

Percorsi ciclopedonali passerella ciclopedonale sul " collettore " in loc.tà Ponticelli

Progetto definitivo esecutivo

Gruppo di progettazione

Mandatario / Progettista architettonico : Arch. Alessandro Nucci
Piazza G Rossa n° 2
50050 - Cerreto Guidi

Progetto strutturale : Ing. Elena Sininberghi
Ing. Carmine Parrillo

Verifiche idrauliche : Ing. Simone Galardini

Rilievi di dettaglio : Ing. Andrea Spagnolo

Prog. sicurezza in
fase progettazione : Ing. Andrea Spagnolo

Indagini geologiche
e sismiche : Studio associato di
Geologia applicata
di Benedetti e Carmignani
Geol. Andrea Carmignani

Responsabile U. P. : Ing. Maurizio Iannotta
settore 6 - Ufficio LL.PP.
Comune S.Maria a Monte

Es_18_01_DE_RG
Tav. 35

STUDIO ASSOCIATO



GEOLOGIA APPLICATA

di Benedetti & Carmignani

COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

(ai sensi del D.M. 14/01/2008, della Circ. Min. Infr. e Trasp. 02/02/2009 n. 167,
del DPGRT n. 36/R del 9/07/2009 e del PS-RU comunale)

Progetto definitivo ed esecutivo di realizzazione di passerella pedonale sul Collettore

Loc.: Ponticelli – via Francesca Sud

Committente:

Amministrazione Comunale di Santa Maria a Monte

febbraio 2018



Dott. Geol. Andrea CARMIGNANI

Studio Associato di Geologia Applicata di BENEDETTI & CARMIGNANI

Sede legale : via Turati, 15/1 ALTOPASCIO (LU) P. IVA 01664030465

Uffici: via Savorniana, 3 – 51019 PONTE BUGGIANESE (PT)

tel. e fax 0572-635589 cell. 335-5652208 e-mail andreacarmignani@interfree.it

COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

Progetto definitivo ed esecutivo di realizzazione di passerella pedonale sul Collettore

Loc.: **Ponticelli – via Francesca Sud**

Committente: **Amministrazione Comunale**

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

(ai sensi del D.M. 14/01/2008, della Circ. Min. Infr. e Trasp. 02/02/2009 n. 167, del DPGRT n. 36/R del 9/07/2009 e del PS-RU comunale)

1 - PREMESSA

Il presente rapporto, redatto su incarico della Committenza, espone i risultati di un'indagine geologica, geognostica e geofisica eseguita nella parte nord orientale del territorio comunale, all'interno della pianura nei pressi della loc. Ponticelli lungo la via Francesca Sud sul fondovalle dell'Usciana, di supporto alla progettazione definitiva ed esecutiva di una passerella pedonale di attraversamento del Collettore parallelamente al ponte su via Francesca Sud.

Scopo dell'indagine è stato quello di analizzare le caratteristiche morfologiche, idrogeologiche e litologiche della zona al fine di valutare, ai sensi della normativa nazionale e regionale vigente per la realizzazione dei supporti geologici e geotecnici alle realizzazioni edilizie, la fattibilità generale dell'opera in progetto e fornire il supporto geologico alla progettazione della struttura di attraversamento pedonale del canale Collettore.

Quale primo approccio è stata presa visione degli elaborati del PS del luglio 2014 e del R.U. del dicembre 2016, traendone spunto per la definizione dei condizionamenti e delle metodiche con cui condurre lo studio in rapporto alle problematiche emerse da tali strumenti pianificatori.

In ragione della tipologia, dimensione e importanza dell'opera di attraversamento del corso di acqua con la passerella, la tipologia di indagini geognostiche e geofisiche risultanti dalla applicazione delle norme di cui al DPGR n. 36/R del 9/07/2009, risultano riferite alla classe di indagine n. 4 dell'art. 7, classe questa che richiede la effettuazione di sondaggio geognostico e caratterizzazione geotecnica dei terreni da prove di laboratorio, oltre che la tipologia di indagine geofisica in foro down hole.

Sulla scorta di tale considerazione, si sono effettuate perforazioni geognostiche a carotaggio continuo, prelievi ed analisi geotecniche di laboratorio su campioni prelevati a varie profondità nel sottosuolo, prove penetrometriche statiche CPT, ed infine una prova geofisica Down Hole in sondaggio appositamente attrezzato sino alla profondità di 34 m dal p.c..

2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **PS e RU** comunale;
- **D.C.P. n. 317 del 19/12/2002**, Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pistoia
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06, Del.G.R.T. Del.G.R.T. 878 del 08/10/2012 – D.P.G.R.T. 58/R del 22/10/2012** *classificazione sismica del territorio nazionale e regionale*. Il comune di Santa Maria a Monte risulta attualmente inserito fra i Comuni sismici in zona 3.
- **D.M. 14 gennaio 2008 in G.U n. 29 nuove norme tecniche per le costruzioni** ;
- **Circ. Min. Infr. e Trasp. 02/02/2009 n. 167** circolare esplicativa delle nuove Norme Tecniche
- **DPGR n. 36/R del 9/07/2009** (*Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza delle opere e delle costruzioni nelle zone soggette a rischio sismico - Pubblicato sul BURT n. 25 del 17/07/2009*).

3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E DEL RISCHIO IDRAULICO

L'area oggetto di indagine si colloca nella parte NE del territorio comunale nell'ambito del fondovalle dell'Usciana, caratterizzato dai corsi di acqua arginati ed artificiali del Fosso Usciana a ridosso delle propaggini collinari ad Ovest, del Collettore posto in asse al fondovalle e del limitrofo Antifosso posto ad oriente. La valle risulta infine connessa ad Est con il fondovalle del Fiume Arno che proviene dalla zona di Santa Croce – Castelfranco di Sotto (vedi allegata **Corografia Generale** in scala 1:25.000).

Nel dettaglio, il sito di intervento è posto in ambito di terreni pianeggianti caratterizzati da quote di 14.3 – 14.9 m s.l.m., mentre la strada Francesca Sud, cui si collega la passerella, è caratterizzata da quota di ca. 16.0 m s.l.m.

Il territorio è caratterizzato dai citati alvei arginati dei corsi di acqua: nel caso del Collettore che verrà sovrappassato dalla passerella, la quota di fondo alveo è di ca. 5 m più in basso rispetto alla quota dei terreni di argine limitrofi su cui sono stati effettuati i sondaggi e le prove C.P.T., come rappresentato dalla **CARTA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE** in scala 1:500.

La geomorfologia della zona, confermata dalla **Carta Geomorfologica** del PS comunale, è priva in sé di particolare rilievo non essendo presenti fenomeni di dissesto e/ o fenomeni significativi di erosione del suolo. La zona è infatti classificabile, dal punto di vista morfologico, come pianura alluvionale di bonifica per colmata con pendenza media di prima classe ($p = 0\% - 2\%$).

Sotto il profilo evolutivo, la genesi Messiniano – Pleistocenica del territorio, ha portato nella sua fase finale a delinarsi una ampia valle fluviale caratterizzata dal F. Arno ad oriente ed una zona di fondo padule con collettore di bonifica costituito dal Canale Usciana e dai Collettori-Antifosso di attuale intervento, ad Ovest sino al limitare orientale del rilievo di Santa Maria a Monte e dei Monti Pisani s.l.

Facendo riferimento alla **Carta Geologica** del PS comunale, le formazioni geologiche che affiorano nell'ambito della parte di collina ad Ovest sono le litologie fluviali e lacustri villafranchiane del bacino di Lucca – Montecarlo – Vinci (*argille e sabbie di Marginone –Mastromarco*) mentre la pianura è caratterizzata da *Depositi alluvionali attuali e recenti e di bonifica per colmata*: si tratta di sedimenti a prevalenza limosa e sabbiosa, alternati ad orizzonti argilloso – limosi, il tutto secondo i tracciati dei paleoalvei fluviali e palustri di fine evoluzione morfologica, oltre che per operazioni di bonifica per colmata delle aree residuali di palude.

Nello specifico del sito di intervento, sono presenti Depositi alluvionali recenti Olocenici prevalentemente argilloso – limosi, confermati dalla attribuzione da parte della **Carta Litotecnica** del PS della Unità litologica tecnica di tipologia “b+aa”.

In linea con tali caratterizzazioni sono anche le informazioni che si possono trarre dalle **Carte di MOPS** del PS comunale, che indicano per il sito di intervento la ZONA 6: costituita da una successione che vede la esistenza di limi argillosi e argille limose per alcune decine di metri, seguite da ghiaie e ciottolami prima delle argille di base.

Le **sezioni geolitologiche** di affinamento ricostruttivo del sottosuolo redatte in sede di RU, evidenziano per l'area di Ponticelli, una condizione stratigrafica in cui prevalgono i terreni misti limoso argillosi e sabbiosi per i primi 40-45 m, seguiti da un orizzonte produttivo di 8-10 m di ghiaie ed infine argille limose sino alla profondità di 90-100 m, alla quale viene rilevata la esistenza del tetto dei depositi marino-costieri Pliocenici del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi.

La **carta delle MOPS** del RU, mantenendo nelle linee generali la suddetta successione stratigrafica, differenzia nella zona del Collettore – Antifosso una duplice caratterizzazione del terreno, di tipo “zona 4” e quindi *stabile suscettibile di amplificazione locale* nel caso dei terreni di pianura ad oriente dei canali suddetti, mentre la zona ad Ovest di essi e la loro stessa struttura, sono identificati quali *zone suscettibili di instabilità per amplificazione stratigrafica*.

In ogni caso non viene identificata per la zona la condizione di instabilità per potenzialità alla liquefazione (LI) o per cedimenti differenziali (CD).

Relativamente all'assetto idrogeologico, la **Carta idrogeologica** del PS comunale ricostruirebbe la falda di fondovalle alluvionale alla quota di 14 m s.l.m., ravvenata da Ovest e dai rilievi contigui alla pianura. La diretta correlazione tra le acque della falda superficie e quelle in scorrimento nei canali esistenti, induce a considerare che la soggiacenza della falda sia da identificarsi nella quota di scorrimento delle acque nei canali e quindi con escursione da ca. 1 m dal p.c. in periodo di piena invernale a ca. 4-5 m in stagione secca di magra.

La **Carta delle aree con problematiche idrogeologiche** del PS attribuisce alla zona una classe di vulnerabilità media 3B per la pianura ed di vulnerabilità elevata 4A e 4B per le strutture arginali.

4. PERICOLOSITA' TERRITORIALE – FATTIBILITA'

4.1. Piano Strutturale – Regolamento Urbanistico

L'insieme della carte di riferimento rileva per il territorio le seguenti condizioni:

- pericolosità geologica elevata G.3 - PS 2014 (26/R)
- pericolosità sismica locale elevata S.3 - PS 2014 (26/R)
- pericolosità idraulica elevata I.3 – PS 2014 (26/R)
- pericolosità sismica locale elevata S.3 - RU 2016 (53/R)
- pericolosità idraulica elevata I.3 – RU 2016 (53/R)

4.2. Piani e norme sovraordinate

- Carta della pericolosità per frana – P.A.I. Autorità di bacino del F. Arno: non classificata
- Carta della pericolosità da alluvionamento - P.G.R.A. Distretto Idrografico Appennino Settentrionale: classe media P.2
- L.R.T. 21/2012: non sussistono le condizioni di pericolosità idraulica “molto elevata” per i terreni di intervento e la realizzazione dell'opera di attraversamento del corso di acqua è compatibile con le prescrizioni della norma regionale

Quanto eseguito in questa sede in ordine alle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche specifiche per l'area di intervento, costituisce l'espletamento del condizionamento insito nel grado di pericolosità geologica e sismica attribuito al sito dell'intervento di realizzazione dell'attraversamento del corso di acqua del Collettore da parte della passerella pedonale in esame

5 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICO-GEOTECNICA DEL TERRENO DI INTERVENTO (D.M. 14/01/2008)

5.1 - Indagini geognostiche

Così come evidenziato nella **Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche** in scala 1:500 in Appendice, la caratterizzazione dell'area di intervento è costituita da n. 2 prove penetrometriche statiche CPT e da n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con analisi geotecniche di laboratorio spinti sino alla profondità di 34 - 38 m dal p.c., oltre la quale la perforazione si è protratta a distruzione di nucleo per accertare, sino alla profondità di ca. 42 m, la continuità in profondità della ultima litologia caratterizzata.

Le prove penetrometriche sono state realizzate sino alla profondità di 24,5 – 27,5 m dal p.c..

In Appendice si allegano i risultati delle prove eseguite, mentre la ricostruzione dell'assetto del sottosuolo, con riferimento alla caratterizzazione geotecnica dei terreni più profondi, ha tenuto conto anche dei risultati di precedenti indagini eseguite poco distanti più a settentrione in contesto stratigrafico analogo, correlabili a quanto effettuato in questa sede di campagna geognostica.

L'insieme delle informazioni stratigrafiche, sono compendiate nella **Sezione stratigrafico - geotecnica del sottosuolo di intervento** redatta in scala 1:100.

Relativamente alle prove penetrometriche C.P.T., queste sono state eseguite utilizzando un penetrometro abilitato ad eseguire sia prove statiche che dinamiche, modello TG 63-200 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT.

Le caratteristiche del mezzo consentono 20 t. di spinta, l'utilizzazione di punta conica meccanica tipo *Begemann*, cella di carico di sommità *Hottinger* classe 0.2 e centralina elettronica di rilevamento dei dati. La prova consiste nella misurazione, per successivi tratti di infissione di 20 cm, delle seguenti grandezze:

- Resistenza alla punta **Qc**
- Resistenza laterale **fs**

tutto artificiale come le arginature e le massicciate; il loro spessore \approx dell'ordine di 4 m su entrambe le sponde del Collettore indagato e, trattandosi di materiali che sono almeno stagionalmente al di sopra dello stato di saturazione dell'acqua di sottosuolo, il loro stato di consistenza risulta incrementato dal basso tasso di umidità con valori di $Q_c = 10-20$ kg/cmq.

- **B: limo argilloso di media compattezza marrone con livelli limosi di mediocre consistenza:** presente sino alla profondità di ca. 7.5 m dal piano inizio prove, \approx costituito da sedimenti coesivi fini argilloso-limosi a tratti sabbiosi di colore marrone che lo differenzia per la restante parte di successione stratigrafica caratterizzata dal colore di ambiente sedimentario riducente grigio, con valori di resistenza alla penetrazione della punta prevalenti di $Q_c = 7 - 10$ Kg/cmq e intercalazioni π_i addensate con $Q_c = 12-15$ kg/cmq.
- **C: limo argilloso a tratti debolmente sabbioso, grigio, plastico, poco consistente, con sottili intercalazioni sabbioso-limose di medio addensamento:** presente sono alla profondità di 16 m dal p.c. rappresenta un "pacchetto" stratigrafico al cui interno si nota una alternanza di livelli π_i coesivi limoso argillosi di scarsa consistenza con valori prevalenti di $Q_c = 6- 8$ Kg/cmq e sottili e minoritari livelli di tipo π_i granulare sabbioso-limosi in cui si hanno valori di resistenza penetrometrica π_i elevati dell'ordine di $Q_c = 12- 20$ Kg/cmq;
- **D: alternanza di argille limose poco consistenti grigie, con livelli di sabbie argillose di medio-elevato addensamento:** costituisce un orizzonte tra 16 e 20 m dal p.c. dove si ha una paritetica alternanza tra livelli francamente argillosi e livelli di sabbie limose, di colore grigio, ed in cui lo stato di consistenza si alterna tra $Q_c = 8 - 10$ Kg/cmq per i primi a $Q_c = 25 - 50$ Kg/cmq per i secondi
- **E: sabbie limose grigie di mediocre consistenza:** si tratta di un livello posto tra 20 e 23 m dal p.c., caratterizzato da sedimenti granulari sabbioso-limosi con mediocre stato di addensamento con valori di $Q_c = 7 - 10$ kg/cmq
- **F: argilla limosa grigio chiaro di media consistenza con concrezioni calcaree:** presente tra 23 e 33 m dal p.c., \approx stata caratterizzata dalle prove CPT per i primi suoi metri e dalle perforazioni che ne hanno verificato la sua base: si tratta di un orizzonte coesivo argilloso prevalente, di colore grigio, analogo al livello C ma con minore presenza di sabbia associata e maggiore stato di consistenza che risulta di $Q_c = 15 - 20$ kg/cmq
- **G: sabbia limoso-argillosa grigio chiaro di medio addensamento:** si tratta di un livello tra 33 e 37 m dal p.c., identificato dai soli sondaggi, dove si rilevano la presenza di frazioni sabbiose e limose prevalenti grigie e stato di addensamento medio;
- **H: argilla grigia compatta:** messa in luce dai sondaggi a partire dalla profondità di 37 m dal p.c. e di cui \approx stato accertato il proseguimento in profondità sino alla quota di - 42 m raggiunta dalle

per ciascuno di essi della risposta a compressione del terreno, desumendolo dai risultati della interpretazione delle prove CPT.

In particolare, richiamando la sezione di correlazione tra le indagini che costituisce la **Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica del sottosuolo dell'intervento** riportata in Appendice, si ha la seguente parametrizzazione, che costituisce il modello geotecnico del sottosuolo:

MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO					
PROFONDITA' MEDIA		PESO DI VOLUME	RESISTENZA A TAGLIO NON DRENATA <i>parametri di resistenza da utilizzarsi in alternativa tra loro</i>	RESISTENZA A TAGLIO DRENATA	MODULO DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA
0.0 - 4.0 m dal p.c.	A		$C_u = 50 - 80$ kPa	$\varphi' = 27-28^\circ$ $C' = 0$ kPa (**)	$E = 40 - 60$ kg/cmq (****)
4.0 - 7.5 m dal p.c.	B	$\gamma = 19.5$ kN/mc	$C_u = 35 - 50$ (55-65) kPa	$\varphi' = 25.6^\circ$ $C' = 10$ kPa (*)	$E = 30 - 40$ (45-50) kg/cmq (****)
7.5 - 16.0 m dal p.c.	C	$\gamma = 17.9$ kN/mc $\gamma = 18.9$ kN/mc	$C_u = 30 - 40$ (55-80) kPa	$\varphi' = 27.3-28.2^\circ$ $C' = 3-6$ kPa (*)	$E = 15 - 35$ (45-60) kg/cmq (****)
16.0 - 20.0 m dal p.c.	D		$C_u = 40 - 50$ (90-150) kPa	$\varphi' = 26$ (20-32) $^\circ$ $C' = 0$ kPa (**)	$E = 35 - 40$ (70-140) kg/cmq (****)
20.0 - 23.0 m dal p.c.	E	$\gamma = 19.6$ kN/mc	$C_u = 35 - 50$ kPa	$\varphi' = 30.7^\circ$ $C' = 17$ kPa (*)	$E = 30 - 40$ kg/cmq (****) $E = 27$ kg/cmq (****)
23.0 - 33.0 m dal p.c.	F	$\gamma = 17.9$ kN/mc $\gamma = 18.0$ kN/mc	$C_u = 65 - 80$ kPa	$\varphi' = 20^\circ$ $C' = 10.0$ kPa (§§)	$E = 50 - 60$ kg/cmq (****) $E = 21 - 40$ kg/cmq (****)
33.0 - 37.0 m dal p.c.	G				
> 37.0 m dal p.c.	H			$\varphi' = 22^\circ$ $C' = 20.0$ kPa (§§)	

() i valori tra parentesi si riferiscono al comportamento dei livelli intercalati e minoritari rispetto all'orizzonte caratterizzato

(*) resistenza a taglio drenata ricavata da prove di laboratorio (**) resistenza a taglio drenata interpretata da prove CPT (§§) resistenza a taglio drenata estrapolata da prove di taglio in cantiere vicino negli stessi livelli (****) compressibilità da prova edometrica (*****) compressibilità da prova C.P.T.

c_u = coesione non drenata relativa alla assunzione di comportamento non drenato del materiale caratterizzato
 φ' = angolo di attrito interno relativo alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato
 c' = coesione drenata relativa alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato
 γ = peso di volume del terreno asciutto
 E = modulo di compressibilità edometrica, inverso del coefficiente di compressibilità m_v

6 - PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

La normativa vigente impone la definizione dei parametri caratteristici del terreno (f_k) dai valori medi (f_m) ricavati dalle indagini geognostiche. Le istruzioni del *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* indicano che nelle valutazioni che il tecnico deve svolgere per pervenire ad una corretta scelta dei valori caratteristici appare giustificato il riferimento a **valori prossimi ai valori medi** quando nello stato limite considerato \square coinvolto un elevato volume di terreno (come nel caso di fondazioni superficiali) con

possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità tale a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Le stesse istruzioni indicano invece di fare riferimento ai **valori minimi** quando siano coinvolti modesti volumi di terreno (fondazioni su pali, verifica a scorrimento di un muro di sostegno) con concentrazione del volume significativo o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dagli strati meno resistenti a quelli più resistenti a causa dell'insufficiente rigidità della struttura.

