)
3.00875	361.08
5.0749	257.6428
7.14105	221.342
11.1586	194.0524
23.3259	167.3629
45.7091	146.8103

==o== SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 38 m

Inversion quality: very good

VS5 (mean model): 173 m/s
VS5 (best model): 173 m/s

VS20 (mean model): 224 m/s
 VS20 (best model): 224 m/s

VS30 (mean model): 247 m/s
 VS30 (best model): 247 m/s

==o== SECTION#6

Possible Soil Type: C
 (based on the mean model)

ELABORAZIONE DATI PROFILO N. 2

==o== SECTION#1
 dataset: Di Domenico Masw2-5e.sg2
 minimum offset (m): 5
 geophone spacing (m): 2
 sampling (ms): 0.131
 Dispersion curve: DiDo2e.cdp
 Number of individuals: 30
 Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Adopted search space (minimum Vs & thickness):	70	0.7
126	2.8	175
9.8	315	8.4
245		
Adopted search space (maximum Vs & thickness):	130	1.3
234	5.2	325
18.2	585	15.6
455		
Adopted Poisson values:	0.35	0.35
0.3		0.35
		0.35

Output folder: C:\winMASW43pro\output\Di Domenico\Di Domenico Masw2

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -
 14.5977 -3.10828
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -
 14.4293 -3.10828

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -
12.3203 -3.10828
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -
13.2738 -3.10828
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -
11.5053 -3.05134
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -
9.6402 -2.7914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -
9.3751 -2.7436
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -
10.1789 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -
10.8606 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:
-10.1481 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:
-10.0062 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:
-10.2357 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:
-9.3155 -1.3626
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:
-9.3607 -1.3626
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:
-9.6648 -1.3626
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:
-10.7379 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:
-11.0163 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:
-12.2506 -1.36259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:
-11.8708 -1.09224
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:
-11.44 -1.09224
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:
-11.0306 -1.09224
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:
-13.7013 -1.09224
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:
-11.8136 -1.09224
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:
-9.2503 -1.0922
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:
-10.4452 -1.09224
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:
-9.2067 -1.0922
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:
-10.0874 -1.09224
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:
-9.0308 -1.0922
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:
-9.1287 -1.0922

Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:
 -9.3054 -1.0922
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:
 -9.4017 -1.0922

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -
 14.484 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -
 13.7685 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -
 11.6548 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -
 13.1065 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -
 11.4663 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -
 11.7153 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -
 12.937 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -
 10.9802 -1.09224
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -
 12.1226 -1.09224

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 100 169 250 350 430
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3
 Thickness (m): 1 3.2 12 17

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -
 1.4344 -0.81267
 Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -
 1.4874 -0.81267
 Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -
 1.3801 -0.81267
 Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -
 1.3264 -0.81267
 Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -
 1.2155 -0.81267
 Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -
 1.1069 -0.79351
 Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -
 1.1559 -0.78809
 Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -
 1.1608 -0.78556
 Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -
 1.0534 -0.78556

Number of models considered to calculate the average model: 2

 RESULTS winMASW Pro

#####

Dataset: Di Domenico Masw2-5e.sg2

Analyzed curve: DiDo2e.cdp

==o== SECTION#3

MEAN MODEL

Vs (m/s): 98 174 245 363 421
 Standard deviations (m/s): 3 6 6 17 11

Thickness (m): 1.0 2.9 12.0 17.2
 Standard deviations (m): 0.0 0.3 0.1 0.8

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s): 205 350 506 748 813
 Density (gr/cm3): 1.67 1.80 1.89 1.98 2.00
 Vp/Vs ratio: 2.01 2.07 2.06 1.93
 Poisson: 0.35 0.34 0.35 0.35 0.32
 Young modulus (MPa): 43 146 305 704 935
 Shear modulus (MPa): 16 55 113 261 355
 Lamé (MPa): 38 112 257 587 614
 Bulk modulus (MPa): 49 148 332 761 851

Fundamental mode

Mean model

f (Hz)	VR (m/s)
3.71331	331.7524
6.48434	255.5006
8.79354	220.7832
13.0656	198.2535
42.3924	118.71

==o== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 100 169 250 350 430
 thickness (m): 1 3.1633 11.8851 16.5459

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s): 203 354 494 773 835
 Density (gr/cm3): 1.67 1.80 1.88 1.99 2.01
 Vp/Vs ratio: 2.03 2.09 1.98 2.21 1.94
 Poisson: 0.34 0.35 0.33 0.37 0.32
 Young modulus (MPa): 45 139 313 669 981
 Shear modulus (MPa): 17 51 118 244 372
 Lamé (MPa): 35 123 224 702 658
 Bulk modulus (MPa): 47 157 303 865 906

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)

best model

F (Hz)	VR (m/s)
3.71331	332.2122
6.48434	252.069
8.79354	221.6401
13.0656	197.5817
42.3924	118.1958

==o== SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 36 m

Inversion quality: very good

VS5 (mean model): 160 m/s
VS5 (best model): 156 m/s

VS20 (mean model): 230 m/s
VS20 (best model): 228 m/s

VS30 (mean model): 262 m/s
VS30 (best model): 258 m/s

==o== SECTION#6

Possible Soil Type: C
(based on the mean model)

Results saved in the folder "C:\winMASW43pro\output\Di Domenico\Di Domenico Masw2".

For Italian Users:

Dalla normativa D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s

(ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

Results saved in the folder "C:\winMASW43pro\output\Di Domenico".

=====
winMASW Pro
Surface Wave Analysis
www.eliosoft.it

PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE DI TREVI

RELAZIONE TECNICA DI SINTESI

DETERMINAZIONE DELLA FREQUENZA CARATTERISTICA DI SITO

PROVA HVSR - METODO NAKAMURA

LOCALITA': **MATIGGE – ZONA ARTIGIANALE**

COMMITTENTE: **SOC. DI DOMENICO S.r.l.**

DATA: Montefalco 05/11/2018

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Dott. Geol. Giorgio Leoni

Vicolo delle Conservette n. 12

06036 MONTEFALCO (PG)

Tel/fax 0742/378657 – 347/3561957



INDICE

PREMESSA.....	3
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	4

Premessa

Su incarico della *Ditta Di Domenico S.r.l.* è stata eseguita un'indagine geofisica con metodologia sismica HVSR., al fine di caratterizzare la frequenza di risonanza del sito sul quale è in progetto la realizzazione di un nuovo fabbricato ad uso artigianale e industriale.

Descrizione del metodo HVSR

Sono stati ricavati i rapporti spettrali H/V per ciascuna finestra ed infine, dopo un confronto tra le varie finestre per verificare la continuità nel tempo del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e la verticale, si ottiene per media la curva H/V del sito. Attraverso un confronto tra i singoli spettri di risposta, sia tra quelli delle componenti orizzontali che tra questi e quello della componente verticale, e attraverso il confronto tra il rapporto spettrale H/V e quello della componente verticale, vengono escluse quelle frequenze dipendenti da cause non correlabili alle caratteristiche fisiche del mezzo, come ad esempio quelle provenienti da cause artificiali attive, vicine e monodirezionali o passive (trasmissione dinamica delle frequenze modali di un edificio), oppure quelle causate da rumore elettromagnetico.

Per verificare l'attendibilità delle frequenze rilevate viene infine ricavata la funzione di coerenza della cross-correlazione tra i segnali provenienti dalle due componenti orizzontali.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati avviene secondo quanto previsto dal protocollo del progetto SESAME (SESAME European project, 2005), secondo il quale si ricavano i valori del rapporto H/V in funzione della frequenza, la stazionarietà del segnale, cioè la valutazione della stabilità nel tempo della curva H/V, e la sua variazione in funzione della frequenza e della direzione di provenienza.

Le frequenze di interesse ingegneristico sono ampiamente contenute nell'intervallo 0.5÷20 Hz.

Acquisizione ed elaborazione dati

Per le misure è stata impiegata una terna di sensori velocimetrici ad alta sensibilità della SARA Electronics Instruments S.r.l. (<http://www.sara.pg.it>), con frequenza naturale pari a 4,5 Hz, contenuti in scatola di alluminio livellabile.