La identificazione dei parametri caratteristici ha tenuto conto sia delle determinazioni come individuate nella tabella precedente per ciascun livello caratterizzato da prove od analisi, che estrapolando ai livelli non caratterizzati direttamente i più probabili valori di resistenza desumendoli da un processo estrapolativo che ha considerato i livelli contigui di analoghe caratteristiche sedimentologiche.

In sintesi, sono stati definiti i seguenti **parametri caratteristici**, individuati per cautela tra i valori prossimi ai valori medio/minimi:

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI (NTC 2008)					
PROFONDITA' MEDIA		PESO DI VOLUME	RESISTENZA A TAGLIO NON DRENATA <i>parametri di resistenza da utilizzarsi in alternativa tra loro</i>	RESISTENZA A TAGLIO DRENATA	MODULO DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA
0.0 - 4.0 m dal p.c.	A	$\gamma_k = 19.0 \text{ kN/mc}$ (#)	$C_{uk} = 50 \text{ kPa}$	$\varphi'_k = 27^\circ$ $C'_k = 0 \text{ kPa}$	$E_k = 50 \text{ kg/cmq}$
4.0 - 7.5 m dal p.c.	B	$\gamma_k = 19.5 \text{ kN/mc}$	$C_{uk} = 40 \text{ kPa}$	$\varphi'_k = 25^\circ$ $C'_k = 10 \text{ kPa}$	$E_k = 40 \text{ kg/cmq}$
7.5 - 16.0 m dal p.c.	C	$\gamma_k = 18.5 \text{ kN/mc}$	$C_{uk} = 30 \text{ kPa}$	$\varphi'_k = 27.5^\circ$ $C'_k = 5 \text{ kPa}$	$E_k = 25 \text{ kg/cmq}$
16.0 - 20.0 m dal p.c.	D	$\gamma_k = 19.0 \text{ kN/mc}$ (#)	$C_{uk} = 45 \text{ kPa}$	$\varphi'_k = 30^\circ$ $C'_k = 0 \text{ kPa}$	$E_k = 40 \text{ kg/cmq}$
20.0 - 23.0 m dal p.c.	E	$\gamma_k = 19.5 \text{ kN/mc}$	$C_{uk} = 35 \text{ kPa}$	$\varphi'_k = 29^\circ$ $C'_k = 0 \text{ kPa}$	$E_k = 30 \text{ kg/cmq}$
23.0 - 33.0 m dal p.c.	F	$\gamma_k = 18.0 \text{ kN/mc}$	$C_{uk} = 65 \text{ kPa}$	$\varphi'_k = 20^\circ$ $C'_k = 10 \text{ kPa}$	$E_k = 40 \text{ kg/cmq}$
33.0 - 37.0 m dal p.c.	G	$\gamma_k = 19.5 \text{ kN/mc}$ (#)	$C_{uk} = 35 \text{ kPa}$ (#)	$\varphi'_k = 29^\circ$ $C'_k = 0 \text{ kPa}$ (#)	$E_k = 30 \text{ kg/cmq}$ (#)
> 37.0 m dal p.c.	H	$\gamma_k = 18.0 \text{ kN/mc}$ (#)	$C_{uk} = 65 \text{ kPa}$ (#)	$\varphi'_k = 22^\circ$ $C'_k = 20 \text{ kPa}$ (#)	$E_k = 40 \text{ kg/cmq}$ (#)

(#) valori estrapolati per raffronto con i livelli simili caratterizzati da prove ed analisi

Il livello freatico della falda superficiale viene cautelativamente indicato alla profondità di 3 m dal p.c. della sommità arginale delle sponde del Collettore, corrispondente indicativamente alla presenza di un livello di 2 m di acqua sul fondo canale.

ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito).

7.2.1 Vita di riferimento

Il primo aspetto da considerare riguarda la definizione della *vita di riferimento* V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo alla quale è stata destinata.

Sulla base delle indicazioni fornite dal Progettista relativamente alla funzione della struttura da realizzare, è stato fatto riferimento alla tab. 2.4.1 delle NTC che individua, per “OPERE ORDINARIE, PONTI; OPERE STRUTTURALI,...”, la vita nominale $V_N \geq 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso; nel caso di “AFFOLLAMENTI DI NORMALE RILEVANZA, ecc....”, la classe attribuita dalle norme è la **Classe di uso II**, a cui corrisponde un valore di Coefficiente di uso $C_u = 1,0$.

Nel caso specifico, in base a quanto comunicato dal Progettista, si ha pertanto:

$$V_r = V_n * C_u = 50 * 1,0 = \mathbf{50 \text{ anni}}$$

7.2.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

Gli stati limite di esercizio (SLE) sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi (SLU) sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I.:

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{Vg} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{Vg} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalla NTC nei confronti degli stati limite ultimi se sono soddisfatte le verifiche al solo SLV e nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio se sono soddisfatte le verifiche relative al solo SLD.

7.2.3 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

L'accelerazione spettrale orizzontale $S_e(T)$ è data dalla seguente relazione:

$$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_0$$

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

η = fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%

$$\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

S = coefficiente che tiene conto della categoria di suolo di fondazione (S_s) e delle condizioni topografiche (S_T)

$$S = S_s * S_T$$

I coefficienti S_s e S_T derivano dalle tabb 3.2 IV, 3.2.V e 3.2.VI delle NTC:

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_z}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_z}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,13}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_z}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_z}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

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

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

7.2.4 - Azioni sismiche : dati di riferimento di base

In riferimento alla classificazione sismica e collocazione dell'area in esame, di seguito si riportano i parametri caratteristici del sito di intervento ed i parametri sismici per i due stati limite SLV e SLD:

Comune	Castelfranco di Sotto (PI)
Zona sismica (Del. G.R.T. 878/2012)	3 – fascia "C"
a_g (SLV) – D.P.G.R.T. 58/R/2012	0.121 g
Tipo di costruzione	2 (opera ordinaria)
Vita nominale (V_N)	≥ 50 anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso (C_U)	1.0
Periodo di riferimento (V_R)	50 anni
V_{S30}	201-204 m/sec

<i>Categoria di sottosuolo</i>	C
<i>Categoria topografica</i>	TI
<i>Latitudine sito WGS84</i>	43,694344°
<i>Longitudine sito WGS84</i>	10,04503

Stato limite SLV (fondazioni)

<i>Coefficiente di amplificazione topografica (S_T)</i>	1.00
<i>Amplificazione stratigrafica (S_S)</i>	1.50
<i>Fattore S</i>	1.50
<i>Accelerazione massima (a_{max})</i>	1,783 m/sec²
<i>Fattore di amplificazione (F_o)</i>	2,543
<i>Periodo T_c^*</i>	0,283 sec
<i>Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito (β_s)</i>	0,240
<i>Coefficiente sismico orizzontale (k_h)</i>	0,044
<i>Coefficiente sismico verticale (k_v)</i>	0,022

Stato limite SLD (fondazioni)

<i>Coefficiente di amplificazione topografica (S_T)</i>	1.00
<i>Amplificazione stratigrafica (S_S)</i>	1.50
<i>Fattore S</i>	1.50
<i>Accelerazione massima (a_{max})</i>	0,778 m/sec²
<i>Fattore di amplificazione (F_o)</i>	2,555
<i>Periodo T_c^*</i>	0,251 sec
<i>Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito (β_s)</i>	0,200
<i>Coefficiente sismico orizzontale (k_h)</i>	0,016
<i>Coefficiente sismico verticale (k_v)</i>	0,008

8 - VALUTAZIONE DELLA POTENZIALITA' DI LIQUEFAZIONE

Con il termine “liquefazione” si intendono una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, in presenza di sollecitazione sismica che induca azioni cicliche e dinamiche nel sottosuolo in condizioni non drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una riduzione della tensione media efficace presente nel terreno e quindi una riduzione della resistenza a taglio. Questa puo rappresentare solo una condizione temporanea, seguita da un successivo recupero, o puo indurre nel terreno una condizione di collasso generalizzata e definitiva. Perch ci possa accadere occorre che il sedimento sia privo di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio.

Le NTC/2008 al punto 7.11.3. indicano che la sicurezza nei confronti della possibilità che il terreno di intervento sia interessato da processi di “liquefazione”, può essere valutata anche con metodologie di carattere semi-empirico le quali ne permettono la valutazione localmente, a diverse profondità, calcolando il rapporto tra la resistenza ciclica alla liquefazione propria del tipo di terreno e del suo stato di consolidazione $CRR = \tau_f / \sigma'_{v0}$, e la sollecitazione ciclica indotta dall’azione sismica, $CSR = \tau_{media} / \sigma'_{v0}$. La sollecitazione ciclica CSR è correlata alla massima tensione tangenziale indotta dall’azione sismica alla profondità considerata, τ_{max} , che può essere determinata indirettamente, da relazioni empiriche, in funzione dei caratteri del moto sismico atteso al sito.

La resistenza ciclica alla liquefazione CRR può essere definita da correlazioni empiriche basate su risultati di prove e misure in sito; la verifica viene in tal caso effettuata utilizzando degli abachi nei quali vengono raffrontate la sollecitazione ciclica CSR ed una proprietà del terreno, stimata dalle prove in sito (prove penetrometriche statiche o dinamiche o misure in sito della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs); una curva separa stati per i quali nel passato si è osservata la liquefazione da quelli per i quali la liquefazione non è avvenuta.

Il rapporto tra la resistenza e la sollecitazione ciclica costituisce il coefficiente di sicurezza FSL che identifica, nel caso di valore inferiore alla unità, la possibilità che possa avvenire il processo di liquefazione del livello di sottosuolo indagato. La norma indica che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da **sabbie pulite** con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Fig. 7.11.1. (a)

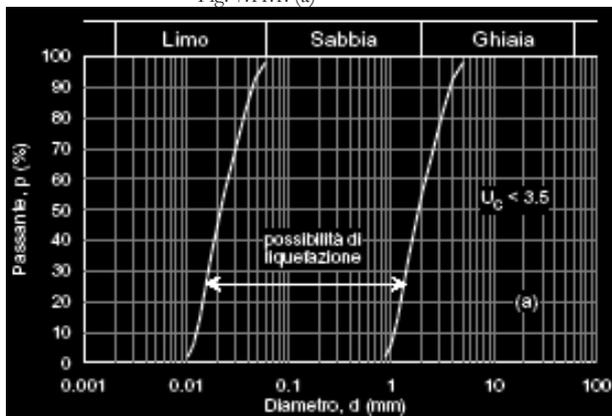
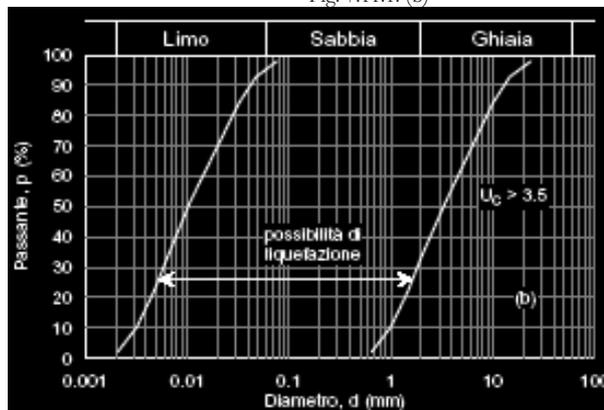


Fig. 7.11.1. (b)



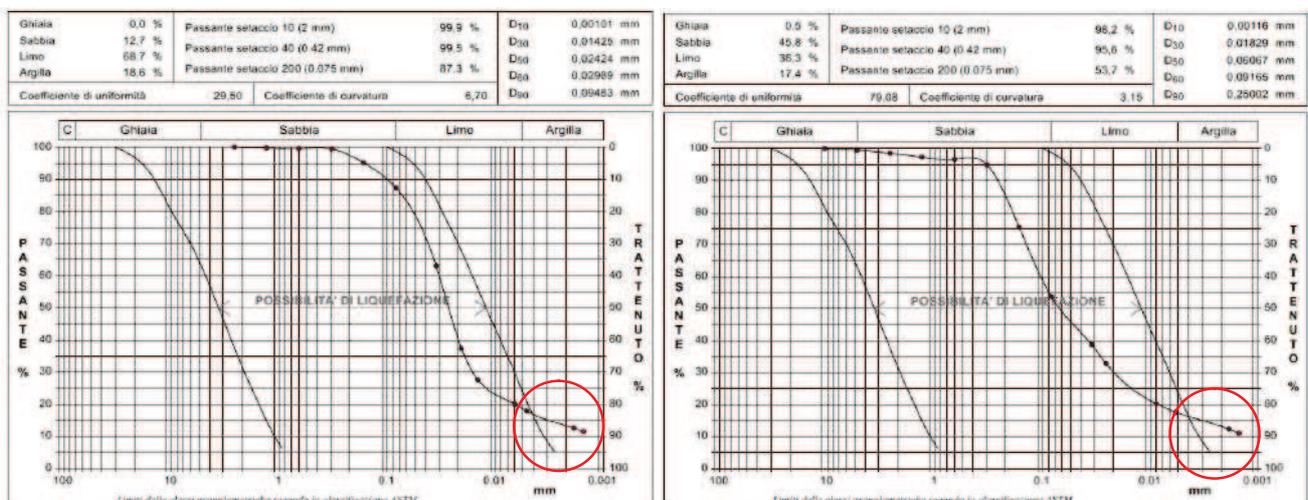
Quando le condizioni 1 e 2 non risultino soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5.

Quando nessuna delle condizioni suddette risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

La verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse.

Nel caso in oggetto, come appare evidente dalle sezioni di ricostruzione stratigrafica da sondaggi che caratterizzano l'intero spessore di sottosuolo in cui può ingenerarsi la problematica di liquefazione delle sabbie monogranulari, siamo in presenza di sedimenti con significativo comportamento coesivo e pertanto di principio non liquefacibili. Pur essendo inoltre presenti intercalazioni contenenti sedimenti sabbiosi, questi sono di gran lunga minoritari e di poca significatività di spessore rispetto all'intero sottosuolo da analizzare, ed inoltre ad essi è sempre associata una frazione fine compatta, presentandosi in ogni caso mediamente consolidati e pertanto anche in questi casi non suscettibili di liquefazione.

In sede di analisi geotecnica di laboratorio, sono stati eseguiti n. 4 accertamenti della granulometria su altrettanti campioni prelevati a diversa profondità nel sottosuolo indagato, il cui fuso granulometrico è stato rappresentato di seguito in confronto con i limiti dettati dalla norma e riferiti ai materiali con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ quale è quello tipico dei materiali analizzati in questa sede.



L'indagine geofisica Down Hole ha identificato una categoria di sottosuolo "C"; per la natura pianeggiante dell'area, la classe topografica "T1".

Lo studio effettuato in questa sede ha permesso la completa caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo di intervento con le strutture della passerella pedonale del Collettore, fornendo i valori di resistenza a taglio e compressibilità del sottosuolo su cui dimensionare le strutture portanti che, alla luce della importanza della struttura edilizia e delle caratteristiche scadenti dei terreni di imposta, non potrà essere che su pali.

Il livello freatico, stagionalmente oscillante in ragione del rapporto con le acque in scorrimento nell'alveo del Canale Collettore, viene assunto alla profondità di 3,0 m dal piano argine delle sponde del corso di acqua, corrispondente in estrema sintesi alla situazione stagionale media che si ha in concomitanza della presenza di uno spessore idrico di 2 m rispetto al fondo alveo del canale.

Dall'insieme dei rilievi e dei dati di base di riferimento si deduce che l'intervento in oggetto risulta compatibile con l'assetto geologico-morfologico, stratigrafico-geotecnico e sismico e con le caratteristiche litotecniche del terreno, nei limiti delle prescrizioni espresse nel presente relazione.

Altopascio, 09/02/2018

Geol. Andrea CARMIGNANI



TAVOLE:

COROGRAFIA GENERALE (scala 1:25.000)

AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA – P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale – D.C.I. 3/3/2016 n. 235

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL P.S. COMUNALE (luglio 2014)

Carta geologica

Carta geomorfologica

Carta litotecnica

Carta idrogeologica

Carta della pericolosità da P.A.I.

Carta della pericolosità geologica

Carta della pericolosità sismica

Carta della pericolosità idraulica

Carta delle problematiche idrogeologiche

Carta delle frequenze

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL R.U. COMUNALE (dicembre 2016)

Carta dei dati di base

Sezioni geolitologiche

Carta delle MOPS e delle frequenze

Carta della pericolosità sismica 53/R

Carta di fattibilità geologica 53/R

UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE (scala 1:500)

SEZIONE STRATIGRAFICO - GEOTECNICA (sez. scala 1:100)

AZIONI SISMICHE: DATI DI RIFERIMENTO DI BASE DI SITO (fondazioni)

ALLEGATI:

-Log stratigrafico – documentazione fotografica di sondaggio a carotaggio continuo (MAPPOGEOGNOSTICA)

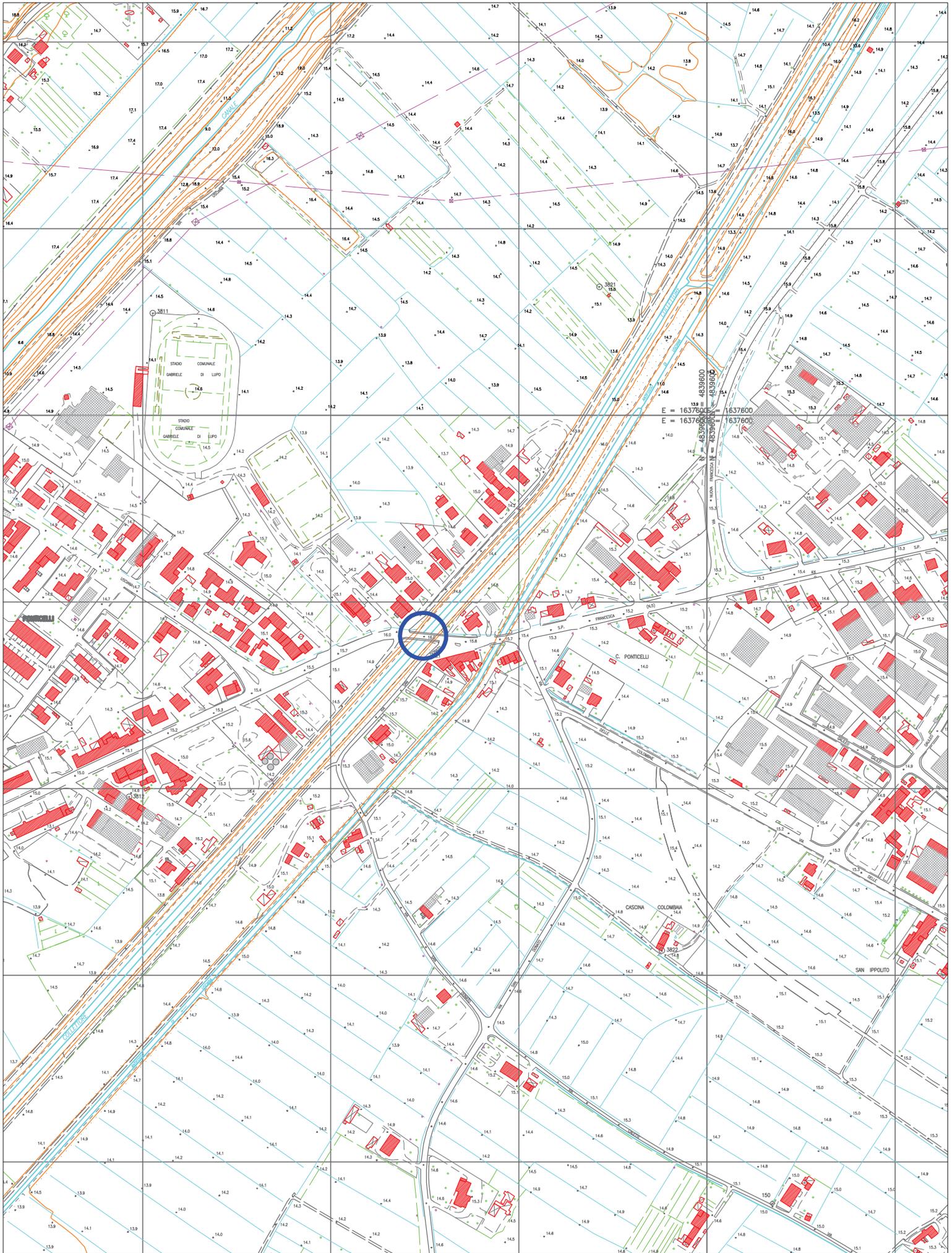
-Analisi geotecniche di laboratorio (LABOTER)