I sensori utilizzano elementi di alta stabilità, con tecnica di assemblaggio che garantisce una ortogonalità assoluta degli elementi e un livellamento perfetto, essenziale specialmente per i sensori da 4,5Hz. Di seguito si riporta la scheda tecnica con le specifiche del sensore:

Numero canali: 3 Configurazione: Z,X,Y (Z verticale, X nord-sud, Y est-ovest)

Non ortogonalità: < 0.01% Livellamento: manuale tramite manopole con serraggio

Frequenza naturale: 4,5 Hz (+/-5%) Banda utilizzabile*: 0.1-250Hz

Dumping: 0.65 Massa inerziale: 25 g Sensibilità nominale: 60 V/m/s

Tilt massimo: Verticale:7° Orizzontale: 0.5°

Movimento massa: 0.5mm Dimensioni: 190x180x90mm

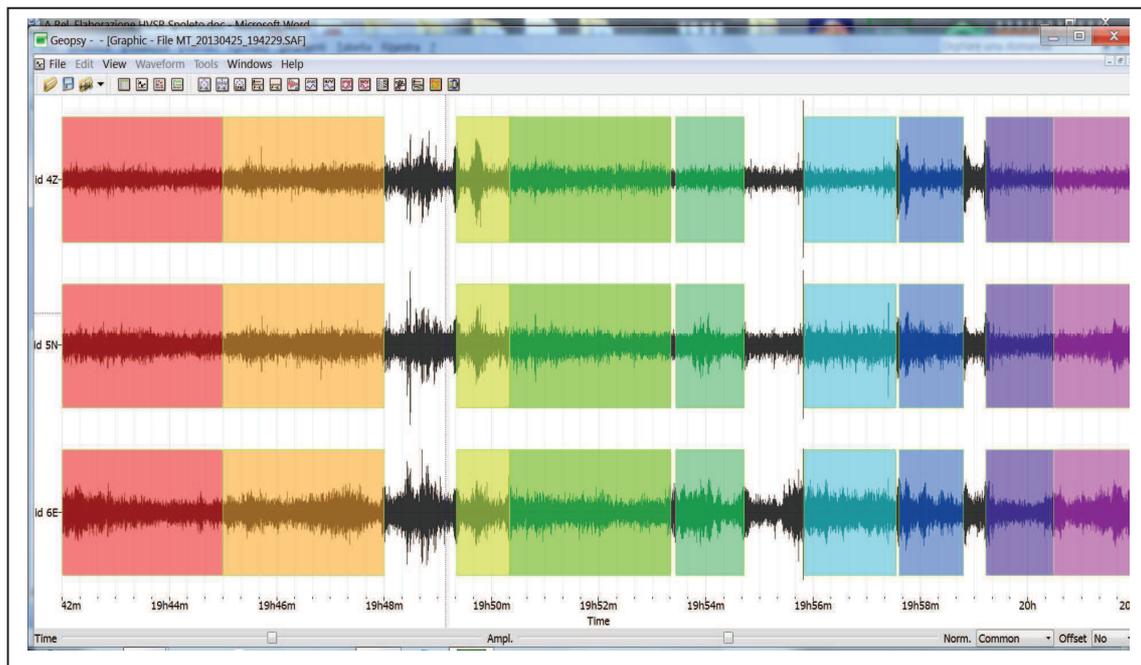
Peso: 2500g Lunghezza cavo: standard 3 metri

Connettore: Cannon JC series 10 poli Certificazioni: CE (EN55022, EN55011)

Per l'acquisizione ed il trattamento dei dati sono stati utilizzati i software Seismolog e Seismo-Survey, del pacchetto Seismowin prodotto dalla SARA Electronics, e l'interpretazione è stata condotta Geopsy e con WinMASW (Eliosoft).

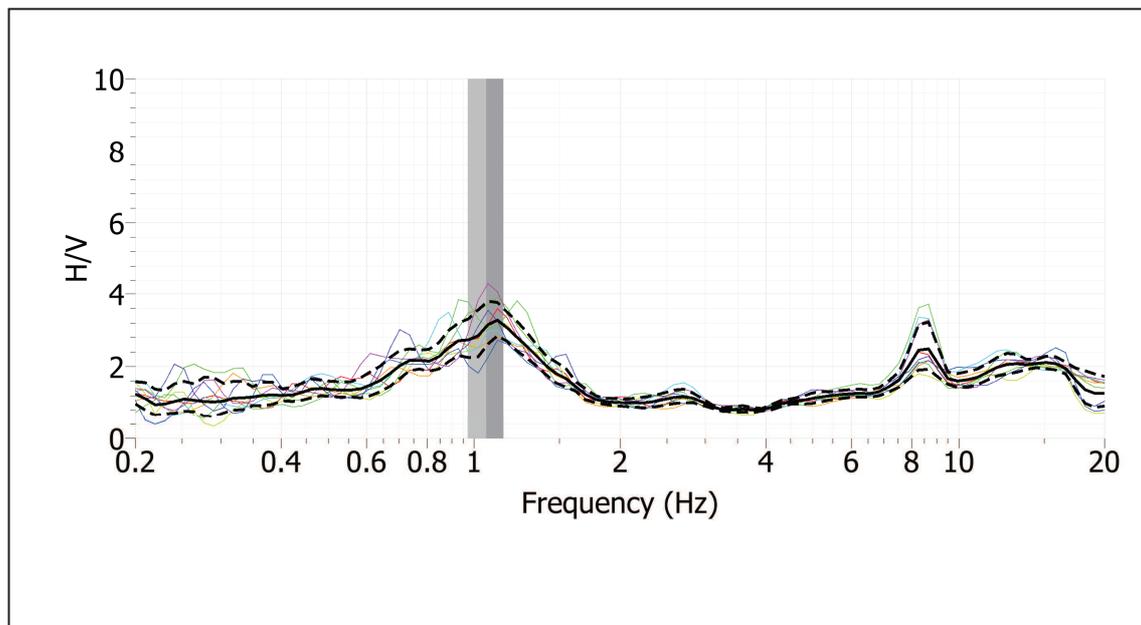


MISURA N. 1 - Elaborazione della curva H/V



Dati di Modellazione della curva di frequenza

```
# GEOPSY output version 1.1
# Number of windows = 9
# f0 from average 1.11816
# Number of windows for f0 = 9
# f0 from windows 1.0999      0.970135      1.14985
# Peak amplitude 3.10654
```



Risultati delle misure di HVSR

L'elaborazione del dato tramite la tecnica Nakamura permette la stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali e quello della componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.

HVSR Soc. Di Domenico S.r.l.– Loc. Matigge del Comune di Trevi (PG)	FREQUENZA (f0)
HVSR 1	1.0999 Hz



I risultati delle misure HVSR possono essere utilizzati nell'analisi di risposta sismica locale (RSL) qualora resa necessaria dalla classe della struttura in progetto.

Montefalco, 5 novembre 2018

Dott. Geol. Giorgio Leoni



ALLEGATO B

ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE (DPSH)



Geo Probing

di Francesco Becattini

Telefono cellulare: **347.6434222**

Sede: Strada Perugia - Ponte Valleceppi, n° 96

06135 Ponte Valleceppi (PG)

Telefono e Fax: **075.5928321**

e-mail: f.becattini@geoprobing.it

PEC: f.becattini@pec.geoprobing.it

sito internet: www.geoprobing.it

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

CONTINUE

- RAPPORTO ED ELABORAZIONE DEI

VALORI MISURATI

- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente: F.lli Di Domenico

Località: Via Deruta

Comune: Trevi (PG)

Ponte Valleceppi, 18 ottobre 2018



RAPPORTO TECNICO SULLA CAMPAGNA DI PROVE PENETROMETRICHE

Nelle pagine che seguono sono schematizzati i risultati di tre prove penetrometriche dinamiche continue effettuate, per conto della Ditta Fratelli Di Domenico, sotto la direzione tecnica del Dott. Geol. Giorgio Leoni, all'interno di una particella di terreno che sarà interessata dalla costruzione di un capannone artigianale - industriale, ubicata alla fine di Via Deruta nel comune di Trevi (PG).

L'attrezzatura impiegata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico/statico auto-semovente ed auto-ancorante prodotto dalla Ditta Pagani e contraddistinto dalla sigla TG 63/200.

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

- Massa del maglio (kg)	63,5
- Altezza caduta (cm)	75,0
- Lunghezza aste (m)	1,0
- Massa aste (kg/m)	6,2
- Diametro aste (mm)	32
- Diametro base punta conica (mm)	51
- Angolo apertura punta conica (°)	90
- Penetrazione standard (cm)	20,0

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

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

- Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite;

Per ogni prova:

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

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

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

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

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

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

APPUNTI SULLA CAMPAGNA D’INDAGINI

Tutte tre le prove sono state interrotte per raggiungimento della profondità richiesta dalla Committenza.

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

DPSH 1 - Livello idrico in foro misurato alla profondità di 1,20 metri dal piano campagna, aste impiegate bagnate da -1,5 metri circa;

DPSH 2 - Livello idrico in foro misurato alla profondità di 1,20 metri dal piano campagna, aste impiegate bagnate da -2,0 metri circa;

DPSH 3 - Livello idrico in foro misurato alla profondità di 1,64 metri dal piano campagna, aste impiegate bagnate da -3,0 metri circa.



BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 – 20126 Milano

**ATTESTATO DI ESAME DELLA CONFORMITA'
CONFORMITY EXAMINATION CERTIFICATE**

N° TC857/17/FC/fc

BUREAU VERITAS ITALIA a seguito di verifica di terza parte (rapporto di ispezione nr. 2792671 - TRS report for Pagani rev.0), attesta che il modello di seguito identificato, è stato esaminato secondo quanto previsto da:

- USA CFR Title 29: CFR §1910 Subpart O (7-1-16 Ed.) - §1910.211 and §1910.212

Following the third part inspection (inspection report nr. 2792671 - TRS report for Pagani rev.0), Bureau Veritas Italia attests that type identified hereunder has been examined against the provisions of:

- USA CFR Title 29: CFR §1910 Subpart O (7-1-16 Ed.) - §1910.211 and §1910.212

Dispositivo / Device:

**PENETROMETER
Mod. TG63-200; TG63-150; TG63-100**

**Fabbricante
Manufacturer**

PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT S.r.l.

Lo. Campogrande, 26 – 29010 Calendasco (PC) Italy

Questo certificato perde la sua validità in caso di modifiche al dispositivo che possano influire sulla conformità ai requisiti dello standard di riferimento.

This certificate shall be deemed to be void in case of modification to the device where this may affect conformity with the reference standard.

Questo certificato è composto da 2 (due) pagine/*This certificate is composed by 2 (two) pages*

Luogo: Padova
Place
Data: 20/11/2017
Date

Firmato da: Felice Cammara
Signed by
Firma:
Signature 



Destinazione del penetrometro: **indagini geognostiche e geotecniche**
Penetrometer destination: Geognostic and Geotechnical Investigations

riferimenti del fascicolo tecnico: **FT0030 rev. 22 del 17/11/2014 per TG63-100 e FT0031 rev. 22 del 17/11/2014 per TG63-150**
technical file references: FT0030 rev. 22 dated 17/11/2014 for TG63-100 and FT0031 rev. 22 dated 17/11/2014 for TG63-150

Caratteristiche generali / main characteristics:

La macchina è semovente. Il motore diesel, o a benzina, di cui la macchina è dotata, serve sia per la traslazione che per gli azionamenti delle apparecchiature di misura. La traslazione è comandata da apposito gruppo leve poste nella parte posteriore della macchina
The machine is self-propelled. The diesel, or gasoline, engine of which the machine is equipped, serves both for translation and the drives of the measuring equipment. The translation is controlled by a specific group of levers located in the rear of the machine

Velocità di traslazione: lenta; rispettivamente max 1,8 km/h (1,1 mph) e 2 km/h (1,24mph)
Speed of translation: low; respectively max 1,8 km/h (1,1 mph) and 2 km/h (1,24mph)

Modo di funzionamento: comandi manuali ad azione mantenuta
Function mode: manual with maintained actions

Capacità massima di spinta: rispettivamente 100kN, 150kN
Maximum capacity of thrust: respectively 100kN, 150kN

Capacità massima di estrazione: rispettivamente 120kN, 160kN
Maximum capacity during the extraction: respectively 120kN, 160kN

Altezza max: rispettivamente 3800 mm (149,6 inch) o 4600 mm (181,1 inch)
Maximum height: respectively 3800 mm (149,6 inch) or 4600 mm (181,1 inch)

Peso (senza accessori): per TG63-100: da 900 kg (1984 pound) e 980 kg (2160 pound) secondo allestimento
per TG63-150: da 1000 kg (2204 pound) a 1140 kg (2512 pound) secondo allestimento
*Weight (without accessories): for TG63-100: from 900 kg (1984 pound) to 980 kg (2160 pound) depending on the setup
for TG63-150: from 1000 kg (2204 pound) to 1140 kg (2512 pound) depending on the setup*

Livello di rumore: 108 dB(A)
Noise level: 108 dB(A)

UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE

Foto aerea ricavata dal software Google Earth

DPSH 3

Lat. - 42.908153°
Long. - 12.724875°

DPSH 2

Lat. - 42.908001°
Long. - 12.724688°

DPSH 1

Lat. - 42.908020°
Long. -

Le coordinate delle prove penetrometriche sono espresse
in gradi decimali e ricavate dal software Google Earth

DPSH 1



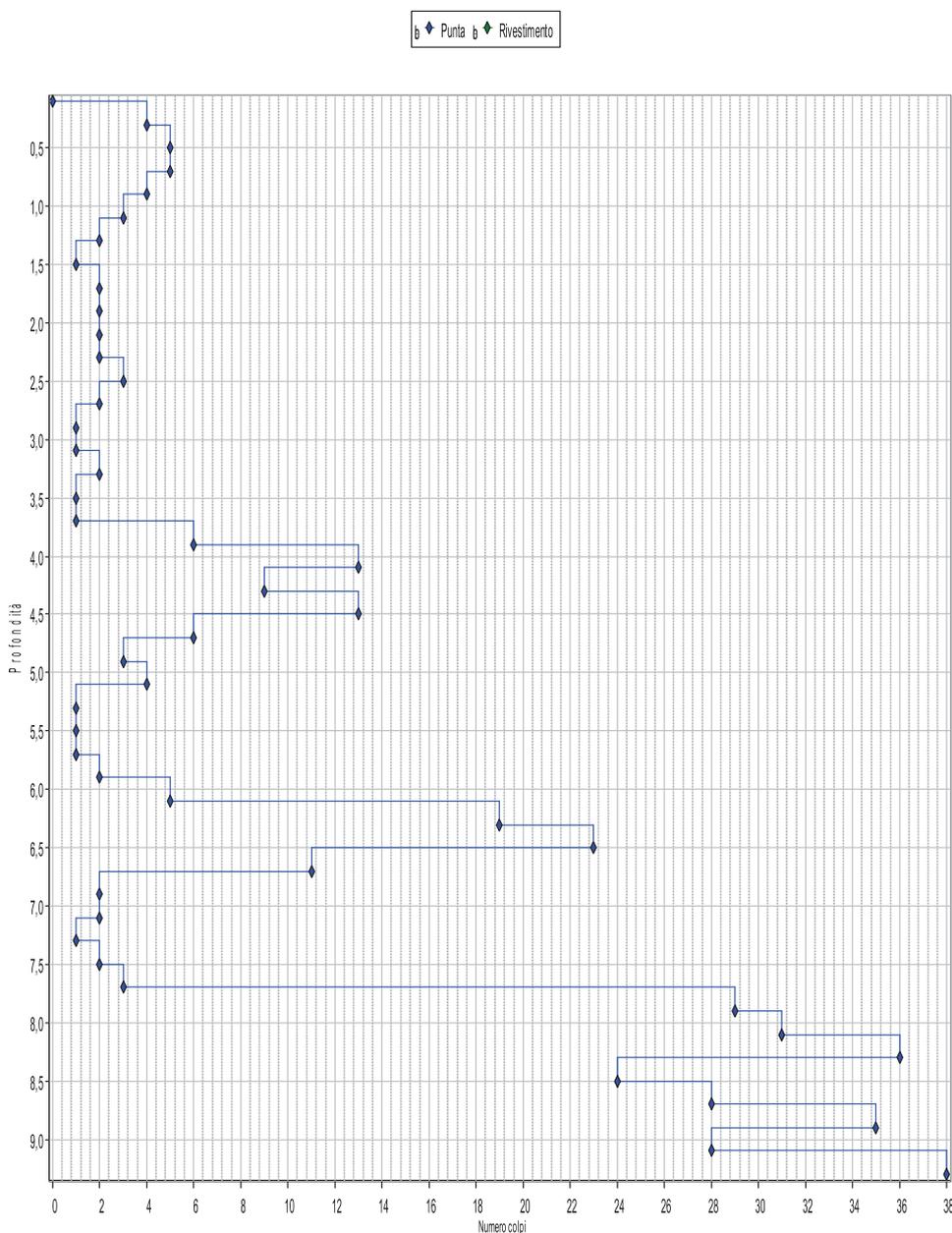
Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico		
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)		Quota s.l.m.(m):
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018
		Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,3	4	
2	0,5	5	
3	0,7	5	
4	0,9	4	
5	1,1	3	
6	1,3	2	
7	1,5	1	
8	1,7	2	
9	1,9	2	
10	2,1	2	
11	2,3	2	
12	2,5	3	
13	2,7	2	
14	2,9	1	
15	3,1	1	
16	3,3	2	
17	3,5	1	
18	3,7	1	
19	3,9	6	
20	4,1	13	
21	4,3	9	
22	4,5	13	
23	4,7	6	
24	4,9	3	
25	5,1	4	
26	5,3	1	
27	5,5	1	
28	5,7	1	
29	5,9	2	
30	6,1	5	
31	6,3	19	
32	6,5	23	
33	6,7	11	
34	6,9	2	
35	7,1	2	
36	7,3	1	
37	7,5	2	
38	7,7	3	
39	7,9	29	
40	8,1	31	
41	8,3	36	
42	8,5	24	
43	8,7	28	
44	8,9	35	
45	9,1	28	
46	9,3	38	