-Tabulati e grafici prove penetrometriche statiche CPT

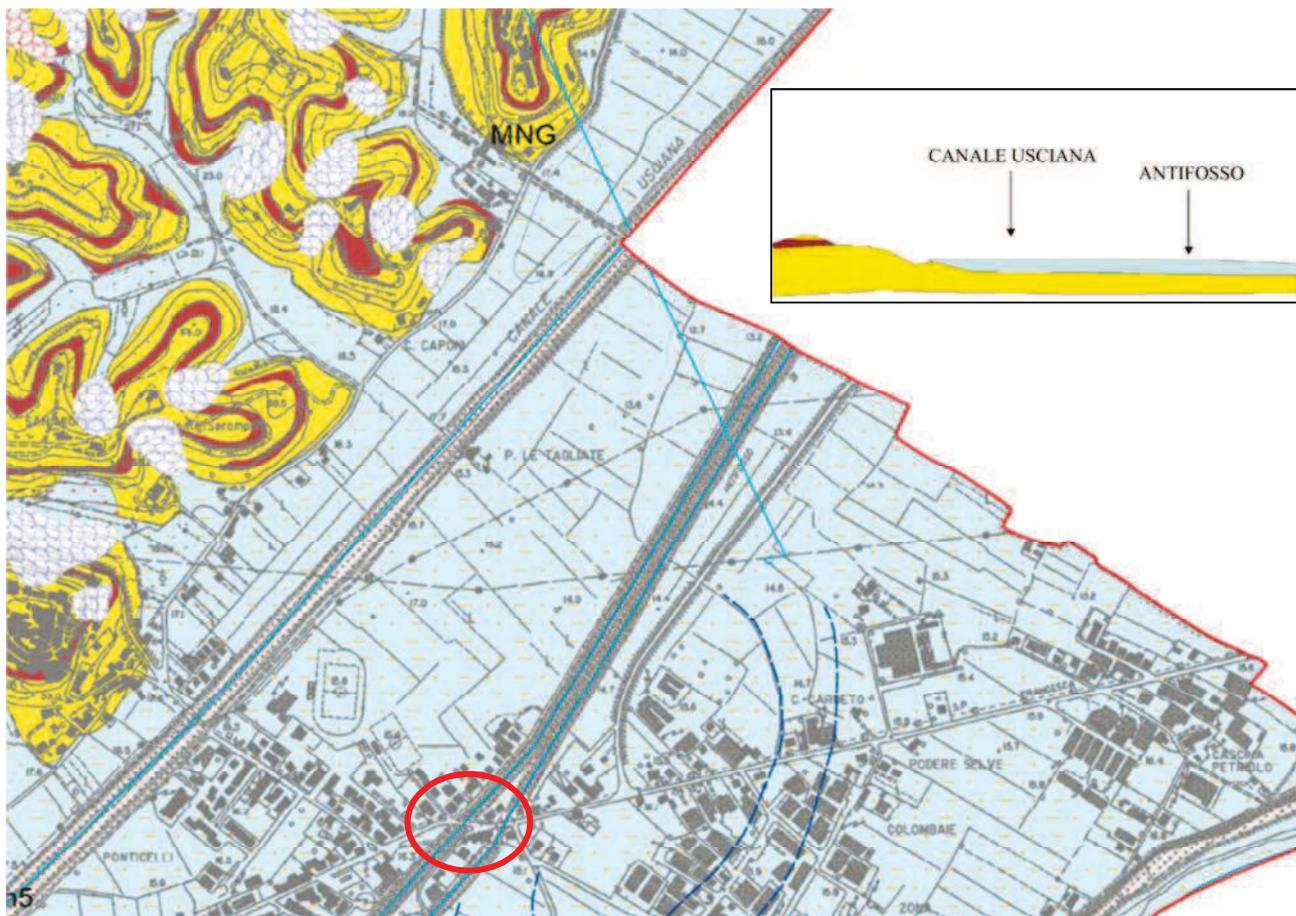
-Relazione indagine DOWN HOLE

COROGRAFIA GENERALE

scala 1:5.000



CARTA GEOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)



Aste Fluviali

SEGNI CONVENZIONALI

Orlo di terrazzo

Traccia di alveo abbandonato

Faglia diretta presunta

Lago di cava

Traccia di sezione geologica

DEPOSITI QUATERNARI

Terreni di riporto, bonifiche per colmata (h5)

Corpi di frana senza indizi di evoluzione (a1q)

Corpi di frana in evoluzione (a1a)

Depositi di versante (aa)

Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

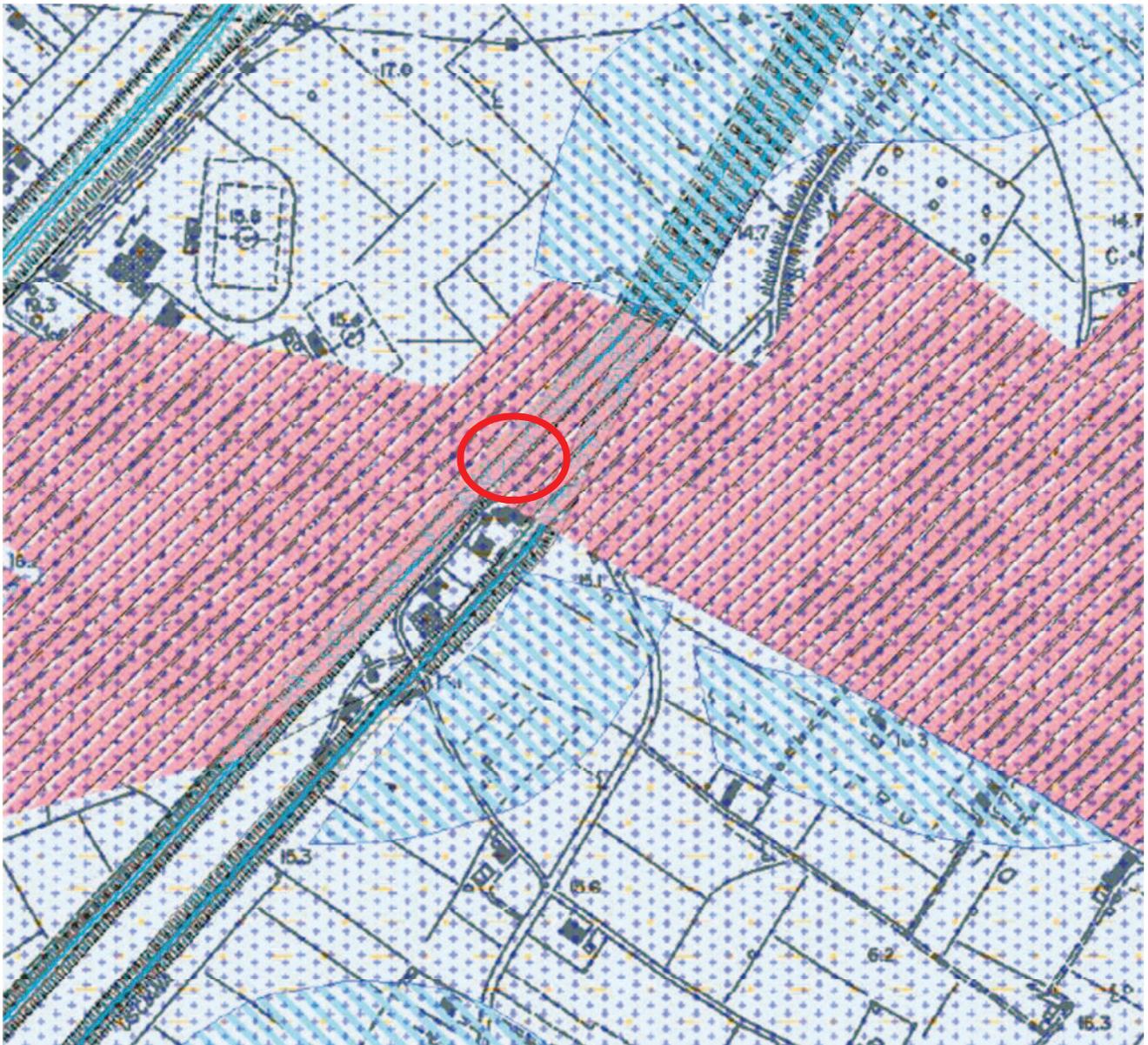
DEPOSITI FLUVIALI DELLE CERBAIE - ALTOPASCIO

Formazione delle Cerbaie (Pleistocene Medio) - BCE

DEPOSITI FLUVIALI E LACUSTRI DEL BACINO DI LUCCA - MONTECARLO - VINCI

Argille e sabbie di Marginone - Mastromarco - MNG, con presenza della litofacies conglomeratica - cg (RUSCIANO SUP.? - VILLAFRANCHIANO SUP.)

CARTA GEOMORFOLOGICA
(Piano Strutturale luglio 2014)



PROCESSI GEOMORFOLOGICI

-  Area depressa della pianura alluvionale
-  Area di escavazione nella pianura
-  Corpo d'acqua
-  Depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi
-  Dosso fluviale
-  Principali aree urbanizzate
-  Ruscellamento diffuso
-  Sedimenti alluvionali (sabbia)
-  Sedimenti alluvionali (silt, sinonimo di limo)
-  Sedimenti delle aree golenali dei corsi d'acqua maggiori
-  Traccia di alveo fluviale abbandonato

 Aste Fluviali

 Aree golenali

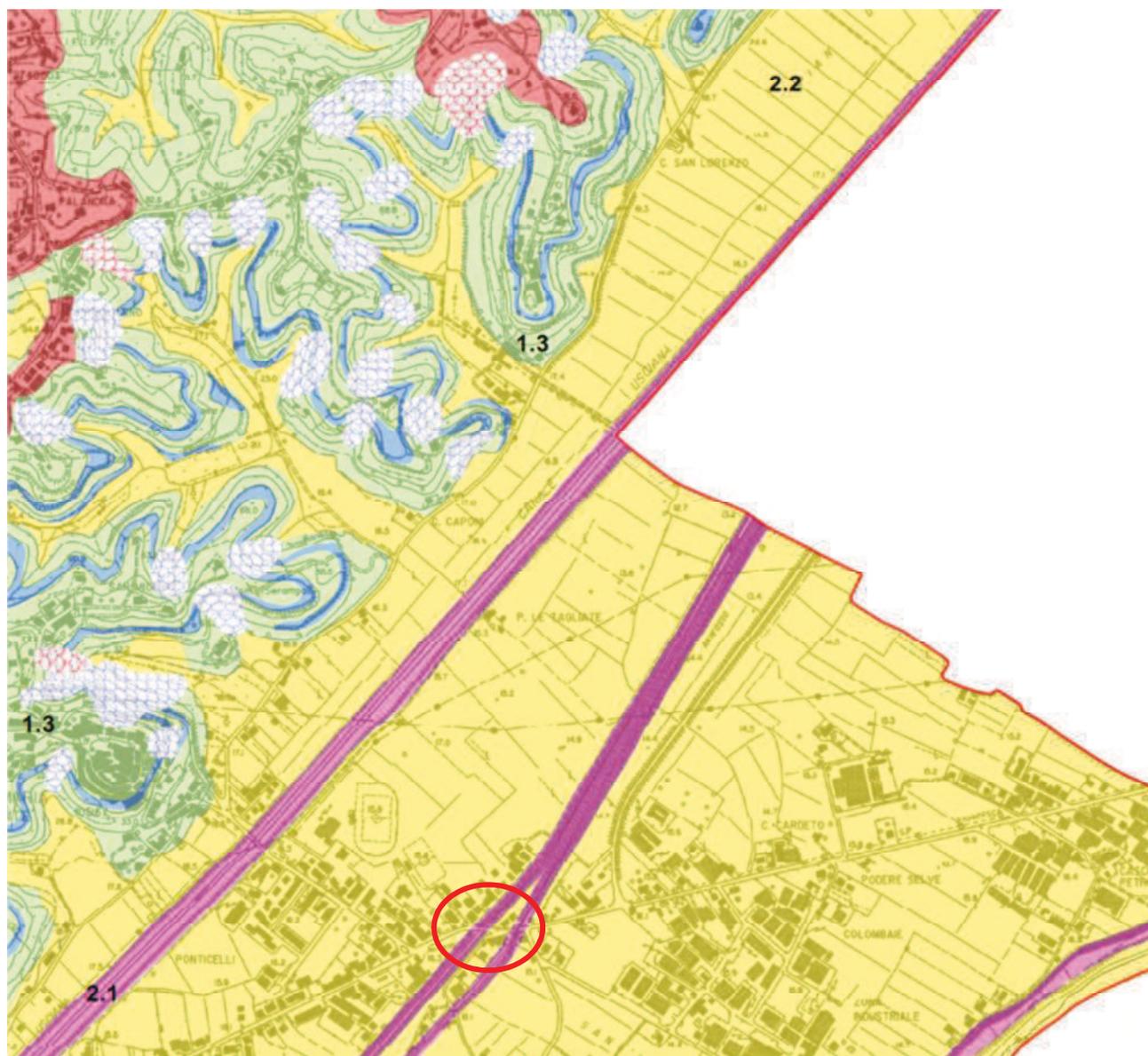
SEGNI CONVENZIONALI

 Orlo di terrazzo

DEPOSITI QUATERNARI

-  Terreni di riporto, bonifiche per colmata (h5)
-  Corpi di frana senza indizi di evoluzione (a1q)
-  Corpi di frana in evoluzione (a1a)
-  Depositi di versante (aa)
-  Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

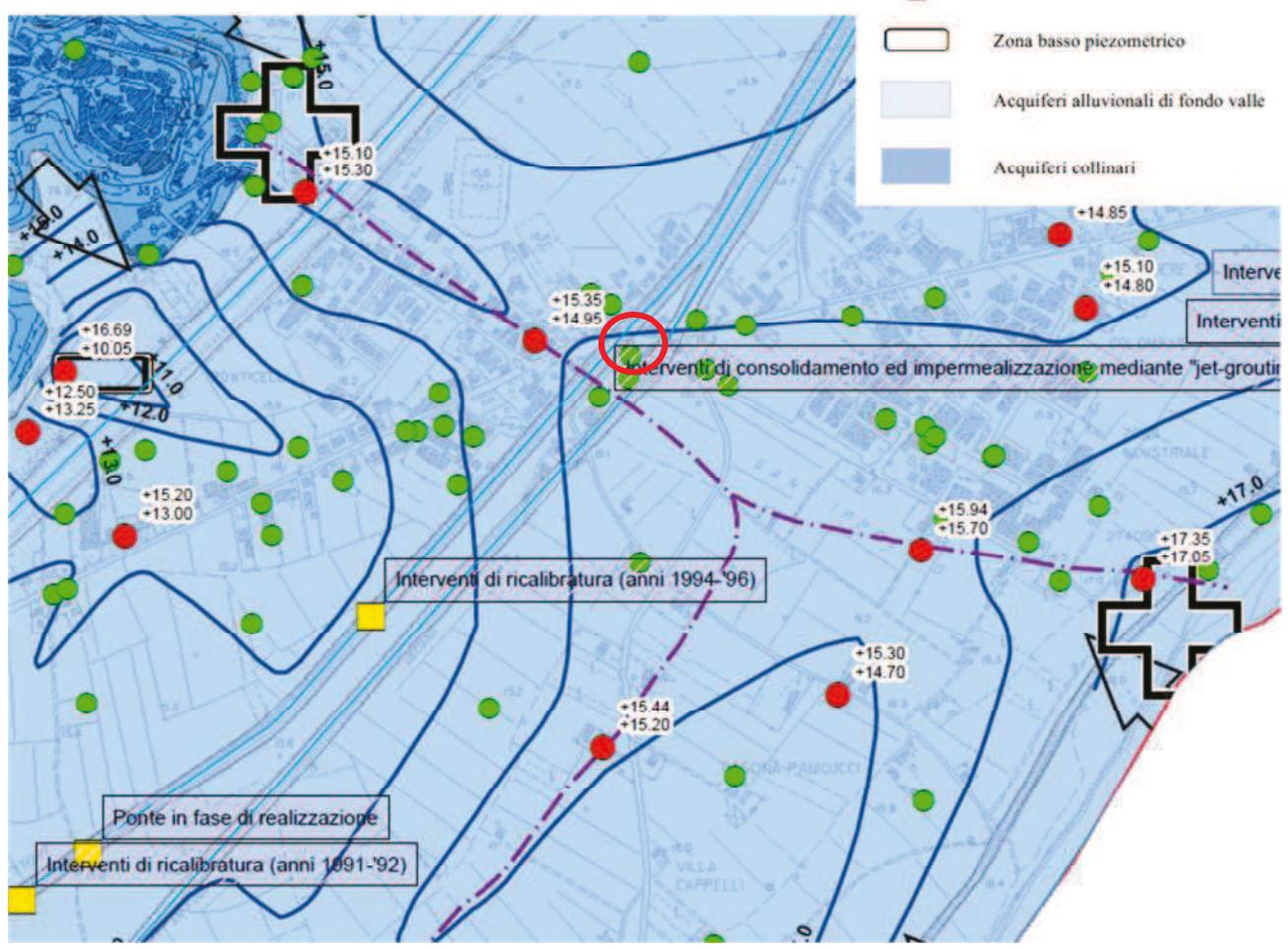
CARTA LITOTECNICA
(Piano Strutturale luglio 2014)



-  1.1 Successioni conglomeratiche (cg)
-  1.2 Successioni sabbioso ghiaiose (BCE)
-  1.3 Sabbie e argille (MNG)
-  2.1 Successioni di depositi palustri e di colmata (h5)
-  2.2 Successioni di depositi a prevalenze argillosa (b+aa)

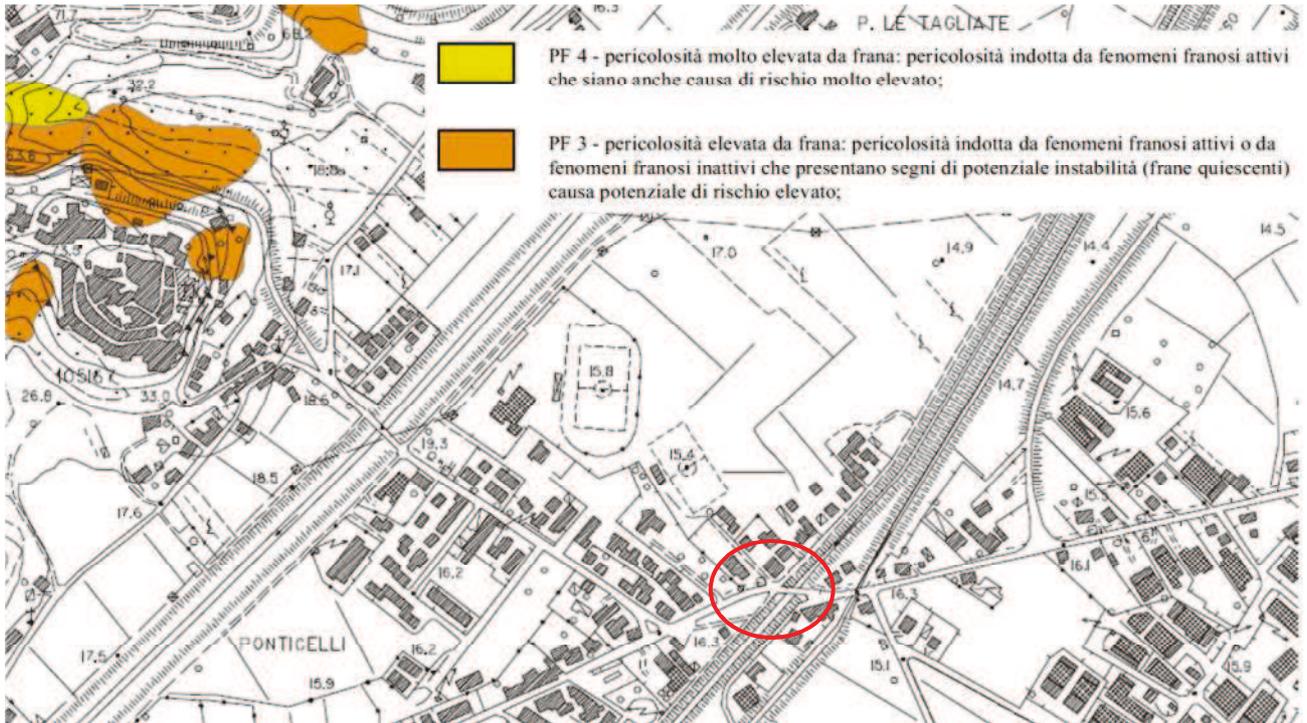
CARTA IDROGEOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)

-  Zona alimentazione (da Arno)
-  Zona alimentazione (collinare)
-  Zona alimentazione (collinare)
-  Zona alto piezometrico
-  Zona basso piezometrico
-  Acquiferi alluvionali di fondo valle
-  Acquiferi collinari