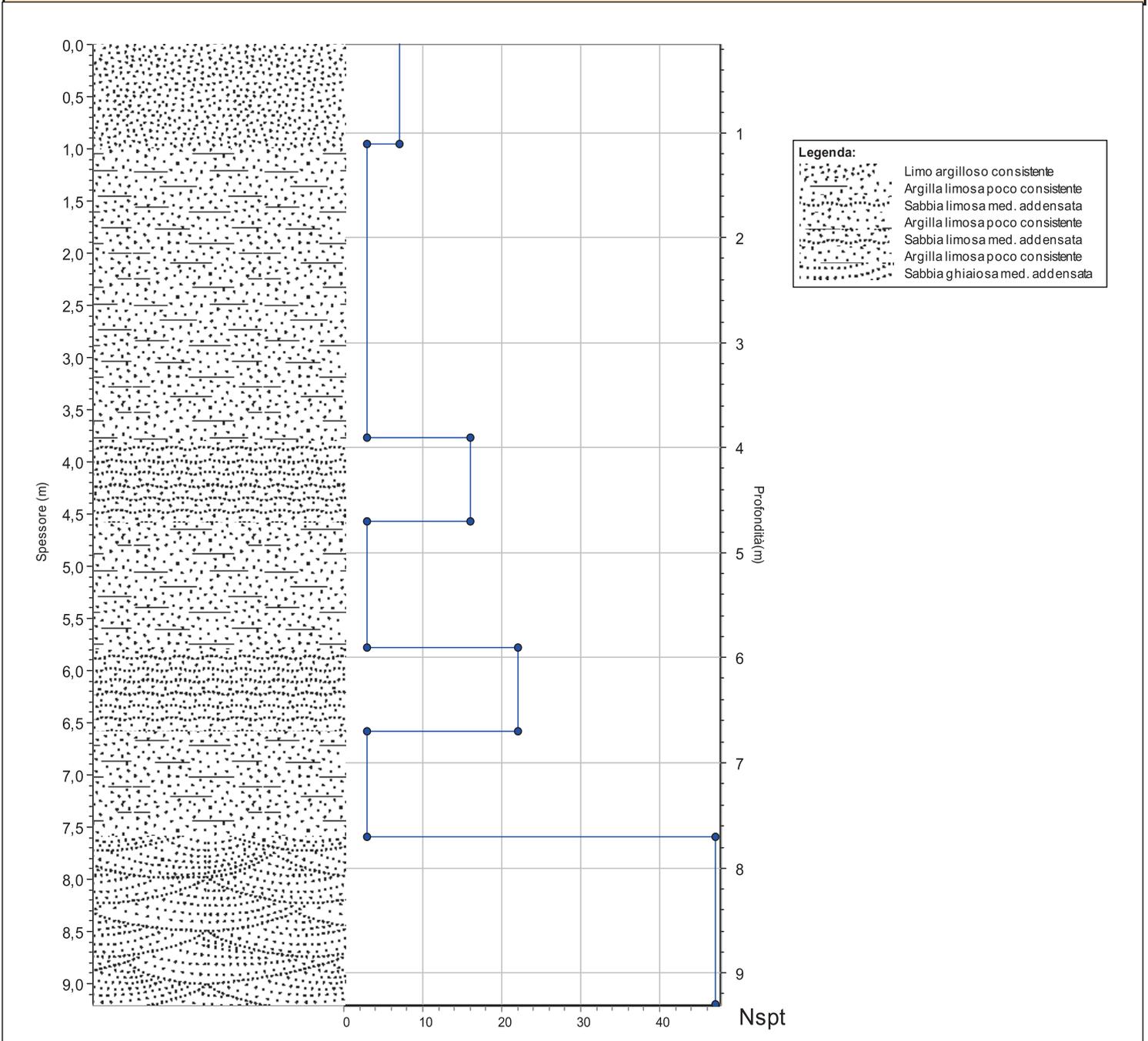


Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico				
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico		
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018
		Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfp	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



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



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

DPSH 2



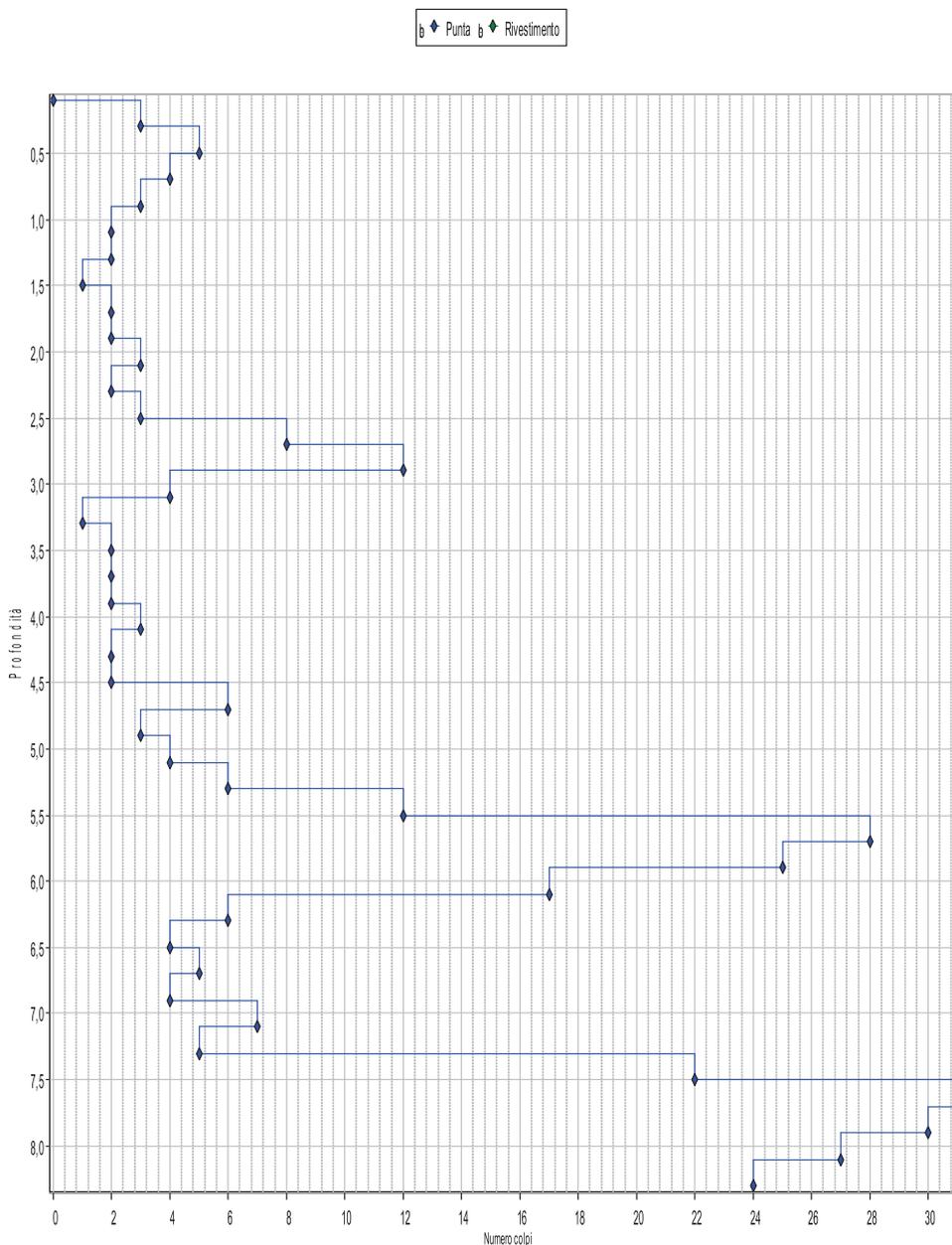
Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico		
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)		Quota s.l.m.(m):
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018
		Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,3	3	
2	0,5	5	
3	0,7	4	
4	0,9	3	
5	1,1	2	
6	1,3	2	
7	1,5	1	
8	1,7	2	
9	1,9	2	
10	2,1	3	
11	2,3	2	
12	2,5	3	
13	2,7	8	
14	2,9	12	
15	3,1	4	
16	3,3	1	
17	3,5	2	
18	3,7	2	
19	3,9	2	
20	4,1	3	
21	4,3	2	
22	4,5	2	
23	4,7	6	
24	4,9	3	
25	5,1	4	
26	5,3	6	
27	5,5	12	
28	5,7	28	
29	5,9	25	
30	6,1	17	
31	6,3	6	
32	6,5	4	
33	6,7	5	
34	6,9	4	
35	7,1	7	
36	7,3	5	
37	7,5	22	
38	7,7	31	
39	7,9	30	
40	8,1	27	
41	8,3	24	



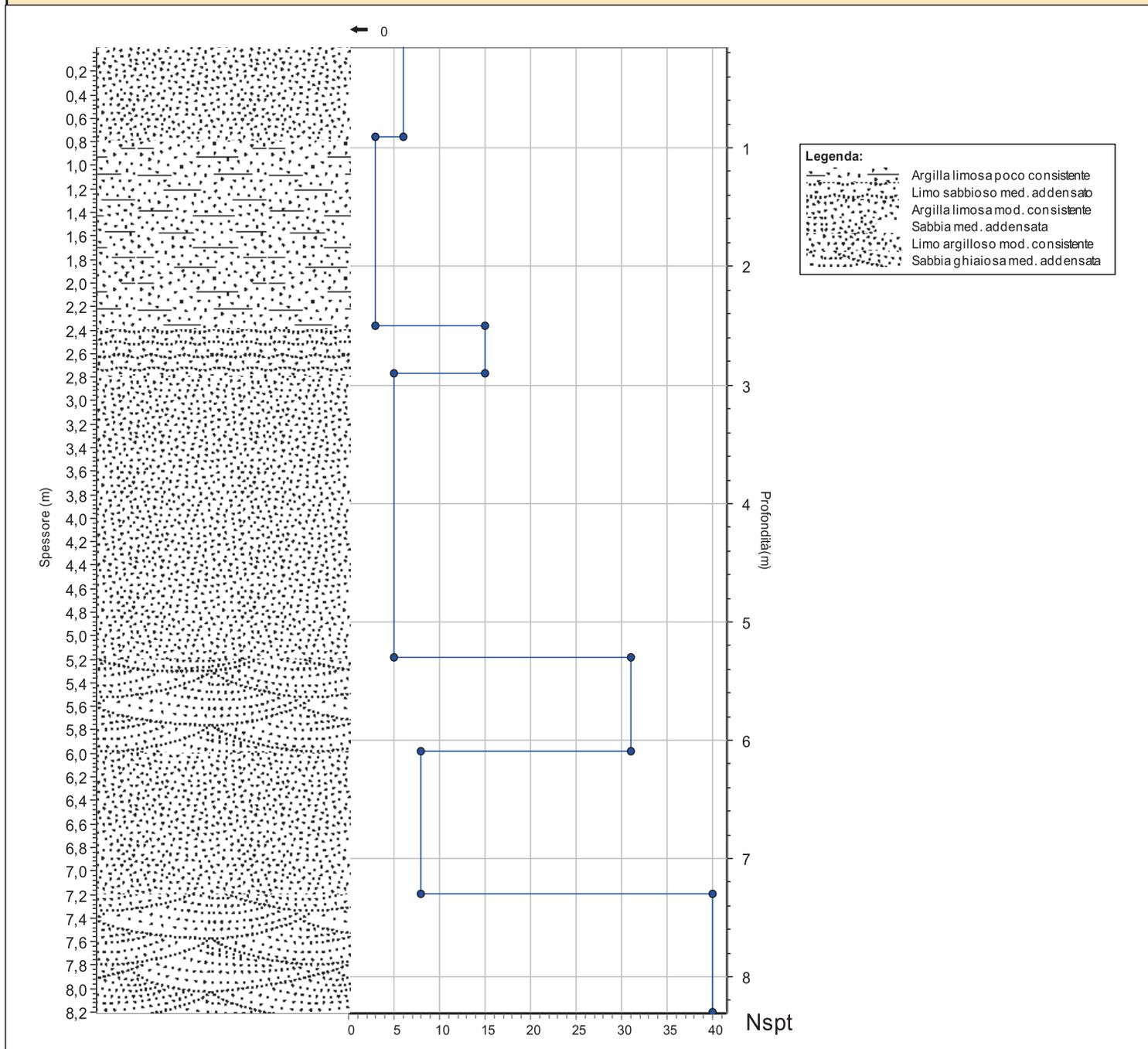


Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico				
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico		
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018
		Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfp	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