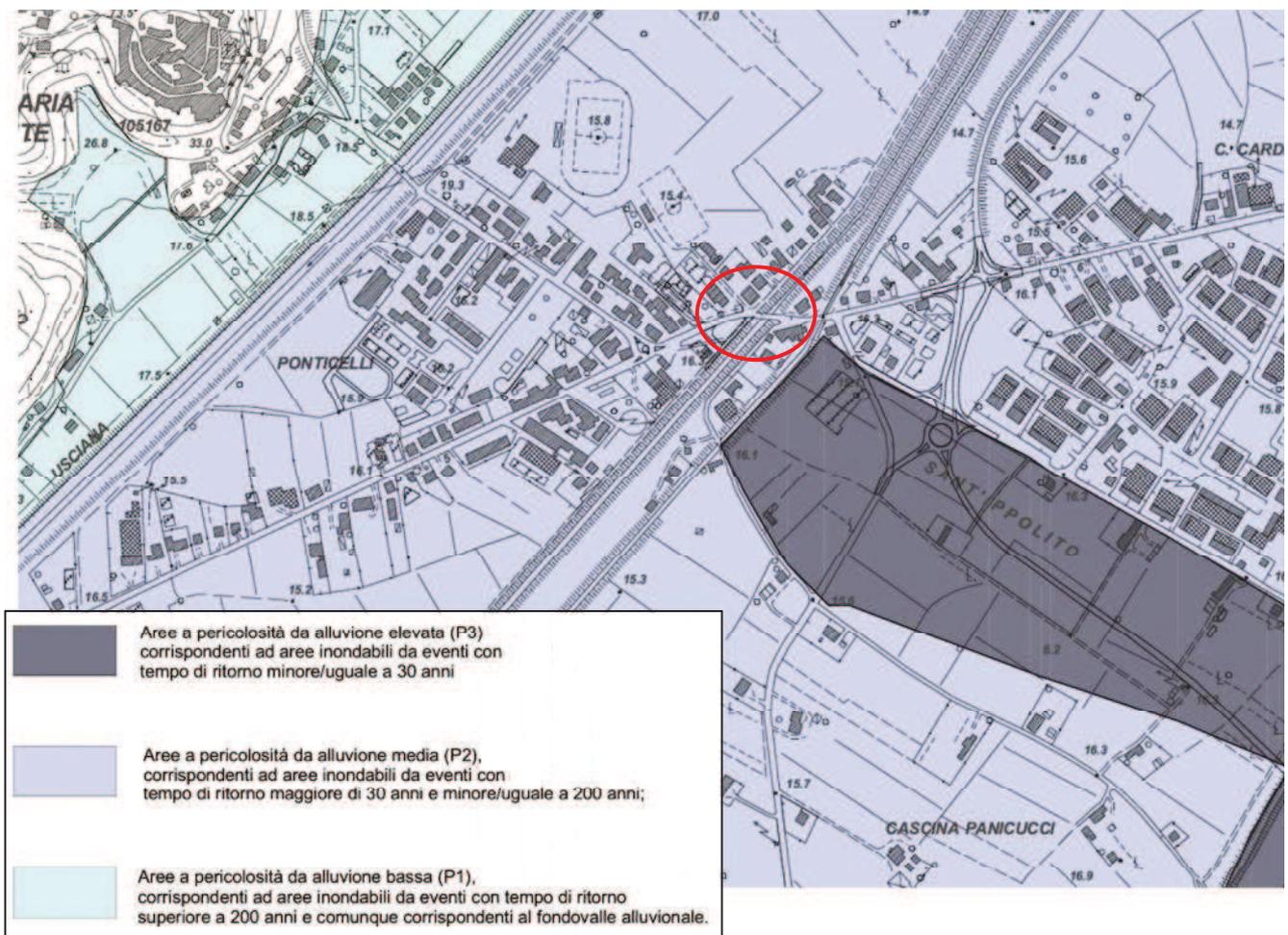


-  Pozzi (da archivi regionali e nazionali. Aggiornamento 2013)
-  Pozzi (ivello piezometrico negli anni 2014 e 1996)
-  Opere idrauliche (al 1996)
-  Spartiacque sotterraneo
-  Isopiezometriche del 1° acquifero confinato - Rilievo Luglio 1996
-  Corsi d'acqua

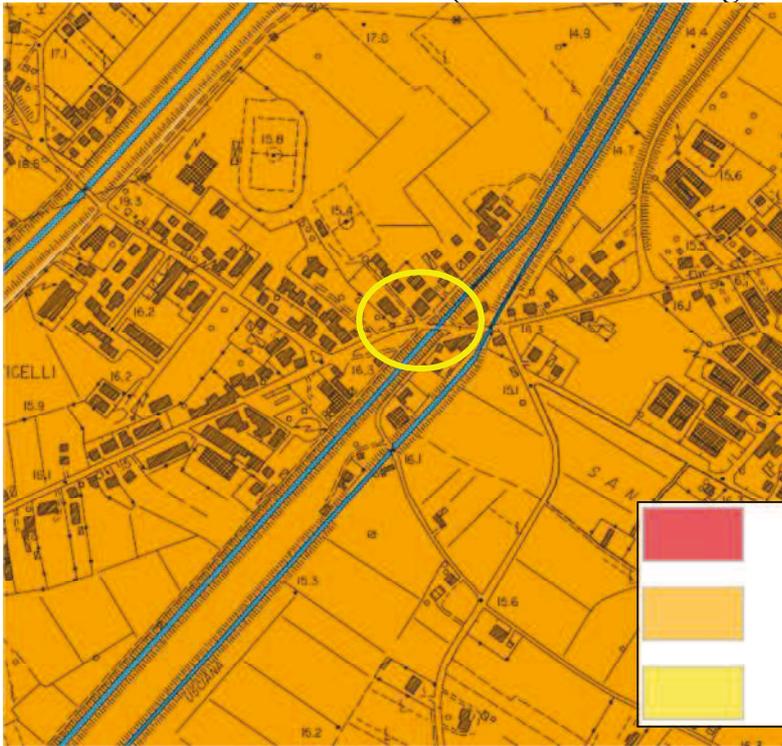
**CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DA P.A.I. (Autorità Bacino F. Arno)
(Piano Strutturale luglio 2014)**



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA DA P.G.R.A. (Distretto Idrografico)
(Regolamento urbanistico dicembre 2016)**



CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA
(Piano Strutturale luglio 2014)



	Pericolosità Geologica molto elevata (G.4)
	Pericolosità Geologica elevata (G.3)
	Pericolosità Geologica media (G.2)

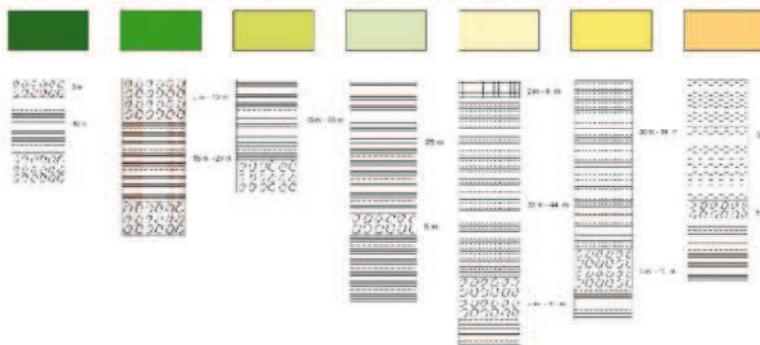
CARTA PERICOLOSITA' SISMICA
(Piano Strutturale luglio 2014)



ZONA 1 ZONA 2 ZONA 3 ZONA 4	S.2 - Pericolosità sismica locale MEDIA
ZONA 5 ZONA 6 ZONA 7 	S.3 - Pericolosità sismica locale ELEVATA
	S.4 - Pericolosità sismica locale MOLTO ELEVATA

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

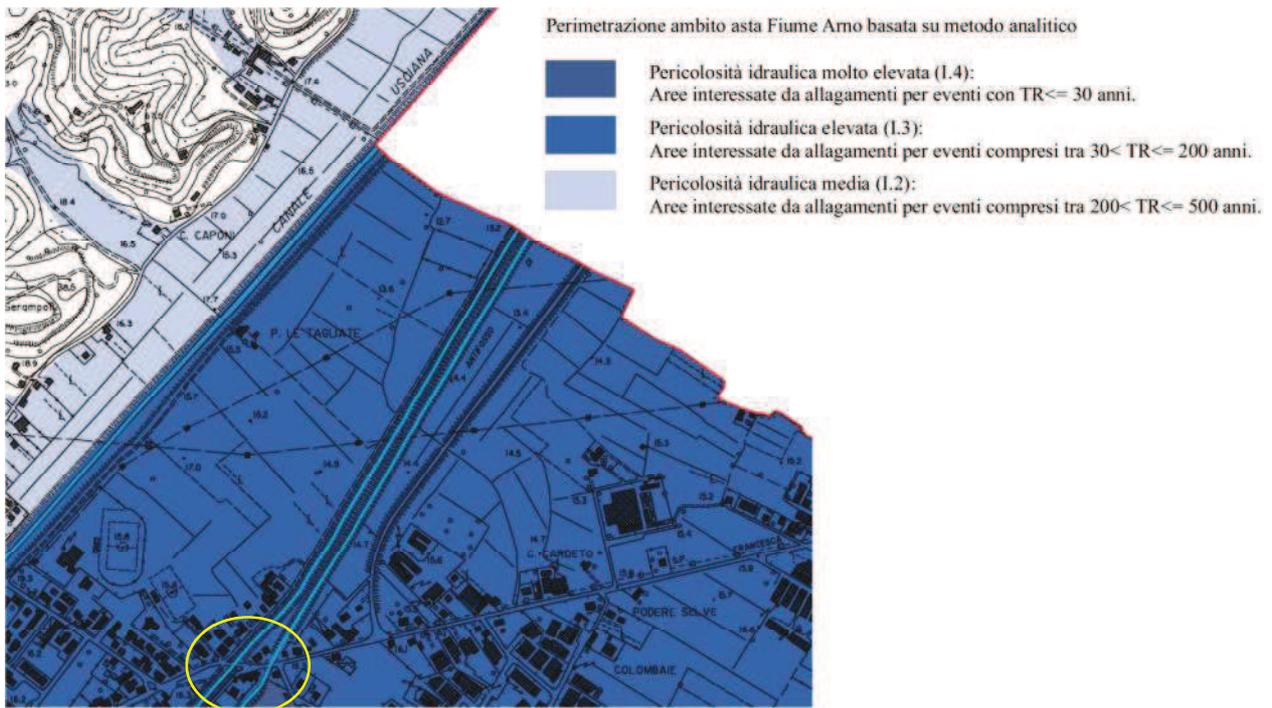
Zona 1 Zona 2 Zona 3 Zona 4 Zona 5 Zona 6 Zona 7



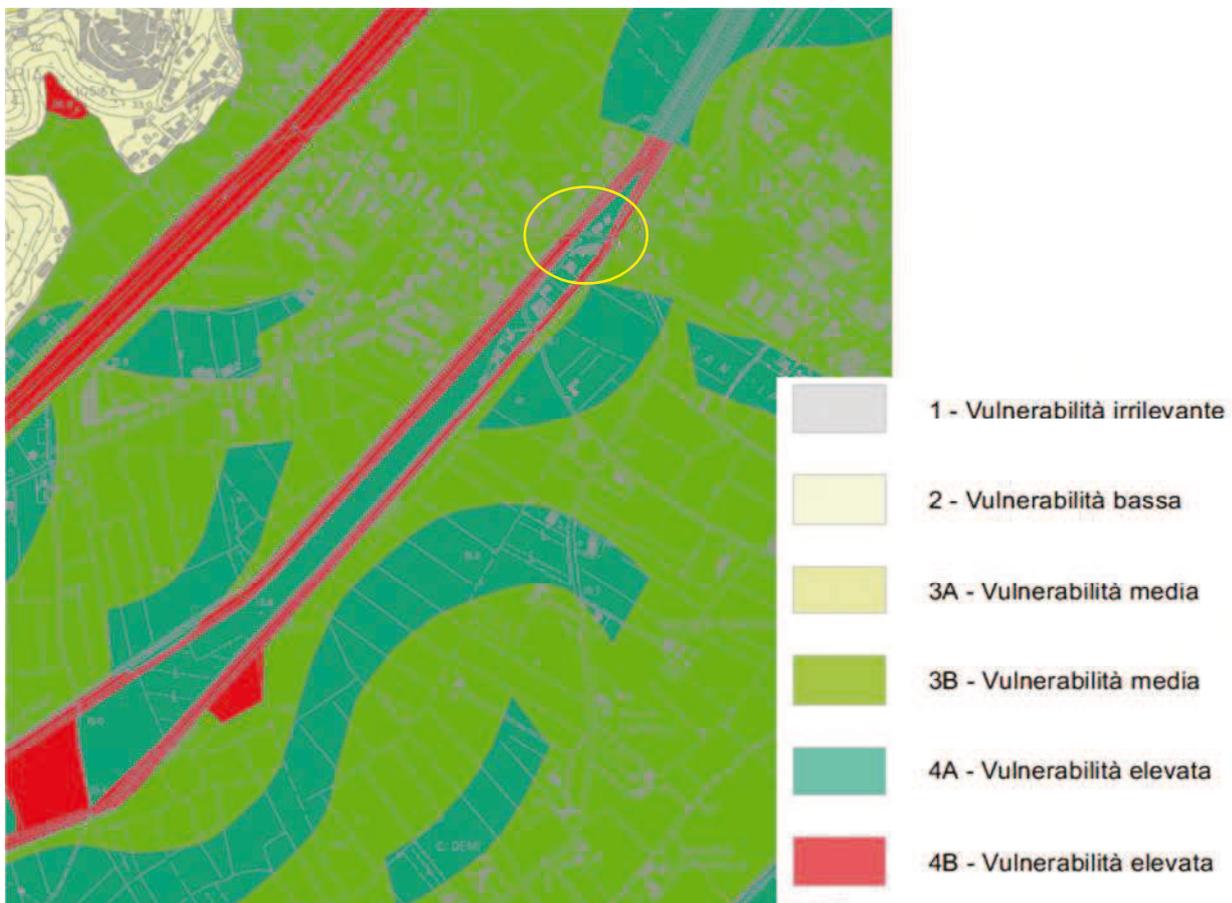
Litologie dei terreni di copertura



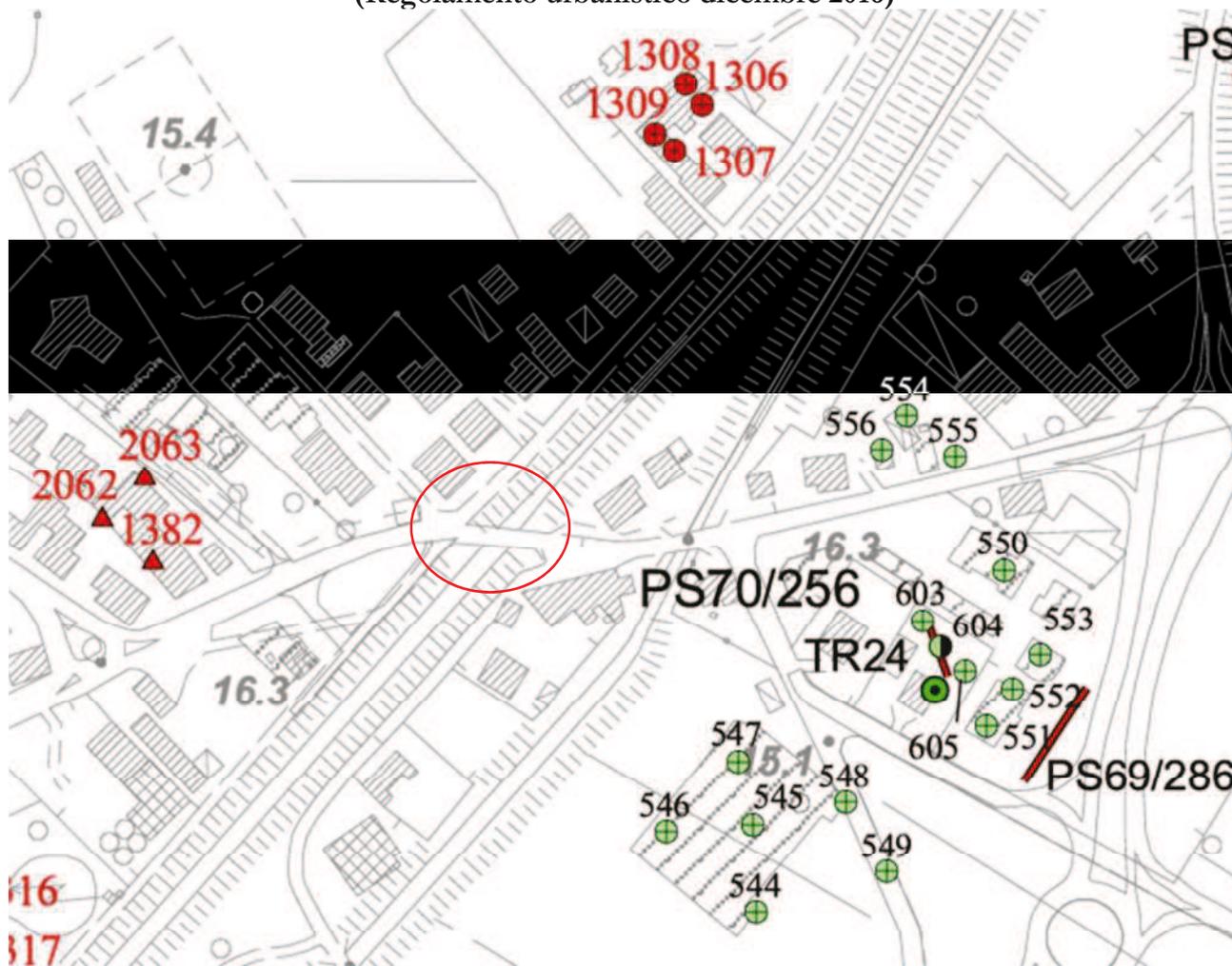
CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA (Piano Strutturale luglio 2014)



CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (Piano Strutturale luglio 2014)



CARTA DEI DATI DI BASE
(Regolamento urbanistico dicembre 2016)



Allegato 1

Indagini geognostiche reperite presso l'archivio comunale

num da 1 a 606

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| ▲ Prova penetrometrica dinamica | ● Sondaggio a carotaggio continuo |
| ● Prova penetrometrica statica | ■ Saggio geognostico |

Allegato 2

Indagini geognostiche estratte dal database del P.T.C. della Provincia di Pisa

num compresi tra 1277 e 9633

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| ⊕ Prova penetrometrica statica | ● Sondaggio a carotaggio continuo |
| ▲ Prova penetrometrica dinamica | ● Stratigrafia Pozzo |

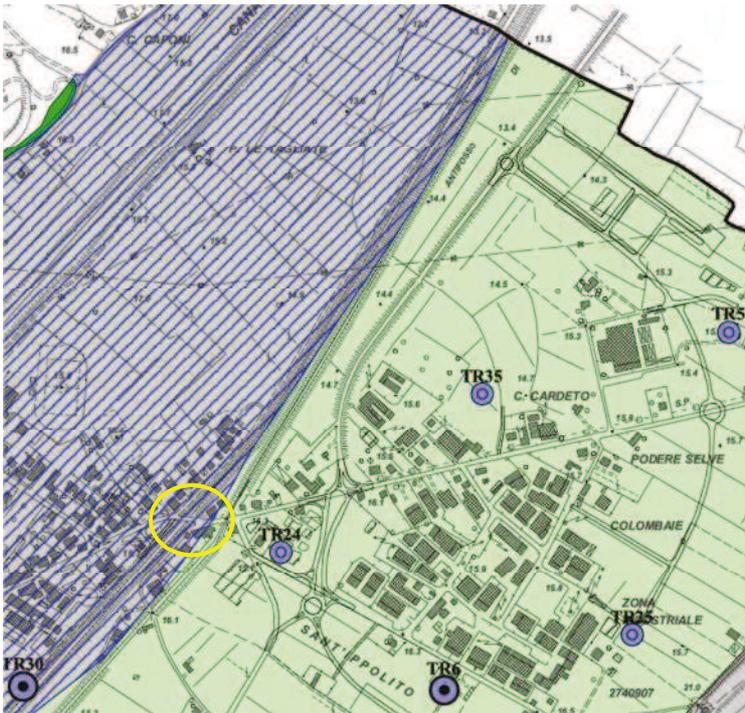
Allegato 4

4a - Indagini sismiche puntuali eseguite a supporto del Piano Strutturale

T1/T35 Sismica passiva (tromometrie)

Dh1/Dh6 Down hole

CARTA DELLE M.O.P.S. E DELLE FREQUENZE (Regolamento urbanistico dicembre 2016)



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- Zona 1** ALTOPIANO DELLE CERBAIE
CONTESTO COLLINARE PLEISTOCENICO
BCE - Formazione delle Cerbaie -
- Zona 2** ALTOPIANO DELLE CERBAIE
CONTESTO COLLINARE PLEISTOCENICO
MNG - Argille e Sabbie di Margnone - Mastromarco
- Zona 3** FONDOVALLE CORSI MINORI
Depositi alluvionali su porzione basale
della formazione di Margnone-Mastromarco
- Zona 4** FONDOVALLE Fiume ARNO
Depositi alluvionali a componente
mista

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

Instabilità di versante (FR)

- a) attiva
- b) quiescente

Liquefazione (LI)

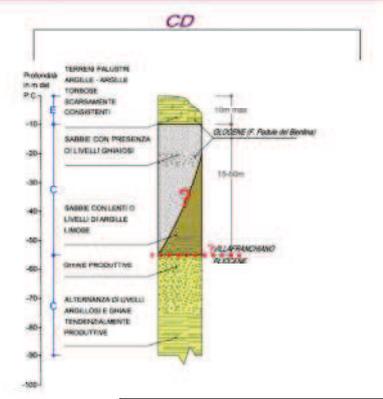
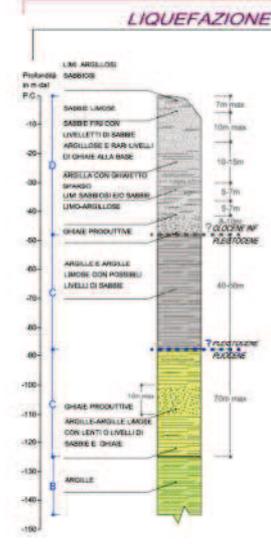
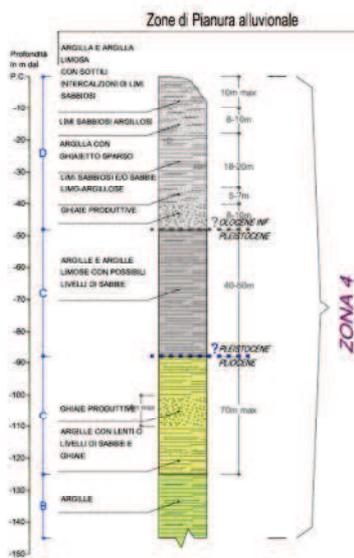
- FONDOVALLE Fiume ARNO
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente
prevalentemente sabbiosa potenzialmente liquefacibili

Cedimenti differenziali (CD)

- PADULE DI BIENTINA
Terreni argillosi ed argilloso-torbose poco consistenti, soggetti a cedimenti diffusi

Amplificazione stratigrafica

- Aree nelle quali le misure tromometriche hanno fatto registrare
valori di amplificazione mediamente superiori a 4



LEGENDA LITOLOGICA

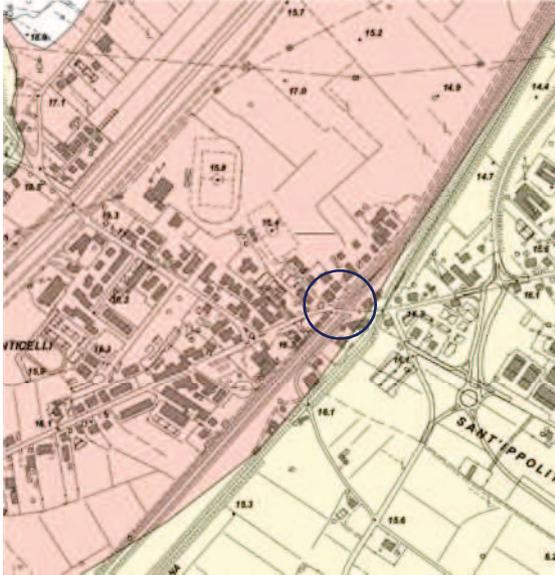
- Argille - argille limose talvolta sabbiose
- Sabbie e ghiaie con sottili livelli di argille
- Argille e argille limose con lenti di sabbie e ghiaie non produttive
- Sabbie limose e limi sabbiosi
- Argille con lenti o livelli di sabbie e ghiaie
- Sabbie
- Argille e argille limose con possibili livelli di sabbia
- Conglomerati cementati
- Argille con ghiaietto sparso
- Ghiaie / Ghiaie produttive
- Argille
- Argille - argille torbose

Frequenza Fo (Hz)	Ampiezza Ao
● 1.0 - 1.5	● <2
● 1.5 - 2.0	○ 2 - 3
● 2.0 - 4.0	⊙ 3 - 4
● >4	⊗ >4

CLASSI DI CONSISTENZA



CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA – D.P.G.R.T. 53/R (Regolamento urbanistico dicembre 2016)



S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone in cui gli spessori dei depositi alluvionali attuali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sono compresi entro 20 metri ed alle zone di versante con pendenze maggiori di 15°.

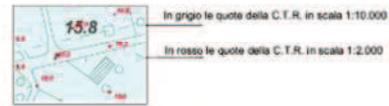
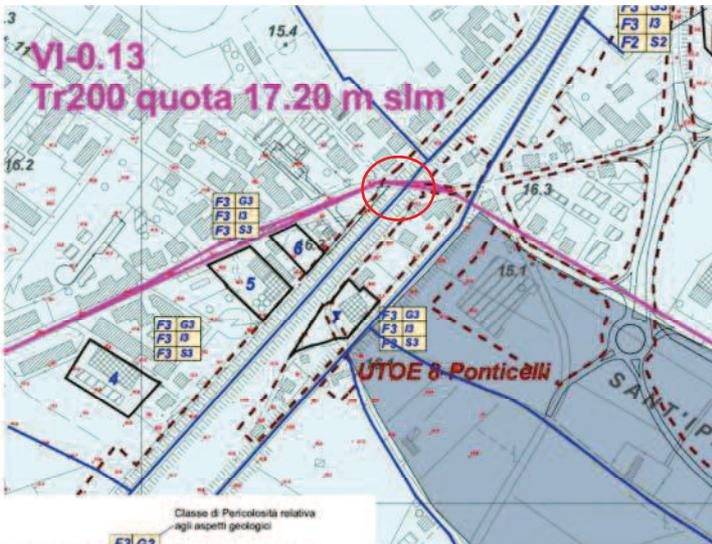
S.2 - Pericolosità sismica locale media

Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.

S.1 - Pericolosità sismica locale bassa

Non rappresentata

CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – D.P.G.R.T. 53/R (Regolamento urbanistico dicembre 2016)



VI_013
VI_029 Celle di esondazione (PAI/PGRA) e battenti attesi per piene con tempo di ritorno 200 anni

- Pericolosità da frana elevata PF3 (PAI BACino Fiume Arno)
- Pericolosità da frana molto elevata PF4 (PAI BACino Fiume Arno)
- Pericolosità idraulica elevata I3 ai sensi del D.P.G.R. 53/r
- Pericolosità idraulica molto elevata I4 ai sensi del D.P.G.R. 53/r

Classi di Pericolosità relativa agli aspetti geologici
 Classi di Pericolosità relativa agli aspetti idraulici
 Classi di Pericolosità relativa agli aspetti sismici

UTOE 18-Via di Bionda
 UTOE di riferimento
 Aree normate con apposita scheda num.scheda di riferimento

Teritorio Urbanizzato

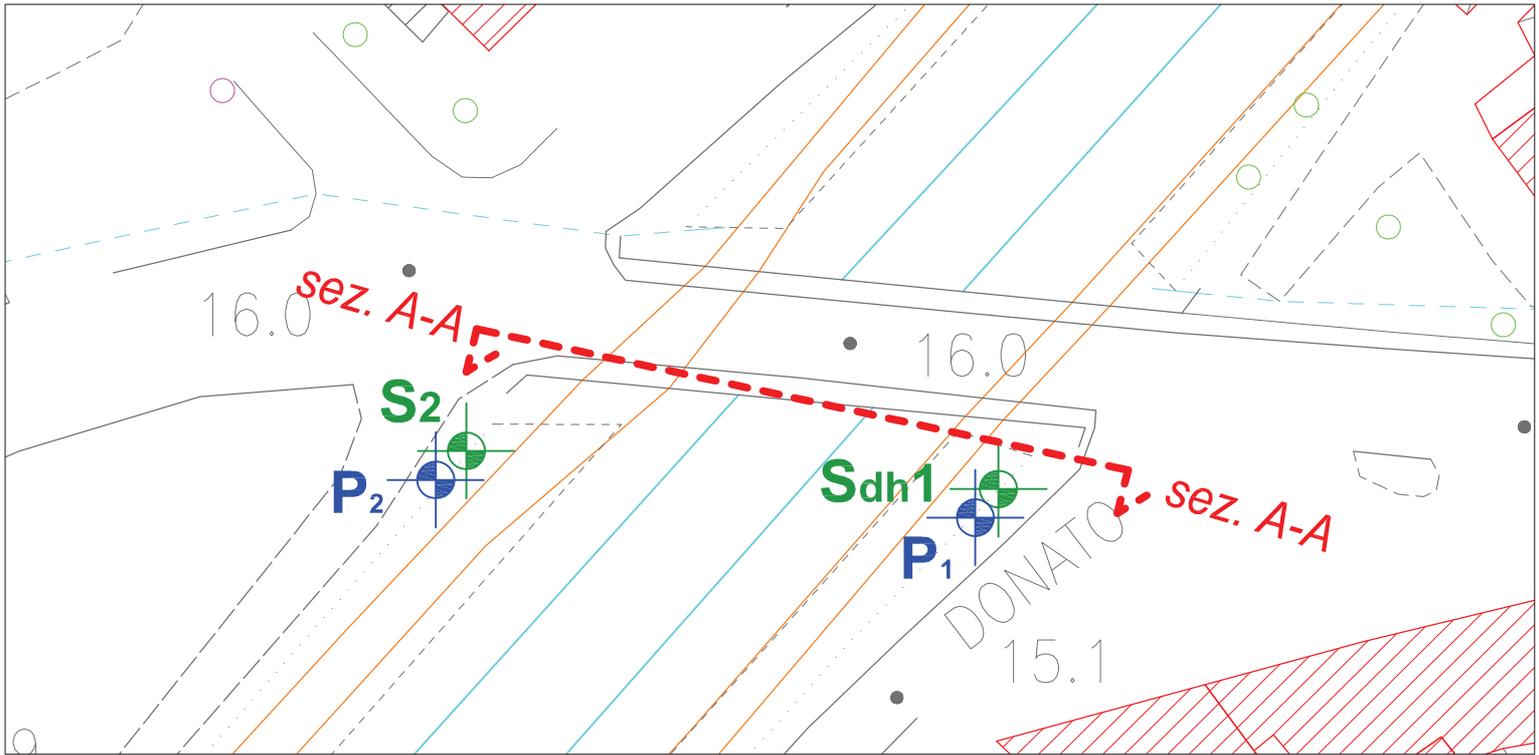
(F1) Fattibilità senza particolari limitazioni :
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

(F2) Fattibilità con normali vincoli :
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

(F3) Fattibilità condizionata :
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

(F4) Fattibilità limitata :
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE
scala 1:500



S₂
Perforazione a carotaggio continuo
sino a -34 m, proseguita a distruzione
sino a ca. 42 m dal p.c.

Sdh₁
Perforazione a carotaggio continuo sino a -38 m,
proseguita a distruzione sino a ca. 42 m dal p.c.
attrezzato per prova down hole

P₁₋₂
Prove penetrometriche
statiche C.P.T.

sez. A-A
Sezione di correlazione
stratigrafica e geotecnica

PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI DI SITO

Via n°

Comune Cap

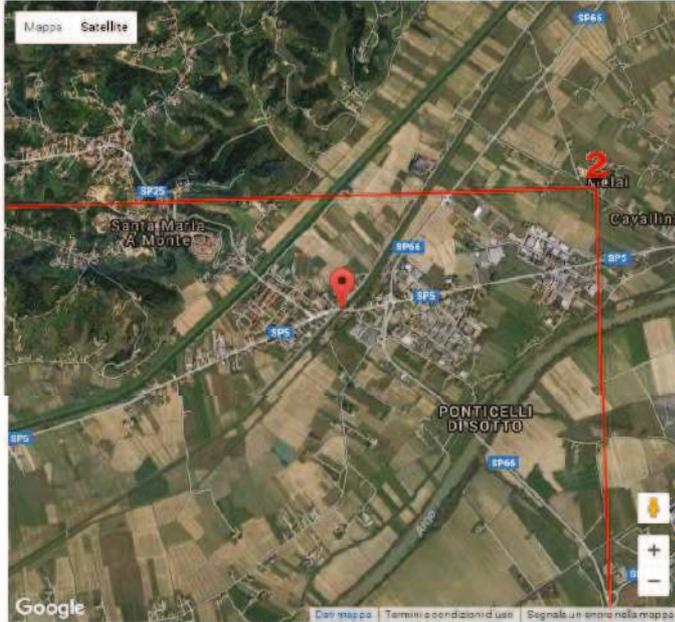
Provincia

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Isole



Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.
 (2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	\bar{a}_g [g]	Fo	To [s]
Operatività (SLO)	30	0.043	2.552	0.239
Danno (SLD)	50	0.053	2.555	0.251
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.121	2.643	0.283
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.159	2.456	0.288
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI (α_v)

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

Us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.47
Cc * Coeff. funz categoria	1.68	1.68	1.59	1.58
St * Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Azione massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.044	0.056
kv	0.006	0.008	0.022	0.028
Amax [m/s ²]	0.626	0.778	1.783	2.291
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 43.694344

longitudine: 10.703509

Sito in esame.

latitudine: 43.6953080684506

longitudine: 10.704503044744

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20272 Lat: 43.7006 Lon: 10.6547 Distanza: 4045.549

Sito 2 ID: 20273 Lat: 43.7022 Lon: 10.7238 Distanza: 1731.990

Sito 3 ID: 20495 Lat: 43.6523 Lon: 10.7261 Distanza: 5092.895

Sito 4 ID: 20494 Lat: 43.6506 Lon: 10.6571 Distanza: 6268.216

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0.043 g
 Fo: 2.552
 Tc*: 0.239 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0.053 g
 Fo: 2.555
 Tc*: 0.251 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0.121 g
 Fo: 2.543
 Tc*: 0.283 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0.159 g
 Fo: 2.456
 Tc*: 0.288 [s]

Coefficienti Sismici

SLO: Ss: 1.500 Cc: 1.680 St: 1.000 Kh: 0.013 Kv: 0.006 Amax: 0.626 Beta: 0.200	SLV: Ss: 1.500 Cc: 1.590 St: 1.000 Kh: 0.044 Kv: 0.022 Amax: 1.783 Beta: 0.240
SLD: Ss: 1.500 Cc: 1.660 St: 1.000 Kh: 0.016 Kv: 0.008 Amax: 0.778 Beta: 0.200	SLC: Ss: 1.470 Cc: 1.580 St: 1.000 Kh: 0.056 Kv: 0.028 Amax: 2.291 Beta: 0.240

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 15/01/2018 Data fine: 17/01/2018
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Il presente certificato è composto da n. 6 pagine

SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: *raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 003/2018 Del. 15/01/2018

Certificato di prova n. 023/2018 del. 12/02/2018

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm³ che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione ϕ : 101

Diametro rivestimento ϕ : 126

Sistema di perforazione: Carotaggio continuo
Distruzione di nucleo

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 15/01/2018 Data fine: 17/01/2018
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126
 Liv. falda (m da p.c.): _____ Quota p.c. (m s.l.m.): _____ Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

Prof. (m)	RP	VT	Pvel % (0-100)	SPT (N)	RQD % (0-100)	DESCRIZIONE
0.7						Bitume.
1.0						Riempimento granulare, sciolto.
2.0						Argilla debolmente sabbiosa di colore marrone-bruno, con inclusi frammenti di laterizi.
4.0						Limo argilloso di colore marrone, mediamente compatto. Presenti livelli limosi di mediocre consistenza.
7.4	1) Oné - 7.40					Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso di colore grigio, da plastico a poco consistente, con sottili intercalazioni sabbioso-limose di medio addensamento.
8.0						Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso di colore grigio, da plastico a poco consistente, con sottili intercalazioni sabbioso-limose di medio addensamento.
18.0	2) Oné - 18.00					Alternanza di argille limose poco consistenti con livelli di sabbie argillose di medio-elevato addensamento, di colore grigio.
21.00	3) Oné - 21.00					Sabbia limosa di colore grigio di mediocre addensamento.
22.7						Argilla limosa di colore grigio con concrezioni calcaree, di medio addensamento.

Slo = Shelby Den = Denison Oal = Osterberg
 Ar = Livello acqua rinvenuta
 As = Livello acqua stabilizzata
 P.z. = Piezometro
 Rp = Penetrometro tascabile
 VT = Vano Test (kg/cms)
 S.E.T. = Standard Penetration Test
 N = Napt
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto
Terreno vegetale
Argilla



Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE: _____

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 15/01/2018 Data fine: 17/01/2018
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126
 Liv. falda (m da p.c.): _____ Quota p.c. (m s.l.m.): _____ Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

Ø mm	R V	A S	Pz	metri test	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	SPT		RQD %		DESCRIZIONE
									0-100	S.P.T.	N	0-100	
				25									Argilla limosa di colore grigio con concrezioni calcaree, di medio addensamento.
				26									
				27		41 ODI < 26.50 27.00							
				28									Sabbia limoso-argillosa di colore grigio di medio addensamento.
				29									
				30									
				31									Argilla grigia, compatta.
				32									
				33									
				34		51 ODI < 34.00 34.50							
				35									
				36									
				37									
				38									

Installato tubo in PCV, diametro 80 mm, per prova sismica in foro di tipo down hole.

Sls = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
 Ar = Livello acqua rinvenuta
 As = Livello acqua stabilizzata
 P.z. = Piezometro
 Rp = Penetrometro tascabile
 VT = Vano Test (kg/cms) max-residuo
 S.P.T. = Standard Penetration Test
 N = Nipt
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto

Terreno vegetale

Argilla



Limo

Sabbia

Ghiaia, ciottoli

NOTE: _____

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 15/01/2018 Data fine: 17/01/2018
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da 0,0 m a -5,0 m



Cassetta n. 2: da -5,0 m a -10,0 m



Cassetta n. 3: da -10,0 m a -15,0 m



Cassetta n. 4: da -15,0 m a -20,0 m

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 15/01/2018 Data fine: 17/01/2018
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 5: da -20,0 m a - 25,0 m



Cassetta n. 6: da - 25,0 m a - 30,0 m



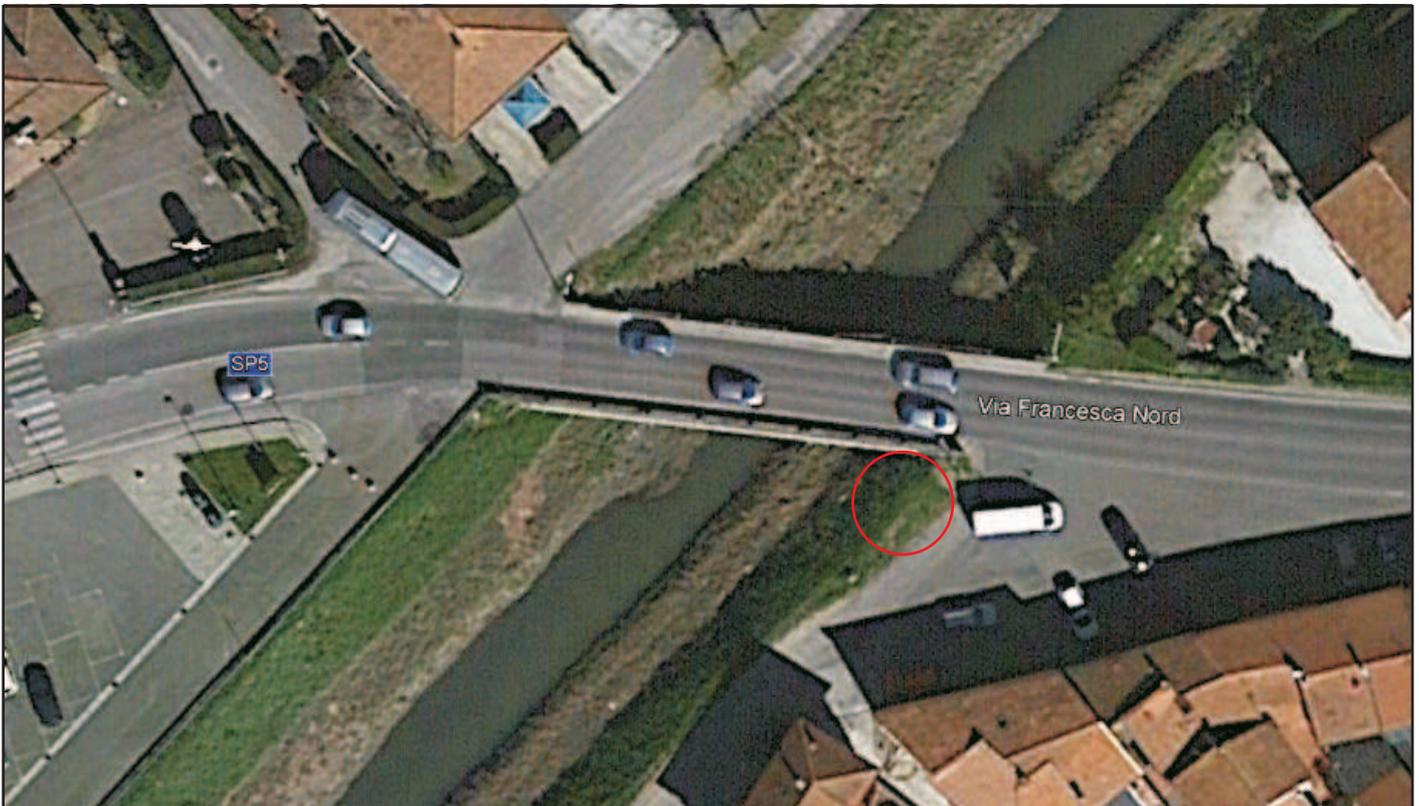
Cassetta n. 7: da - 30,0 m a - 35,0 m



Cassetta n. 8: da - 35,0 m a - 40,0 m

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 15/01/2018 Data fine: 17/01/2018
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