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



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

DPSH 3



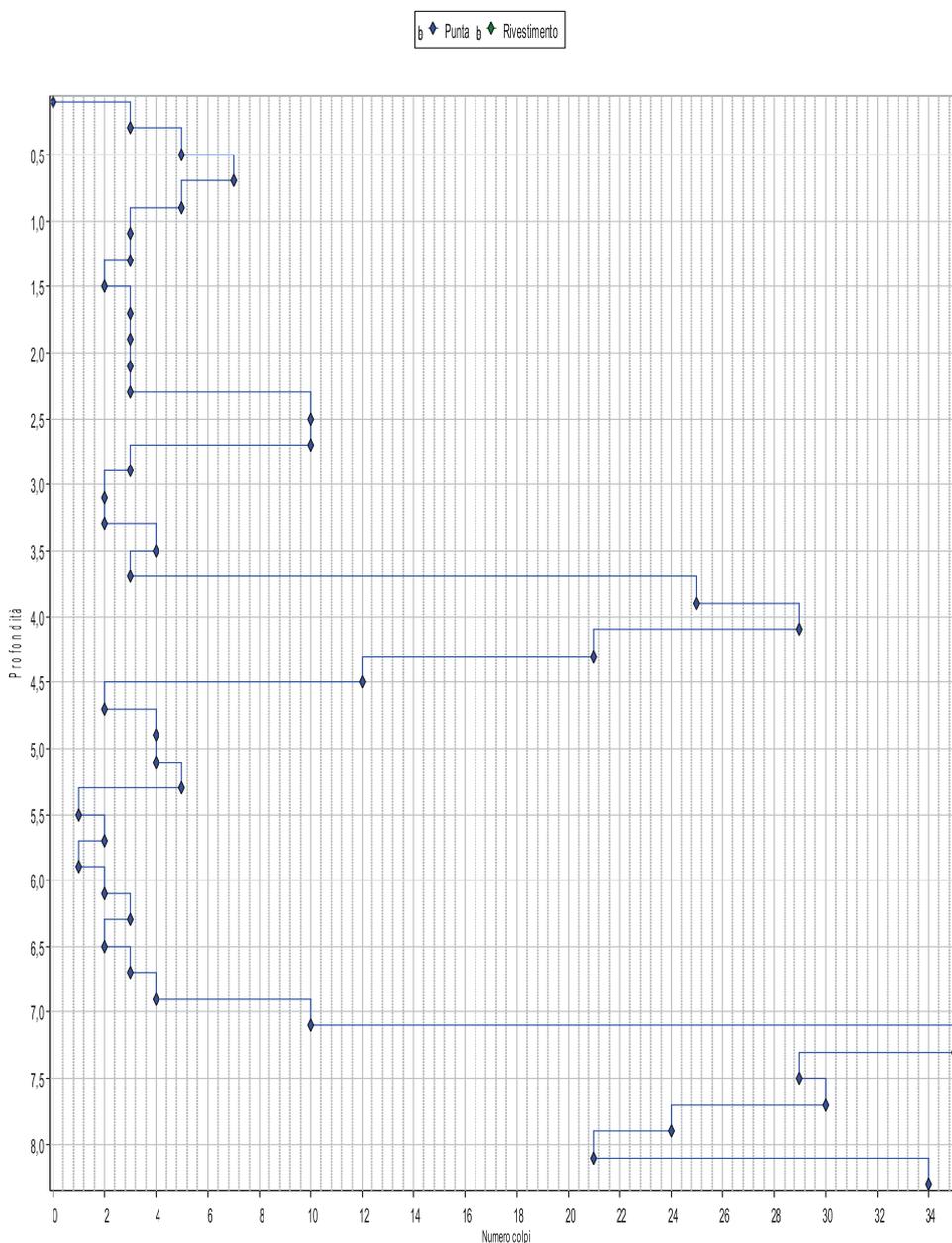
Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico		
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018
		Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,3	3	
2	0,5	5	
3	0,7	7	
4	0,9	5	
5	1,1	3	
6	1,3	3	
7	1,5	2	
8	1,7	3	
9	1,9	3	
10	2,1	3	
11	2,3	3	
12	2,5	10	
13	2,7	10	
14	2,9	3	
15	3,1	2	
16	3,3	2	
17	3,5	4	
18	3,7	3	
19	3,9	25	
20	4,1	29	
21	4,3	21	
22	4,5	12	
23	4,7	2	
24	4,9	4	
25	5,1	4	
26	5,3	5	
27	5,5	1	
28	5,7	2	
29	5,9	1	
30	6,1	2	
31	6,3	3	
32	6,5	2	
33	6,7	3	
34	6,9	4	
35	7,1	10	
36	7,3	35	
37	7,5	29	
38	7,7	30	
39	7,9	24	
40	8,1	21	
41	8,3	34	



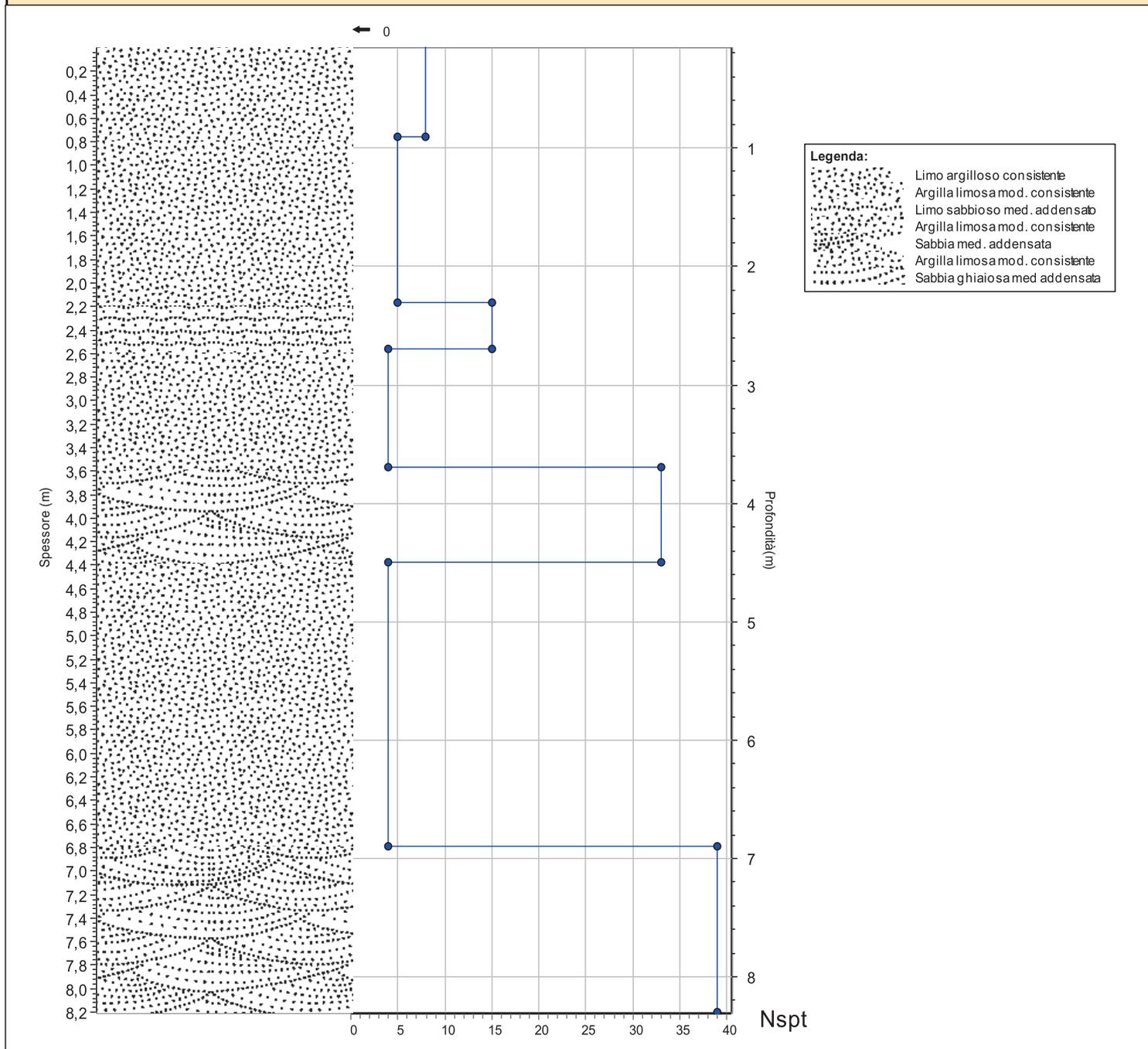


Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	F.Ili Di Domenico				
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018	Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	F.Ili Di Domenico		
Località:	Via Deruta - Trevi (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	18 ottobre 2018	Data fine cantiere:	18 ottobre 2018
		Sigla:	DPSH 3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qp	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfp	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