UBICAZIONE INDAGINE



Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 17/01/2018 Data fine: 18/01/2018
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Il presente certificato è composto da n. 6 pagine

SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: *raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 003/2018 Del. 15/01/2018

Certificato di prova n. 024/2018 del. 12/02/2018

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm³ che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione ϕ : 101

Diametro rivestimento ϕ : 126

Sistema di perforazione: Carotaggio continuo
Distruzione di nucleo

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 17/01/2018 Data fine: 18/01/2018
 Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126
 Liv. falda (m da p.c.): _____ Quota p.c. (m s.l.m.): _____ Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

o	R	A	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel %	SPT	RQD %	prof	DESCRIZIONE
mm	V	F	S						0-100	S.P.T.	0-100	#	
				0.7									Bitume.
				1									Riempimento granulare, sciolto.
				2									Argilla debolmente sabbiosa di colore marrone-bruno, con inclusi frammenti di laterizi.
				3									
				4								4.0	Limo argilloso di colore marrone, mediamente compatto. Presenti livelli limosi di mediocre consistenza.
				5									
				6									
				7									
				8								7.5	Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso di colore grigio, da plastico a poco consistente, con sottili intercalazioni sabbioso-limose di medio addensamento.
				9									
				10									
				11									
				12									
				13									
				14									
				15									
				16									
				17								17.0	Alternanza di argille limose poco consistenti con livelli di sabbie argillose di medio-elevato addensamento, di colore grigio.
				18									
				19									
				20								20.0	Sabbia limosa di colore grigio di mediocre addensamento.
				21									
				22									
				23								23.0	Argilla limosa di colore grigio con concrezioni calcaree, di medio addensamento.
				24									

Sho = Shelby Den = Denison Oal = Osterberg
 Ar = Livello acqua rinvenuta
 As = Livello acqua stabilizzata
 P.z. = Piezometro
 Rp = Penetrometro tascabile
 VT = Vano Test (kg/cms) max-residuo
 S.P.T. = Standard Penetration Test
 N = Napt
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto
 Terreno vegetale
 Argilla



Limo
 Sabbia
 Ghiaia, ciottoli

NOTE: _____

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 17/01/2018 Data fine: 18/01/2018
 Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126
 Liv. falda (m da p.c.): _____ Quota p.c. (m s.l.m.): _____ Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

o	R	A	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel %	S.P.T.		RQD %	prof	DESCRIZIONE	
										S.P.T.	N				
						3) She - 24,00 24,50								Argilla limosa di colore grigio con concrezioni calcaree, di medio addensamento.	
				25											
				26											
				27											
				28											
				29											
				30											
				31											
				32											
				33											
				34		4) She - 33,50 34,00							34,0		

Sho = Shelby Den = Denison Oal = Osterberg
 Ar = Livello acqua rinvenuta
 As = Livello acqua stabilizzata
 Pz. = Piezometro
 Rp = Penetrometro tascabile
 VT = Vano Test (kg/cms) max-residuo
 S.P.T. = Standard Penetration Test
 N = Nipt
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto
Terreno vegetale
Argilla



Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE: _____

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 17/01/2018 Data fine: 18/01/2018
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da 0,0 m a -5,0 m



Cassetta n. 2: da -5,0 m a -10,0 m



Cassetta n. 3: da -10,0 m a -15,0 m



Cassetta n. 4: da -15,0 m a -20,0 m

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 17/01/2018 Data fine: 18/01/2018
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 5: da -20,0 m a - 25,0 m



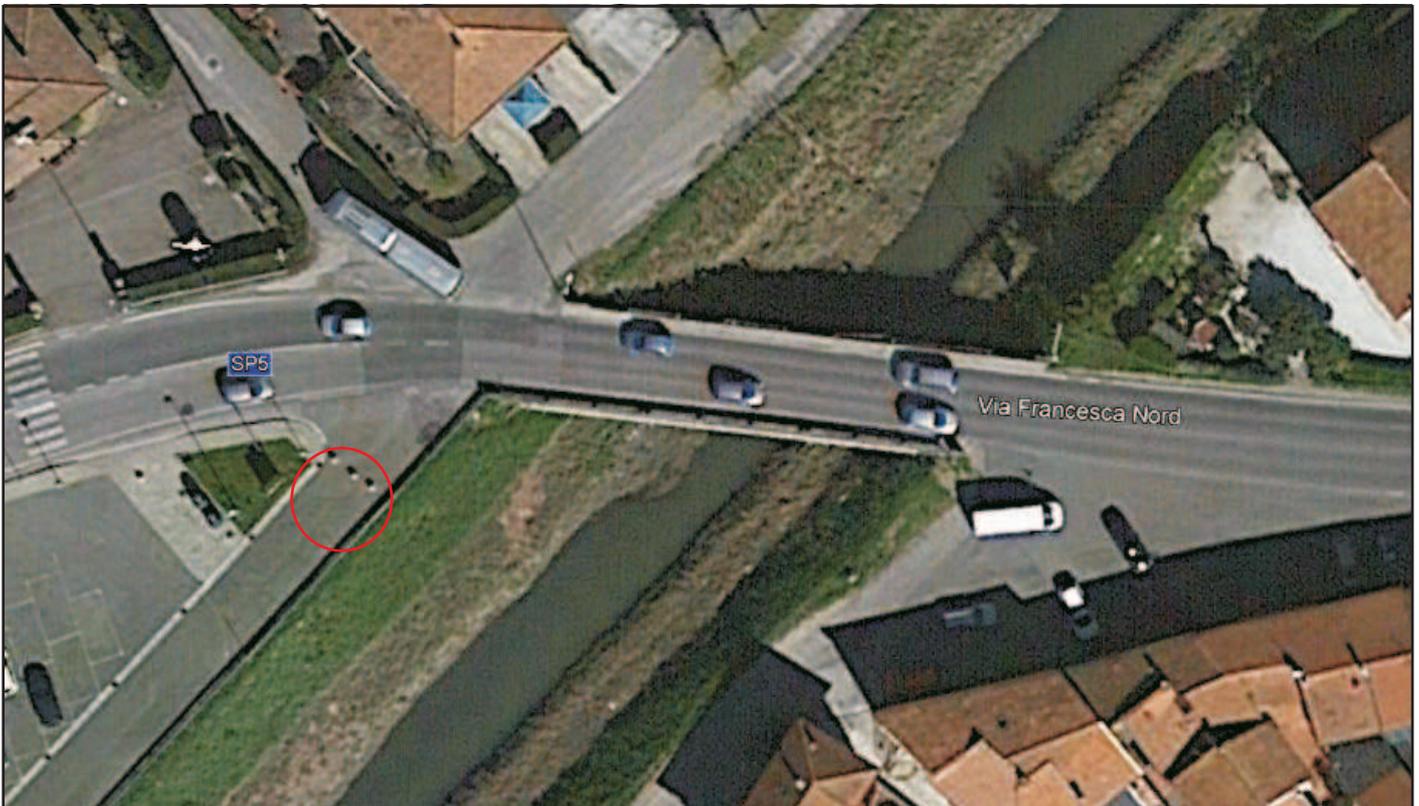
Cassetta n. 6: da - 25,0 m a - 30,0 m



Cassetta n. 7: da - 30,0 m a - 35,0 m

Cantiere: Via Francesca Nord Località: Loc. Ponticelli, Santa Maria a Monte Data inizio: 17/01/2018 Data fine: 18/01/2018
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

UBICAZIONE INDAGINE





AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Settore A – Prove di laboratorio su terre

Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

Committente :	Studio Ass. Benedetti Carmignani
Cantiere :	Loc. Ponticelli - Via Francesca Santa Maria a Monte (PI)
Verbale Accettazione n° :	19 del 16/01/2018
Data Certificazione :	06/02/2018
Campioni n°:	6
Certificati da n° a n° :	00231 a 00253





COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	7.4-7.9

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	29,8	%
Peso di volume	17,9	kN/m ³
Peso di volume secco	13,8	kN/m ³
Peso di volume saturo	18,5	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,920	
Porosità	47,9	%
Grado di saturazione	87,5	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		%
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	12,7	%
Limo	68,7	%
Argilla	18,6	%
D 10	0,001013	mm
D 50	0,024243	mm
D 60	0,029887	mm
D 90	0,094832	mm
Passante set. 10	99,9	%
Passante set. 42	99,5	%
Passante set. 200	87,3	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c	5,8	kPa
ϕ	27,3	°
c_{Res}		kPa
ϕ_{Res}		°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Rimaneggiato
	10				Limo argilloso e sabbioso Munsell Soil Color Charts : GLEY1 4/1 grigio verdastro scuro
	20			20	Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test
	30		30		< 24.5 kPa molto molle
	30		30		24.5 - 49.1 kPa molle
	30		30		49.1 - 98.1 kPa plastico
	30		30		98.1 - 196.2 kPa consistente
	30		30		196.2 - 392.4 kPa molto consistente
	40		30		>392,4 kPa duro
	46			46	



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00231	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 30/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 31/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 7.4-7.9

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 29,8 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00232	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 30/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 30/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 7.4-7.9

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

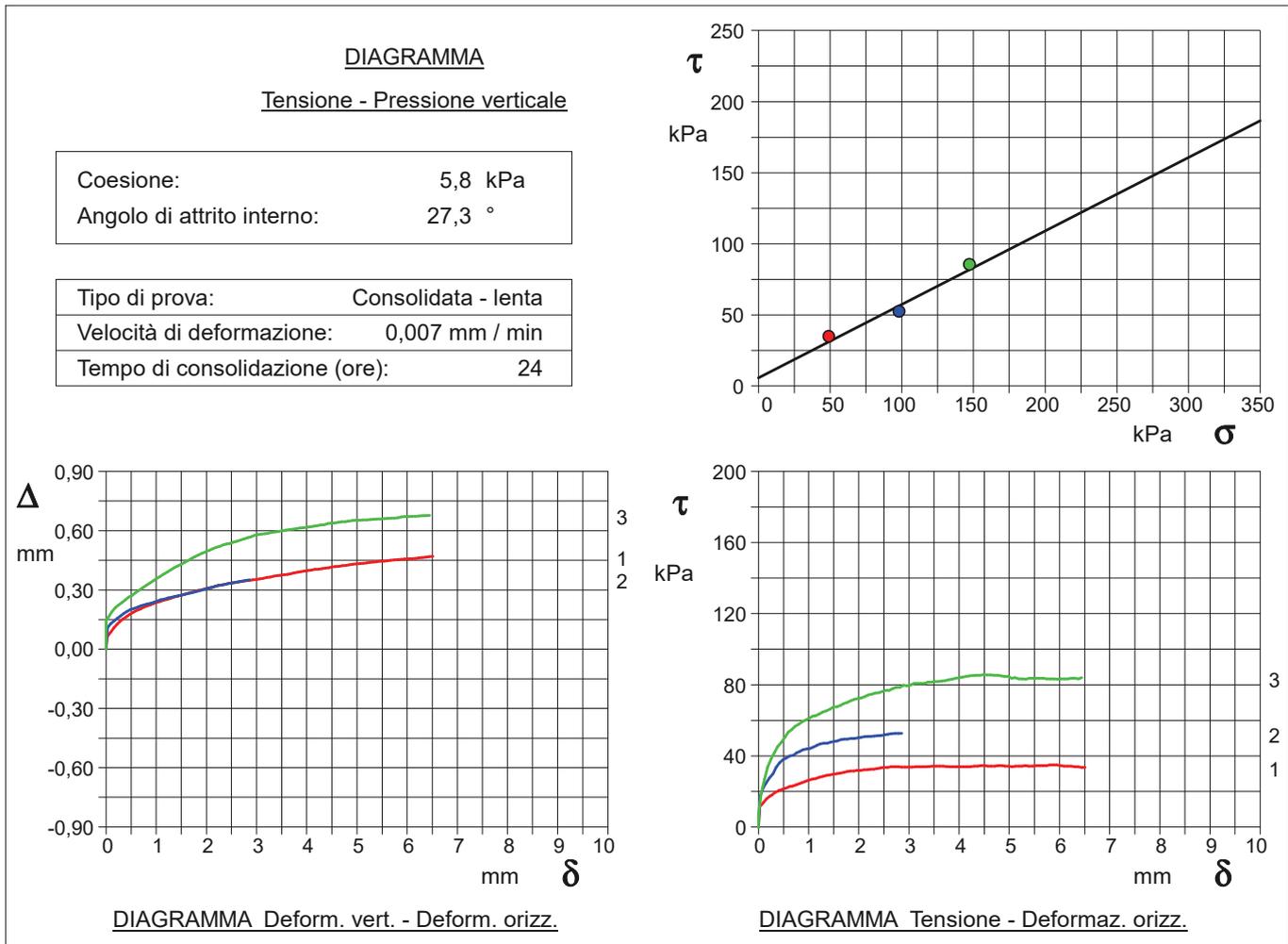
Peso di volume allo stato naturale = 17,9 kN/m³

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	7.4-7.9

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	35	53	86
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,81	2,72	4,49
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,45	0,35	0,64
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 40,5	--- 38,8	--- 28,2
Peso di volume (kN/m³):	17,6	17,5	18,7





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00235	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 19/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 19/01/18	Fine analisi: 20/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 21.0-21.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00238 Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18

DATA DI EMISSIONE: 06/02/18 Inizio analisi: 19/01/18
Apertura campione: 19/01/18 Fine analisi: 01/02/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carnignani

RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24,6 kPa				Pressione 49,2 kPa				Pressione 98,4 kPa				Pressione 196,8 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	8,4			0,02	23,0			0,02	59,1			0,02	109,7		
0,25	10,1			0,25	32,8			0,25	72,5			0,25	129,3		
0,50	10,7			0,50	34,4			0,50	75,1			0,50	133,2		
1,00	11,5			1,00	36,4			1,00	78,0			1,00	137,5		
2,00	12,6			2,00	38,9			2,00	81,7			2,00	142,4		
4,00	13,9			4,00	41,8			4,00	85,9			4,00	148,3		
8,00	15,7			8,00	45,1			8,00	90,9			8,00	154,7		
15,00	17,3			15,00	48,1			15,00	95,5			15,00	159,8		
30,00	18,7			30,00	51,0			30,00	99,5			30,00	164,4		
60,00	20,0			60,00	53,7			60,00	102,5			60,00	168,0		
120,00	21,0			120,00	55,7			120,00	104,8			120,00	170,5		
240,00	21,8			240,00	57,1			240,00	106,6			240,00	172,2		
480,00	22,5			480,00	58,1			480,00	108,2			480,00	173,9		
900,00	22,9			900,00	58,8			900,00	109,2			900,00	175,1		
1200,00	23,0			1200,00	59,0			1200,00	109,5			1200,00	175,6		
1440,00	23,0			1410,62	59,1			1413,58	109,7			1440,00	175,9		

Pressione 393,6 kPa				Pressione 787,2 kPa				Pressione 1574,4 kPa				Pressione 393,6 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	175,9			0,02	253,1	2160,00	338,8	0,02	339,3			0,02	433,5		
0,25	199,5			0,25	277,2	2700,00	339,3	0,25	365,0			0,25	422,3		
0,50	204,0			0,50	282,7			0,50	372,0			0,50	421,2		
1,00	208,8			1,00	289,1			1,00	380,1			1,02	420,0		
2,00	214,0			2,00	297,5			2,00	389,8			2,02	418,6		
4,00	220,6			4,00	306,6			4,00	400,4			4,02	417,3		
8,00	228,6			8,00	315,9			8,00	409,7			8,02	416,7		
15,00	235,5			15,00	321,5			15,00	415,6			15,02	416,3		
30,00	240,2			30,00	326,1			30,00	420,5			30,02	415,9		
60,00	243,7			60,00	328,9			60,00	424,1			60,02	415,8		
120,00	246,3			120,00	331,2			120,00	426,8			120,02	415,5		
240,00	248,5			240,00	333,5			240,00	429,0			240,02	415,4		
480,00	250,4			480,00	335,4			480,00	430,9			480,02	415,4		
900,00	252,0			900,00	337,1			900,00	432,5			900,02	415,0		
1200,00	252,7			1200,00	337,6			1200,00	433,1			1200,02	415,0		
1434,45	253,1			1440,00	338,0			1440,00	433,5			1440,02	414,7		

Pressione 98,4 kPa				Pressione 24,6 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	414,7			0,02	384,5										
0,25	404,1			0,25	382,8										
0,50	402,5			0,50	381,9										
1,00	401,0			1,00	380,8										
2,00	397,2			2,00	379,5										
4,00	394,5			4,00	377,8										
8,00	392,4			8,02	374,9										
15,00	390,7			15,02	371,9										
30,00	389,0			30,02	368,6										
60,00	388,2			60,02	365,4										
120,00	387,7			120,02	363,6										
240,00	387,5			240,02	358,7										
480,00	387,1			480,02	357,9										
900,00	384,5			900,02	357,4										
1200,00	384,5			1200,02	356,0										
1300,92	384,5			1359,73	356,0										

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	21.0-21.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	74	135	190
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,62	3,55	4,96
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,37	0,56	0,72
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,8	--- 22,5	--- 23,5
Peso di volume (kN/m³):	19,5	19,9	19,3

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	17,4 kPa
Angolo di attrito interno:	30,7 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

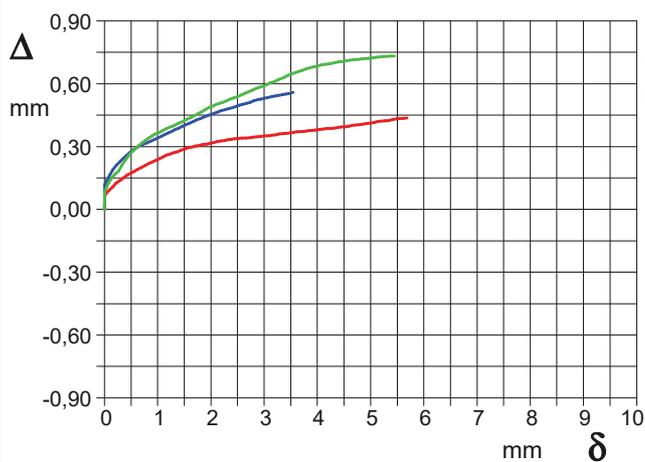
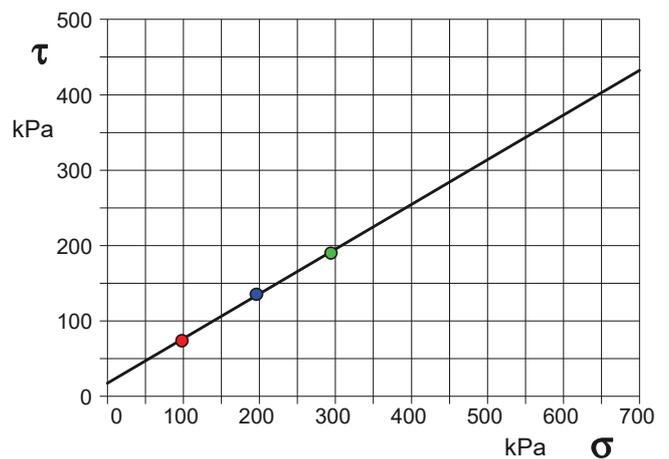


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

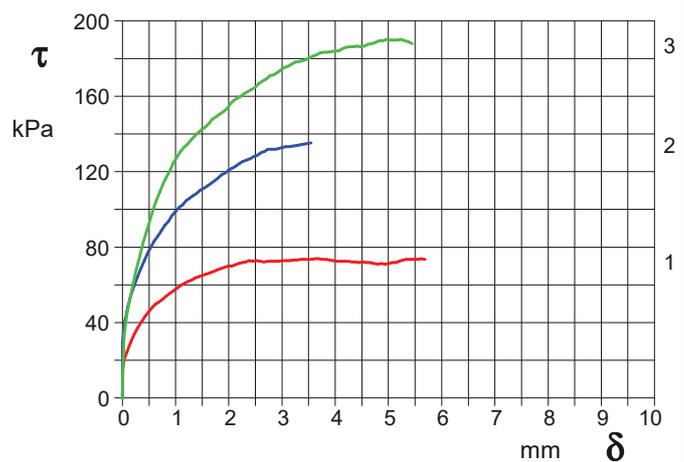


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00240	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 30/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 31/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.5-7.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 27,1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00241	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 30/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 30/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.5-7.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,5 kN/m³



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00243	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 31/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 02/02/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	6.5-7.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	34	56	81
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,59	3,99	3,11
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,18	0,27	0,32
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 28,8	--- 29,2	--- 26,4
Peso di volume (kN/m³):	19,8	19,4	19,5

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

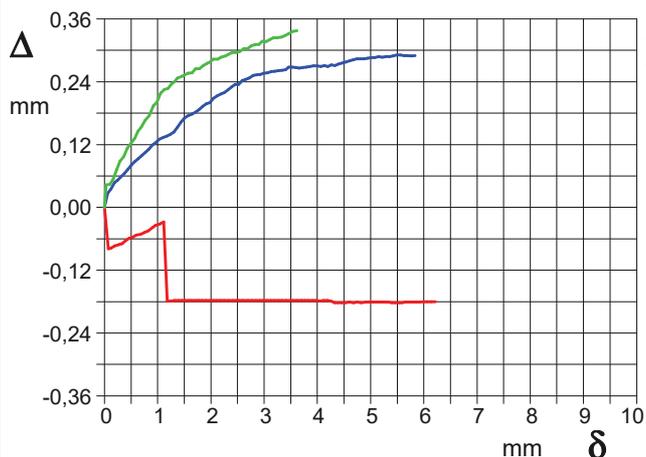
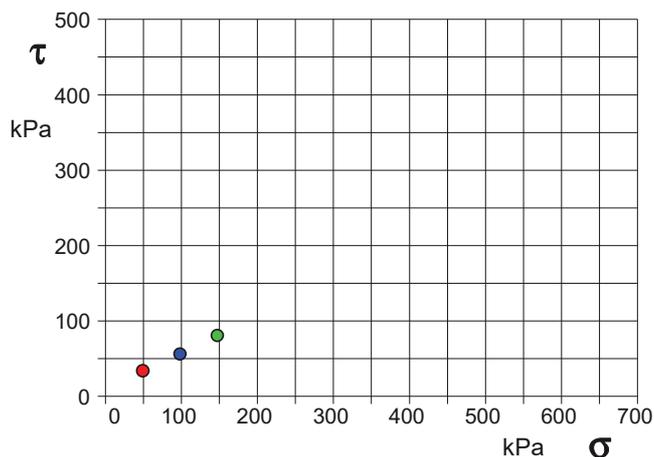


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

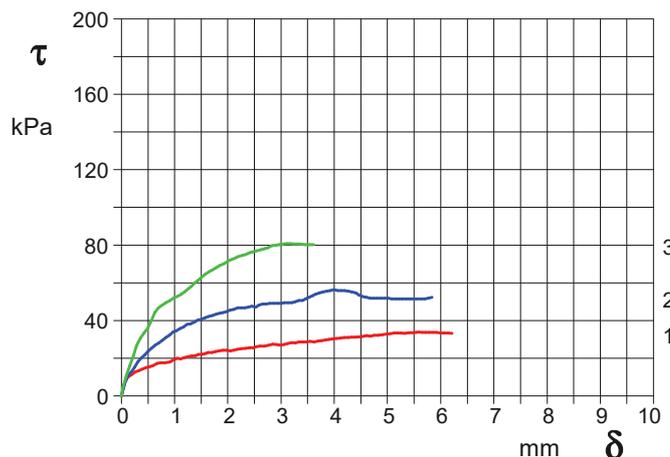


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	6.5-7.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	34	56	81
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,59	3,99	3,11
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,18	0,27	0,32
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 28,8	--- 29,2	--- 26,4
Peso di volume (kN/m³):	19,8	19,4	19,5

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	9,9 kPa
Angolo di attrito interno:	25,6 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

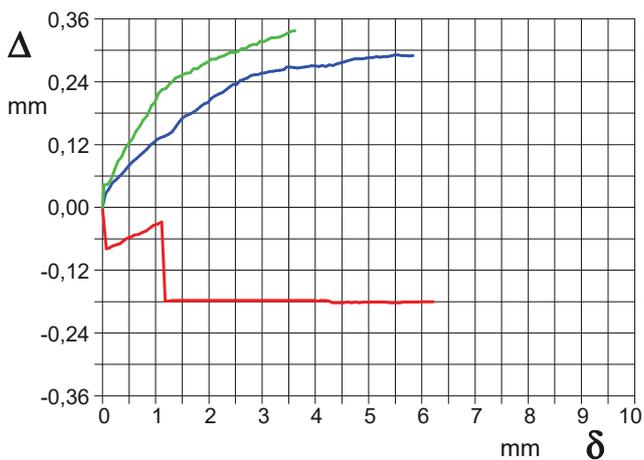
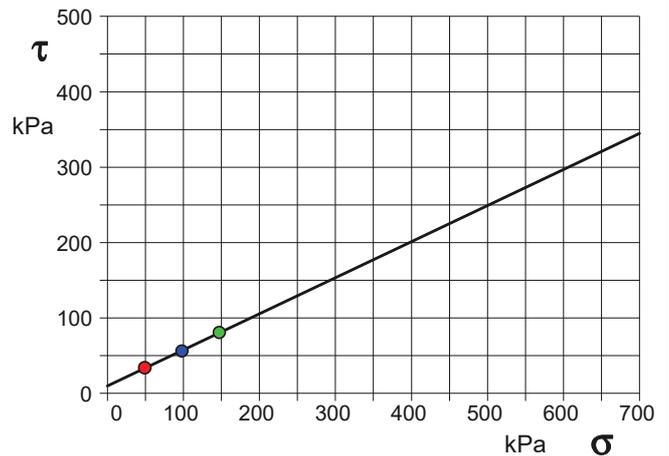


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

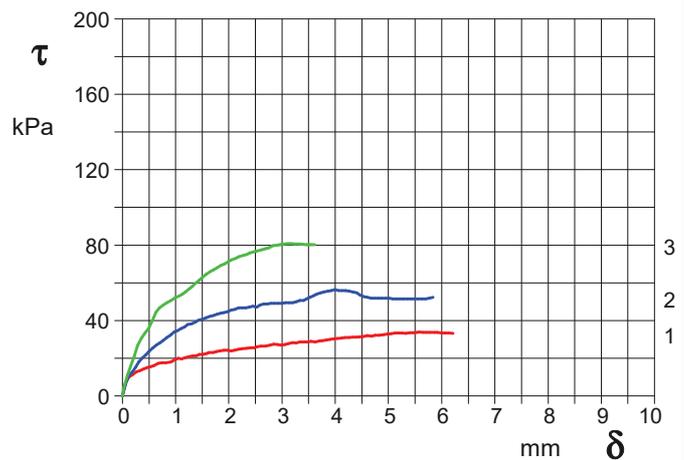


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00244	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 30/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 31/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 14.8-15.15

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 31,2 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00245	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 30/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 30/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 14.8-15.15

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,8 kN/m³



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00247	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 01/02/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 30/01/18	Fine analisi: 04/02/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carnignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 14.8-15.15	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	49
Altezza iniziale (cm)	1,980
Altezza finale (cm)	1,904
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

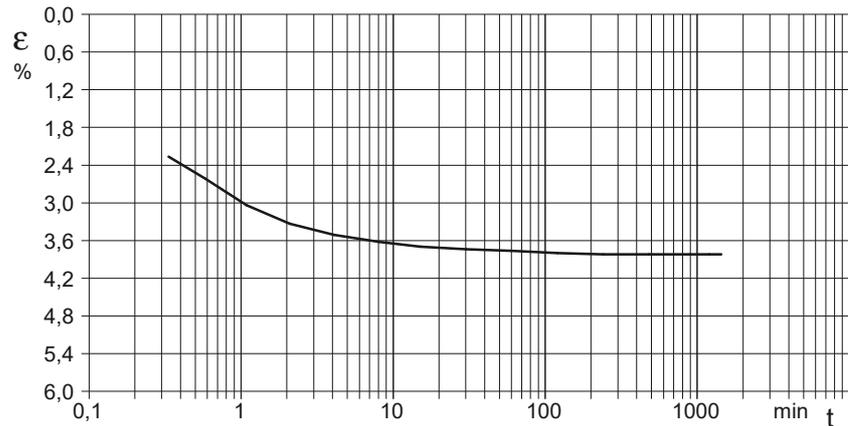


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,900
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

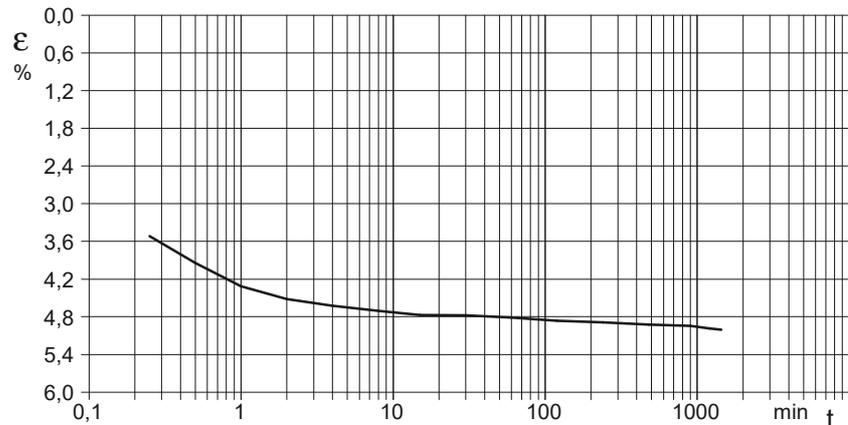
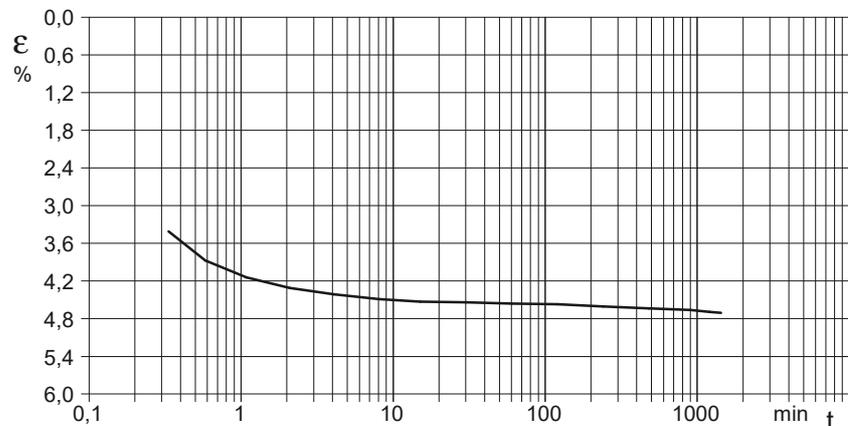


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	147
Altezza iniziale (cm)	1,970
Altezza finale (cm)	1,877
Sezione (cm ²):	36,24
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata $tf = 50 \times T_{50}$ Vs = Df / tf

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	14.8-15.15

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	24	62	76
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,12	3,52	3,68
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,14	0,16
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 27,9	--- 25,5	--- 25,3
Peso di volume (kN/m³):	19,1	19,0	18,3

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	3,2 kPa
Angolo di attrito interno:	28,2 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

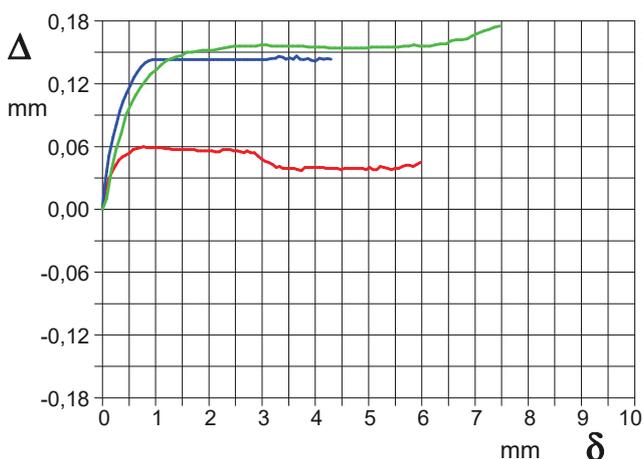
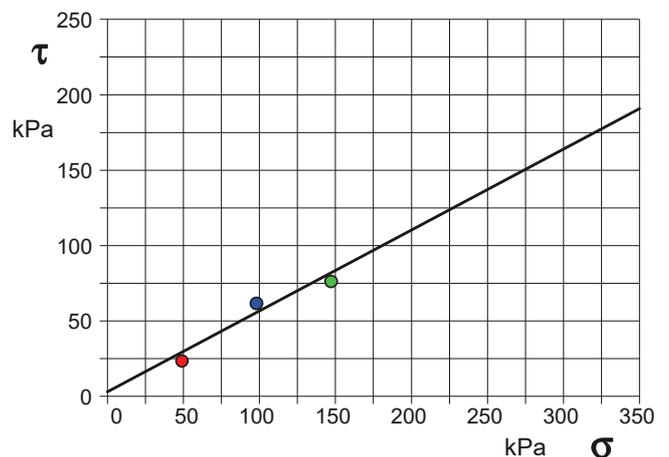


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

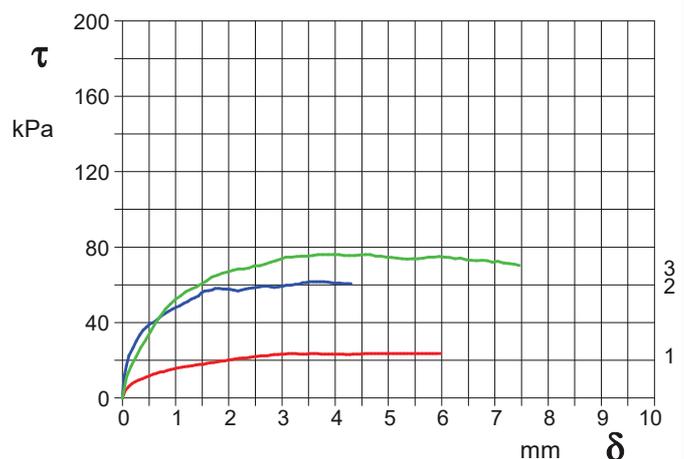


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00248	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 19/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 19/01/18	Fine analisi: 20/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 24.0-24.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 31,4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00249	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 19/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 19/01/18	Fine analisi: 19/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani		
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 24.0-24.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,0 kN/m³





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00251	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 19/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 19/01/18	Fine analisi: 20/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	33.5-34

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 26,7 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00252	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 19/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 19/01/18	Fine analisi: 19/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	33.5-34

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 17,9 kN/m³



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00253	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 06/02/18	Inizio analisi: 19/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 19 del 16/01/18		Apertura campione: 19/01/18	Fine analisi: 28/01/18

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Ponticelli - Via Francesca - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	33.5-34

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 196,8 kPa				Pressione 393,6 kPa				Pressione 787,2 kPa				Pressione 1574,4 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	14,7			0,02	56,2			0,02	112,6			0,02	184,1		
0,25	25,5			0,25	69,2			0,25	125,4			0,25	198,2		
0,50	27,3			0,50	71,2			0,50	127,5			0,50	200,5		
1,00	29,2			1,00	73,4			1,02	130,0			1,00	204,1		
2,00	31,3			2,00	76,1			2,02	133,7			2,00	208,7		
4,00	34,0			4,00	79,7			4,02	138,6			4,00	214,6		
8,00	37,3			8,00	84,3			8,02	145,2			8,00	223,2		
15,00	40,9			15,00	89,9			15,02	152,7			15,00	233,5		
30,00	45,4			30,00	96,7			30,02	162,9			30,00	245,8		
60,00	49,4			60,00	103,3			60,02	172,1			60,00	257,0		
120,00	52,4			120,00	107,7			120,02	177,7			120,00	263,8		
240,00	54,6			240,00	110,0			240,02	180,6			240,00	267,2		
480,00	55,4			480,00	111,4			480,02	182,3			480,00	269,5		
900,00	55,8			900,00	112,3			900,02	183,6			900,00	271,3		
1200,00	56,0			1200,00	112,5			1200,02	184,0			1200,00	271,8		
1440,00	56,2			1440,00	112,6			1437,77	184,1			1440,00	272,3		

Pressione 393,6 kPa				Pressione 98,4 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	272,3			0,02	238,7	2160,00	181,9								
0,25	266,1			0,25	233,0	2400,00	181,9								
0,50	264,1			0,50	231,9	2700,00	181,8								
1,00	262,8			1,00	230,2										
2,02	260,5			2,00	228,3										
4,02	257,4			4,00	225,1										
8,02	253,3			8,00	220,8										
15,02	249,0			15,00	215,4										
30,02	244,8			30,00	207,6										
60,02	241,6			60,00	198,5										
120,02	240,1			120,00	190,4										
240,02	239,6			240,00	185,6										
480,02	239,3			480,00	183,5										
900,02	238,8			900,00	182,1										
1200,02	238,7			1200,00	182,0										
1440,02	238,7			1440,00	181,8										
				1920,00	181,9										

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
 - lavoro : Realizzazione di passerella
 - località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte
 - note :

- data : 25/01/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	---	---	--	-----	----	10,20	6,0	15,0	6,0	0,47	13,0
0,40	---	---	--	0,80	----	10,40	5,0	12,0	5,0	0,40	12,0
0,60	47,0	59,0	47,0	2,07	23,0	10,60	12,0	18,0	12,0	0,53	22,0
0,80	32,0	63,0	32,0	0,93	34,0	10,80	15,0	23,0	15,0	0,80	19,0
1,00	25,0	39,0	25,0	1,13	22,0	11,00	8,0	20,0	8,0	0,67	12,0
1,20	16,0	33,0	16,0	1,00	16,0	11,20	7,0	17,0	7,0	0,67	10,0
1,40	9,0	24,0	9,0	0,87	10,0	11,40	9,0	19,0	9,0	0,80	11,0
1,60	7,0	20,0	7,0	0,73	10,0	11,60	12,0	24,0	12,0	0,87	14,0
1,80	9,0	20,0	9,0	0,80	11,0	11,80	8,0	21,0	8,0	0,53	15,0
2,00	13,0	25,0	13,0	1,07	12,0	12,00	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0
2,20	16,0	32,0	16,0	1,20	13,0	12,20	9,0	18,0	9,0	0,47	19,0
2,40	18,0	36,0	18,0	0,93	19,0	12,40	11,0	18,0	11,0	0,53	21,0
2,60	17,0	31,0	17,0	0,67	25,0	12,60	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0
2,80	26,0	36,0	26,0	0,67	39,0	12,80	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
3,00	14,0	24,0	14,0	0,80	17,0	13,00	8,0	15,0	8,0	0,60	13,0
3,20	15,0	27,0	15,0	0,67	22,0	13,20	7,0	16,0	7,0	0,53	13,0
3,40	16,0	26,0	16,0	0,47	34,0	13,40	6,0	14,0	6,0	0,60	10,0
3,60	17,0	24,0	17,0	0,47	36,0	13,60	8,0	17,0	8,0	0,40	20,0
3,80	13,0	20,0	13,0	0,33	39,0	13,80	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0
4,00	11,0	16,0	11,0	0,33	33,0	14,00	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0
4,20	10,0	15,0	10,0	0,40	25,0	14,20	9,0	16,0	9,0	0,73	12,0
4,40	9,0	15,0	9,0	0,33	27,0	14,40	9,0	20,0	9,0	0,73	12,0
4,60	12,0	17,0	12,0	0,47	26,0	14,60	51,0	62,0	51,0	1,73	29,0
4,80	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0	14,80	13,0	39,0	13,0	0,87	15,0
5,00	15,0	21,0	15,0	0,40	37,0	15,00	9,0	22,0	9,0	0,67	13,0
5,20	9,0	15,0	9,0	0,33	27,0	15,20	9,0	19,0	9,0	0,67	13,0
5,40	8,0	13,0	8,0	0,40	20,0	15,40	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0
5,60	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0	15,60	7,0	16,0	7,0	0,47	15,0
5,80	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0	15,80	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
6,00	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0	16,00	9,0	16,0	9,0	0,60	15,0
6,20	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0	16,20	8,0	17,0	8,0	0,93	9,0
6,40	11,0	17,0	11,0	0,47	24,0	16,40	27,0	41,0	27,0	0,87	31,0
6,60	13,0	20,0	13,0	0,53	24,0	16,60	9,0	22,0	9,0	0,93	10,0
6,80	17,0	25,0	17,0	0,73	23,0	16,80	8,0	22,0	8,0	0,60	13,0
7,00	13,0	24,0	13,0	0,47	28,0	17,00	24,0	33,0	24,0	1,60	15,0
7,20	16,0	23,0	16,0	0,47	34,0	17,20	24,0	48,0	24,0	0,93	26,0
7,40	11,0	18,0	11,0	0,47	24,0	17,40	13,0	27,0	13,0	1,27	10,0
7,60	7,0	14,0	7,0	0,40	17,0	17,60	10,0	29,0	10,0	0,67	15,0
7,80	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0	17,80	8,0	18,0	8,0	1,40	6,0
8,00	5,0	12,0	5,0	0,47	11,0	18,00	15,0	36,0	15,0	4,53	3,0
8,20	5,0	12,0	5,0	0,33	15,0	18,20	61,0	129,0	61,0	1,80	34,0
8,40	16,0	21,0	16,0	0,67	24,0	18,40	67,0	94,0	67,0	2,73	25,0
8,60	5,0	15,0	5,0	0,33	15,0	18,60	10,0	51,0	10,0	1,20	8,0
8,80	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0	18,80	9,0	27,0	9,0	1,07	8,0
9,00	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0	19,00	71,0	87,0	71,0	2,80	25,0
9,20	6,0	13,0	6,0	0,40	15,0	19,20	20,0	62,0	20,0	1,93	10,0
9,40	6,0	12,0	6,0	0,53	11,0	19,40	34,0	63,0	34,0	1,07	32,0
9,60	10,0	18,0	10,0	0,73	14,0	19,60	16,0	32,0	16,0	1,53	10,0
9,80	7,0	18,0	7,0	0,53	13,0	19,80	8,0	31,0	8,0	0,67	12,0
10,00	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0	20,00	11,0	21,0	11,0	0,73	15,0