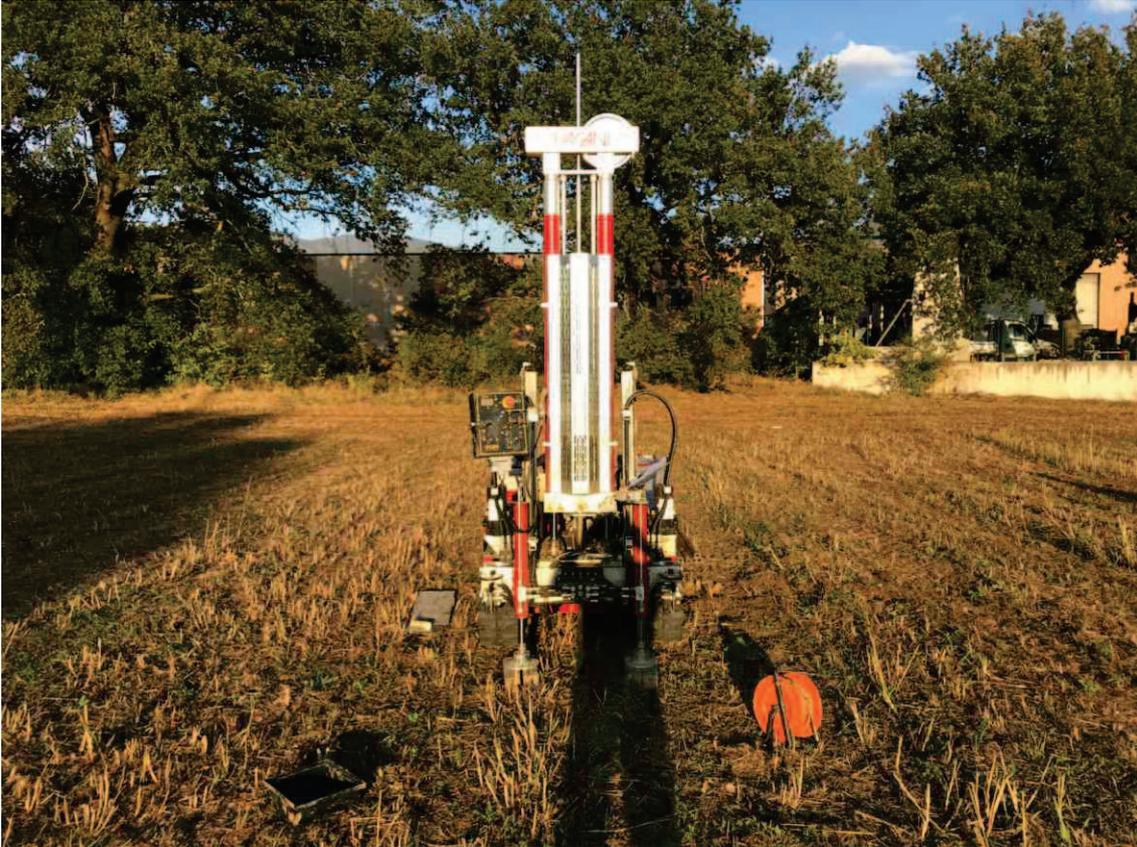


FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPHS 3.



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

ALLEGATO C

VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

ALLEGATO D

CERTIFICATI RAPPORTI DI PROVA LABORATORIO

SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

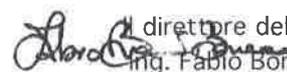


N° D'ORDINE: 103/18
COMMITTENTE: Soc. Di Domenico srl
CANTIERE: Realizzazione nuovo capannone
LOCALITA': Z.I. Matigge di Trevi (PG)
SONDAGGIO: 1
CAMPIONE: 1
PROFONDITA': 2,0-2,5
DATA INIZIO: 26/11/18
DATA FINE: 28/11/18

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
PESO DI VOLUME APPARENTE	γ		kN/m ³
PESO DI VOLUME SECCO	γ_d		kN/m ³
PESO DI VOLUME IMMERSO	γ_{sat}		
PESO DI VOLUME SATURO	γ_i		kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s		kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e		
POROSITA'	n		%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr		%
UMIDITA' NATURALE	w	14,80	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL		%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP		%
INDICE DI PLASTICITA'	IP		%
LIMITE DI RITIRO	LR		%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic		
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q3	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	-	°
COESIONE DRENATA	c'	-	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE NON DRENATA	Cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
(% trattenuta al setaccio n°200)	70,69	21,02	8,29
PARTE FINA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(% passante al setaccio n°200)			
GRANULOMETRIA CUMULATIVA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006			
INDICE DI GRUPPO			

DESCRIZIONE: Ghiaia in matrice sabbiosa marrone

Lo Sperimentatore
 Dott. Geol. David Severini


Il direttore del Laboratorio
 Ing. Fabio Bonazzi Bonaca


LOCALITA': Z.I. MATIGGE DI TREVÌ

COMMITTENTE: SOC. DI DOMENICO srl

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 2,0 - 2,5 m



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA



N. d'Ordine : 103/18

N. Certificato : 937/18

Indagine : Realizzazione nuovo capannone

Committente : Soc. Di Domenico srl

Località : Z.I. Matigge di Trevi (PG)

Sondaggio n° : 1

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 2,0-2,5

Ricevimento campione: 23/11/18

Data apertura campione: 26/11/18

Data esecuzione prova: 23/11/18

Descrizione del campione : Ghiaia in matrice sabbiosa marrone

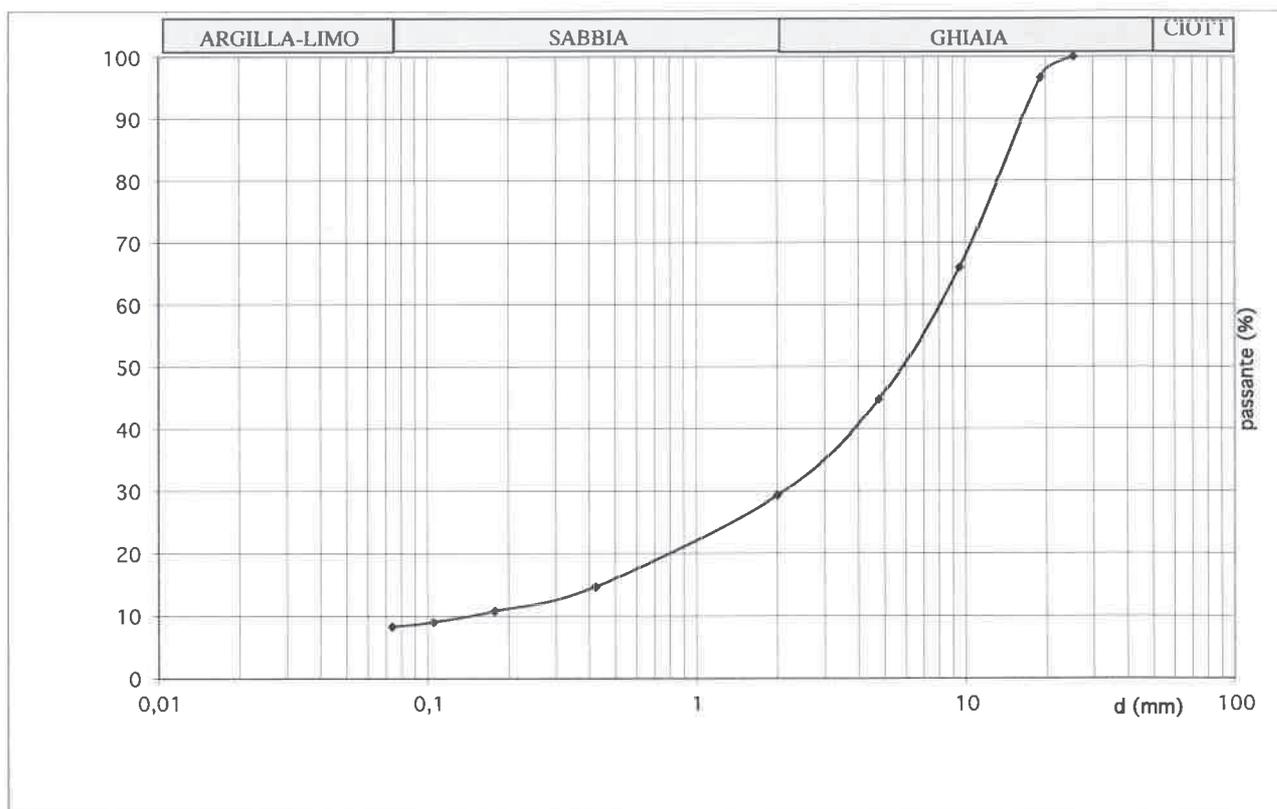
Tipo di prova: per via umida

Umidità (%) : 14,8

Peso totale del campione (g) : 1114

Peso secco (g) : 970

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
1	25,4	0	0,00	100,00
3/4	19,05	32	3,30	96,70
3/8	9,53	330	34,01	65,99
N4	4,76	536	55,23	44,77
N10	2,00	686	70,69	29,31
N40	0,42	828	85,32	14,68
N80	0,177	866	89,24	10,76
N140	0,105	883	90,99	9,01
N200	0,074	890	91,71	8,29



Lo sperimentatore

Dot. Geol. David Severini

David Severini

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

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Fabio Bonazzi Bonaca

Pagina 1/1

SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE



N° D'ORDINE: 103/18
COMMITTENTE: Soc. Di Domenico srl
CANTIERE: Realizzazione nuovo capannone
LOCALITA': Z.I. Matigge di Trevi (PG)
SONDAGGIO: 2
CAMPIONE: 1
PROFONDITA': 2,0-2,4
DATA INIZIO: 24/11/18
DATA FINE: 30/11/18

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
PESO DI VOLUME APPARENTE	γ	19,45	kN/m ³
PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	15,61	kN/m ³
PESO DI VOLUME IMMERSO	γ_{sat}		
PESO DI VOLUME SATURO	γ_i		kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s		kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e		
POROSITA'	n		%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr		%
UMIDITA' NATURALE	w	24,60	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL		%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP		%
INDICE DI PLASTICITA'	IP		%
LIMITE DI RITIRO	LR		%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic		
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q5	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	26	°
COESIONE DRENATA	c'	19,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE NON DRENATA	Cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA (% trattenuta al setaccio n°200)	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
PARTE FINA (% passante al setaccio n°200)	SABBIA	LIMO	ARGILLA
GRANULOMETRIA CUMULATIVA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006			
INDICE DI GRUPPO			

DESCRIZIONE: Limi debolmente argilloso marrone rossiccio con ghiaia minuta e frustoli organici

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini
David Severini

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

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca
Fabio Bonazzi Bonaca

LOCALITA': Z.I. MATIGGE DI TREVÌ
COMMITTENTE: SOC. DI DOMENICO srl

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 2,0 - 2,4 m





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

N° D'Ordine: 103/18 N° Certificato: 938/18

Indagine: Realizzazione nuovo capannone

Committente: Soc. Di Domenico srl

Località: Z.I. Matigge di Trevi (PG)

Sondaggio: 2 Campione: 1

Profondità: 2,0-2,4 Data ricevimento: 23/11/18

Data apertura campione: 24/11/18 Data esecuzione: 24/11/18

Descrizione del campione: Limi debolmente argilloso marrone rossiccio con ghiaia minuta e frustoli organici

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Tara Contenitore	75,11 g
Massa umida del terreno + Tara	280,02 g
Massa secca del terreno + Tara	253,61 g
Massa Netta Secca del terreno	178,50 g
Massa del contenuto in Acqua nel terreno	26,41 g
MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA	14,80 %

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Volume Fustella	40,00 cm ³
Tara Fustella	8,56 g
Massa del Terreno e della Fustella	86,36 g
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME	19,45 kN/m ³

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

	PROVA 1	PROVA 2	
Volume del Picnometro			(cm ³)
Tara Picnometro			(g)
Massa secca del terreno + Tara			(g)
Temperatura di prova			(°)
Peso di volume Acqua T° (γ_w)			(kN/m ³)
Massa Netta Secca del terreno (p)			(g)
Massa acqua e picnometro (p1)			(g)
Massa acqua picnometro e terreno (p2)			(g)
Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γ_s)			(kN/m ³)
Valore medio (γ_s)			(kN/m ³)

Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini
David Severini

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

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Fabio Bonazzi Bonaca

Pagina 1/1

PROVA DI TAGLIO DIRETTO



N. d'Ordine : 103/18

N. Certificato : 939/18

Indagine : Realizzazione nuovo capannone

Committente : Soc. Di Domenico srl

Località : Z.I. Matigge di Trevi (PG)

Sondaggio n° : 2

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 2,0-2,4

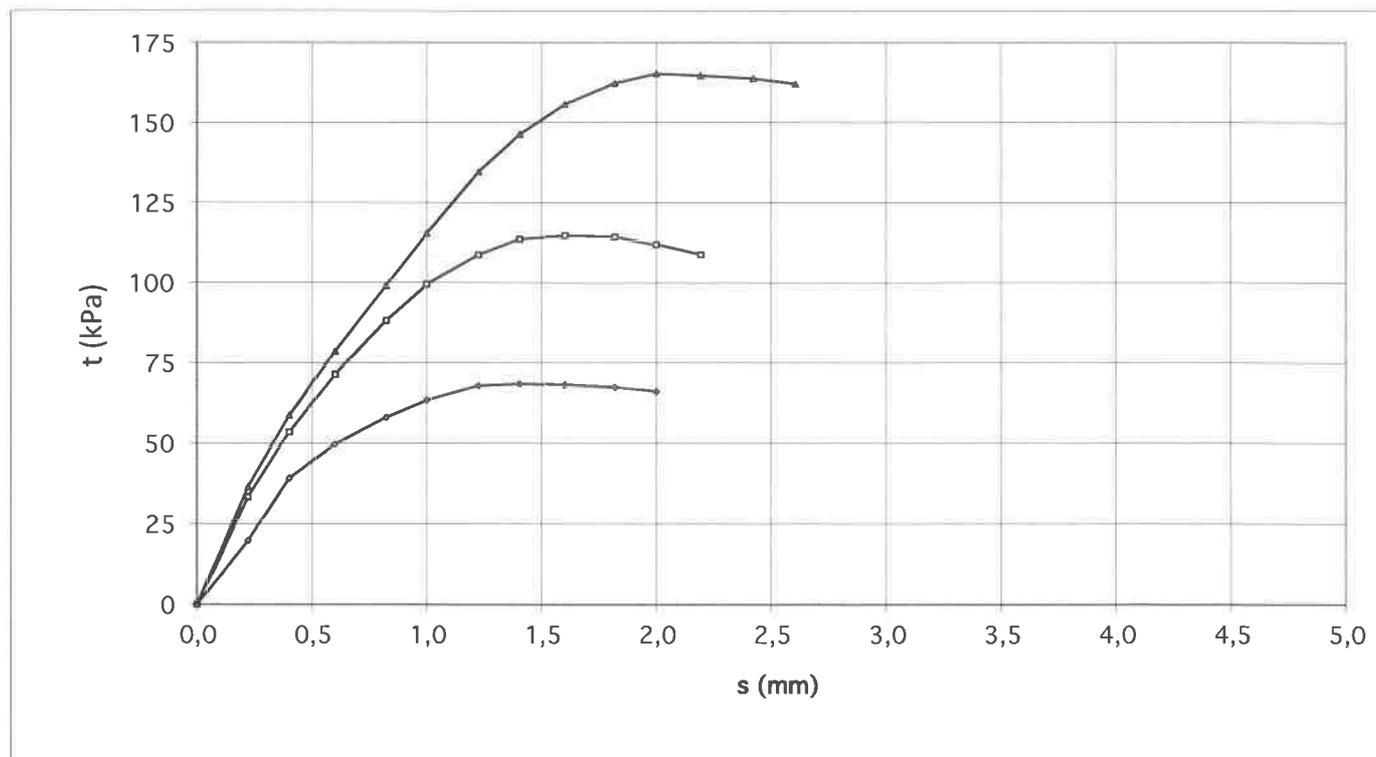
Data ricevimento campione: 23/11/18

Data apertura campione: 24/11/18

Data esecuzione prova: 24/11/18

Descrizione del campione : Limi debolmente argilloso marrone rossiccio con ghiaia minuta e frustoli organici

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	19,44	19,43	19,45
Contenuto naturale d'acqua (%)	24,60	24,60	24,60
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,001		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	CD		



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini
David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Fabrizio Bonazzi Bonaca

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

pagina 1/2

PROVA DI TAGLIO DIRETTO



N. d'Ordine : 103/18

N. Certificato : 939/18

Indagine : Realizzazione nuovo capannone

Committente : Soc. Di Domenico srl

Località : Z.I. Matigge di Trevi (PG)

Sondaggio n° : 2

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 2,0-2,4

Data ricevimento campione: 23/11/18

Data apertura campione: 24/11/18

Data esecuzione prova: 24/11/18

Descrizione del campione : Limi debolmente argilloso marrone rossiccio con ghiaia minuta e frustoli organici

VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

Spostamento s (mm)	Provino 1 τ (kPa)	Provino 2 τ (kPa)	Provino 3 τ (kPa)
0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	19,8	33,4	36,5
0,4	39,1	53,5	58,7
0,6	49,7	71,4	78,6
0,8	58,1	88,2	99,1
1,0	63,4	99,5	115,4
1,2	67,9	108,7	134,6
1,4	68,5	113,6	146,4
1,6	68,2	114,7	155,7
1,8	67,4	114,3	162,3
2,0	66,1	111,9	165,3
2,2		108,7	164,7
2,4			163,8
2,6			162,1
2,8			
3,0			
3,2			
3,4			
3,6			
3,8			
4,0			
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

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

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

pagina 2/2