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
 - lavoro : Realizzazione di passerella
 - località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte
 - note :

- data : 25/01/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,00 m da quota inizio
 - pagina : 2

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
20,20	8,0	19,0	8,0	0,60	13,0	22,60	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0
20,40	10,0	19,0	10,0	0,87	12,0	22,80	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0
20,60	12,0	25,0	12,0	0,73	16,0	23,00	11,0	20,0	11,0	0,87	13,0
20,80	7,0	18,0	7,0	0,47	15,0	23,20	13,0	26,0	13,0	0,93	14,0
21,00	9,0	16,0	9,0	0,60	15,0	23,40	15,0	29,0	15,0	0,93	16,0
21,20	7,0	16,0	7,0	1,07	7,0	23,60	13,0	27,0	13,0	1,67	8,0
21,40	6,0	22,0	6,0	1,20	5,0	23,80	16,0	41,0	16,0	1,33	12,0
21,60	7,0	25,0	7,0	0,60	12,0	24,00	18,0	38,0	18,0	1,73	10,0
21,80	9,0	18,0	9,0	0,60	15,0	24,20	18,0	44,0	18,0	2,00	9,0
22,00	12,0	21,0	12,0	0,93	13,0	24,40	18,0	48,0	18,0	1,27	14,0
22,20	7,0	21,0	7,0	0,67	10,0	24,60	20,0	39,0	20,0	-----	----
22,40	8,0	18,0	8,0	0,60	13,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Realizzazione di passerella
- località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte
- note :

- data : 25/01/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	---	---	--	-----	----	10,20	8,0	17,0	8,0	0,53	15,0
0,40	---	---	--	-----	----	10,40	5,0	13,0	5,0	0,60	8,0
0,60	---	---	--	-----	----	10,60	6,0	15,0	6,0	0,40	15,0
0,80	---	---	--	1,27	----	10,80	7,0	13,0	7,0	0,53	13,0
1,00	13,0	32,0	13,0	1,60	8,0	11,00	7,0	15,0	7,0	0,53	13,0
1,20	12,0	36,0	12,0	0,80	15,0	11,20	9,0	17,0	9,0	0,67	13,0
1,40	36,0	48,0	36,0	2,33	15,0	11,40	9,0	19,0	9,0	0,80	11,0
1,60	16,0	51,0	16,0	1,20	13,0	11,60	11,0	23,0	11,0	0,80	14,0
1,80	21,0	39,0	21,0	1,13	19,0	11,80	7,0	19,0	7,0	0,47	15,0
2,00	18,0	35,0	18,0	1,07	17,0	12,00	9,0	16,0	9,0	0,67	13,0
2,20	15,0	31,0	15,0	1,00	15,0	12,20	7,0	17,0	7,0	0,40	17,0
2,40	21,0	36,0	21,0	1,27	17,0	12,40	11,0	17,0	11,0	1,00	11,0
2,60	27,0	46,0	27,0	1,60	17,0	12,60	8,0	23,0	8,0	0,47	17,0
2,80	24,0	48,0	24,0	1,73	14,0	12,80	13,0	20,0	13,0	0,87	15,0
3,00	22,0	48,0	22,0	2,00	11,0	13,00	9,0	22,0	9,0	0,67	13,0
3,20	26,0	56,0	26,0	2,20	12,0	13,20	8,0	18,0	8,0	0,67	12,0
3,40	23,0	56,0	23,0	2,00	12,0	13,40	8,0	18,0	8,0	0,73	11,0
3,60	21,0	51,0	21,0	1,40	15,0	13,60	6,0	17,0	6,0	0,53	11,0
3,80	17,0	38,0	17,0	1,13	15,0	13,80	13,0	21,0	13,0	0,47	28,0
4,00	14,0	31,0	14,0	0,73	19,0	14,00	7,0	14,0	7,0	0,40	17,0
4,20	13,0	24,0	13,0	0,67	19,0	14,20	6,0	12,0	6,0	0,47	13,0
4,40	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0	14,40	8,0	15,0	8,0	0,67	12,0
4,60	7,0	16,0	7,0	0,47	15,0	14,60	8,0	18,0	8,0	1,73	5,0
4,80	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0	14,80	22,0	48,0	22,0	0,87	25,0
5,00	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0	15,00	17,0	30,0	17,0	1,07	16,0
5,20	6,0	15,0	6,0	0,47	13,0	15,20	8,0	24,0	8,0	0,53	15,0
5,40	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0	15,40	8,0	16,0	8,0	0,67	12,0
5,60	8,0	16,0	8,0	0,33	24,0	15,60	9,0	19,0	9,0	0,80	11,0
5,80	8,0	13,0	8,0	0,53	15,0	15,80	10,0	22,0	10,0	1,00	10,0
6,00	11,0	19,0	11,0	0,73	15,0	16,00	19,0	34,0	19,0	0,80	24,0
6,20	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0	16,20	10,0	22,0	10,0	0,73	14,0
6,40	14,0	25,0	14,0	0,53	26,0	16,40	9,0	20,0	9,0	0,80	11,0
6,60	15,0	23,0	15,0	0,87	17,0	16,60	9,0	21,0	9,0	0,67	13,0
6,80	22,0	35,0	22,0	1,40	16,0	16,80	9,0	19,0	9,0	0,47	19,0
7,00	15,0	36,0	15,0	0,80	19,0	17,00	9,0	16,0	9,0	0,27	34,0
7,20	15,0	27,0	15,0	0,93	16,0	17,20	18,0	22,0	18,0	1,07	17,0
7,40	15,0	29,0	15,0	0,87	17,0	17,40	8,0	24,0	8,0	0,87	9,0
7,60	16,0	29,0	16,0	1,00	16,0	17,60	19,0	32,0	19,0	0,87	22,0
7,80	12,0	27,0	12,0	1,00	12,0	17,80	25,0	38,0	25,0	1,73	14,0
8,00	8,0	23,0	8,0	0,33	24,0	18,00	32,0	58,0	32,0	1,13	28,0
8,20	24,0	29,0	24,0	0,93	26,0	18,20	9,0	26,0	9,0	0,60	15,0
8,40	18,0	32,0	18,0	0,73	25,0	18,40	20,0	29,0	20,0	0,93	21,0
8,60	6,0	17,0	6,0	0,40	15,0	18,60	33,0	47,0	33,0	1,53	22,0
8,80	5,0	11,0	5,0	0,40	12,0	18,80	37,0	60,0	37,0	1,87	20,0
9,00	5,0	11,0	5,0	0,40	12,0	19,00	36,0	64,0	36,0	1,80	20,0
9,20	5,0	11,0	5,0	0,47	11,0	19,20	13,0	40,0	13,0	2,60	5,0
9,40	6,0	13,0	6,0	0,53	11,0	19,40	47,0	86,0	47,0	2,00	24,0
9,60	9,0	17,0	9,0	0,67	13,0	19,60	30,0	60,0	30,0	2,13	14,0
9,80	8,0	18,0	8,0	0,73	11,0	19,80	16,0	48,0	16,0	1,33	12,0
10,00	7,0	18,0	7,0	0,60	12,0	20,00	11,0	31,0	11,0	0,80	14,0

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
 - lavoro : Realizzazione di passerella
 - località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte
 - note :

- data : 25/01/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,00 m da quota inizio
 - pagina : 2

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
20,20	13,0	25,0	13,0	0,80	16,0	24,00	14,0	28,0	14,0	0,73	19,0
20,40	11,0	23,0	11,0	0,73	15,0	24,20	15,0	26,0	15,0	1,00	15,0
20,60	12,0	23,0	12,0	0,80	15,0	24,40	14,0	29,0	14,0	1,00	14,0
20,80	10,0	22,0	10,0	0,73	14,0	24,60	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0
21,00	9,0	20,0	9,0	0,67	13,0	24,80	16,0	32,0	16,0	0,93	17,0
21,20	10,0	20,0	10,0	0,80	12,0	25,00	18,0	32,0	18,0	1,33	13,0
21,40	11,0	23,0	11,0	1,20	9,0	25,20	19,0	39,0	19,0	1,53	12,0
21,60	11,0	29,0	11,0	1,07	10,0	25,40	20,0	43,0	20,0	1,07	19,0
21,80	9,0	25,0	9,0	0,73	12,0	25,60	21,0	37,0	21,0	1,87	11,0
22,00	9,0	20,0	9,0	0,67	13,0	25,80	24,0	52,0	24,0	1,67	14,0
22,20	9,0	19,0	9,0	0,67	13,0	26,00	24,0	49,0	24,0	1,60	15,0
22,40	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0	26,20	22,0	46,0	22,0	1,87	12,0
22,60	9,0	18,0	9,0	0,60	15,0	26,40	18,0	46,0	18,0	1,47	12,0
22,80	11,0	20,0	11,0	0,73	15,0	26,60	17,0	39,0	17,0	1,13	15,0
23,00	13,0	24,0	13,0	0,73	18,0	26,80	17,0	34,0	17,0	1,27	13,0
23,20	16,0	27,0	16,0	1,20	13,0	27,00	17,0	36,0	17,0	2,27	8,0
23,40	17,0	35,0	17,0	0,93	18,0	27,20	21,0	55,0	21,0	1,33	16,0
23,60	14,0	28,0	14,0	0,93	15,0	27,40	20,0	40,0	20,0	2,00	10,0
23,80	15,0	29,0	15,0	0,93	16,0	27,60	19,0	49,0	19,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

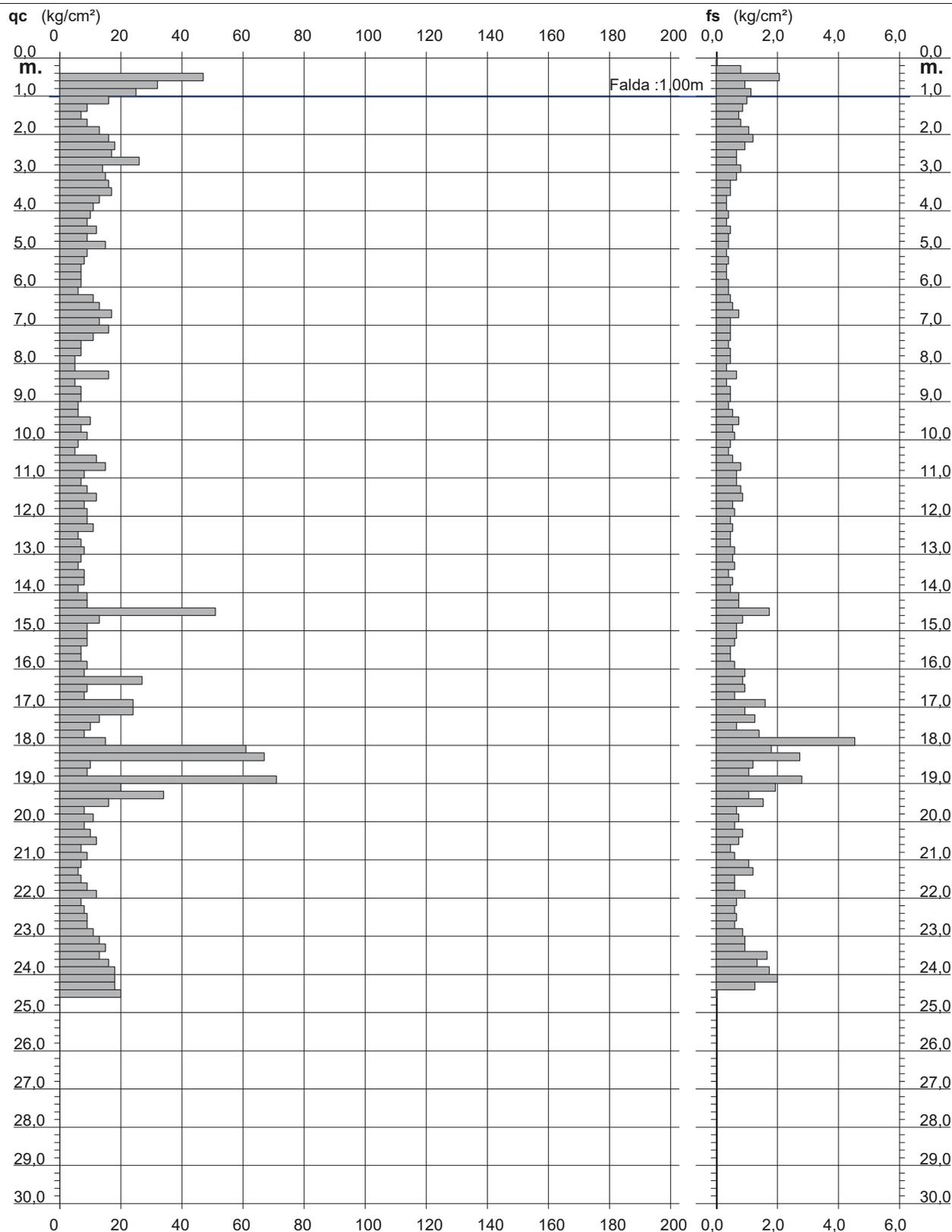
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Realizzazione di passerella
- località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte

- data : 25/01/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150



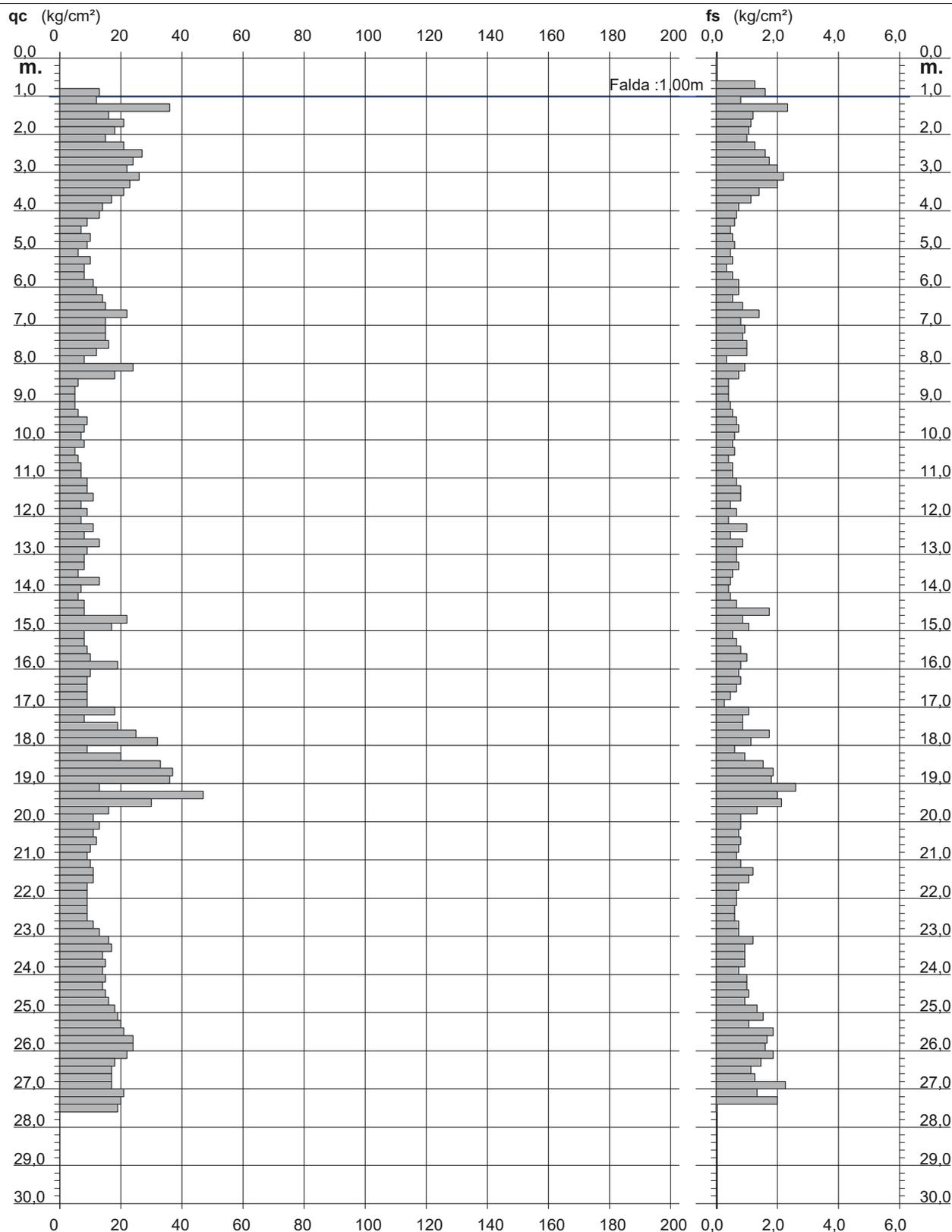
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Realizzazione di passerella
- località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte

- data : 25/01/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150



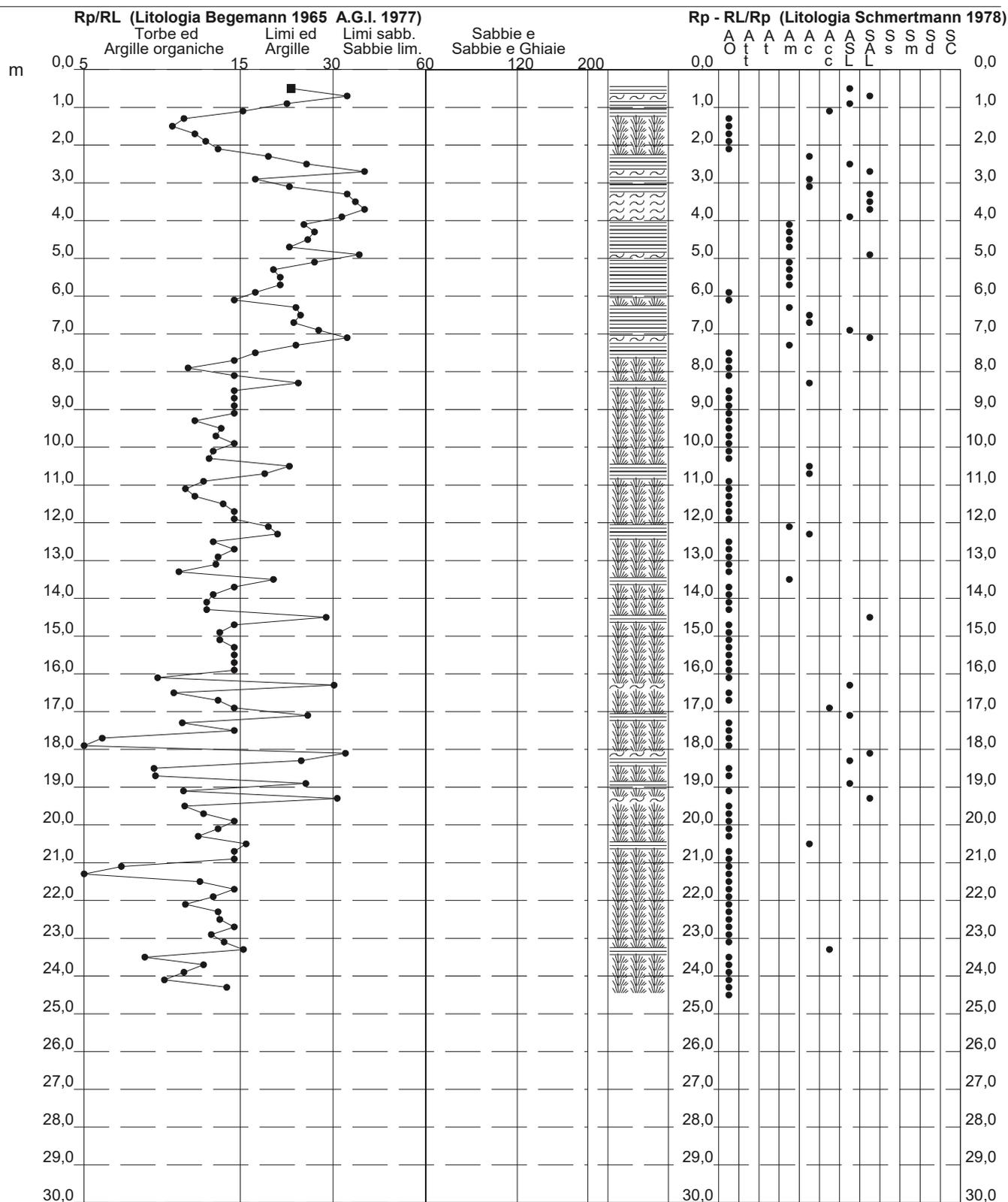
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
 - lavoro : Realizzazione di passerella
 - località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte
 - note :

- data : 25/01/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,00 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150



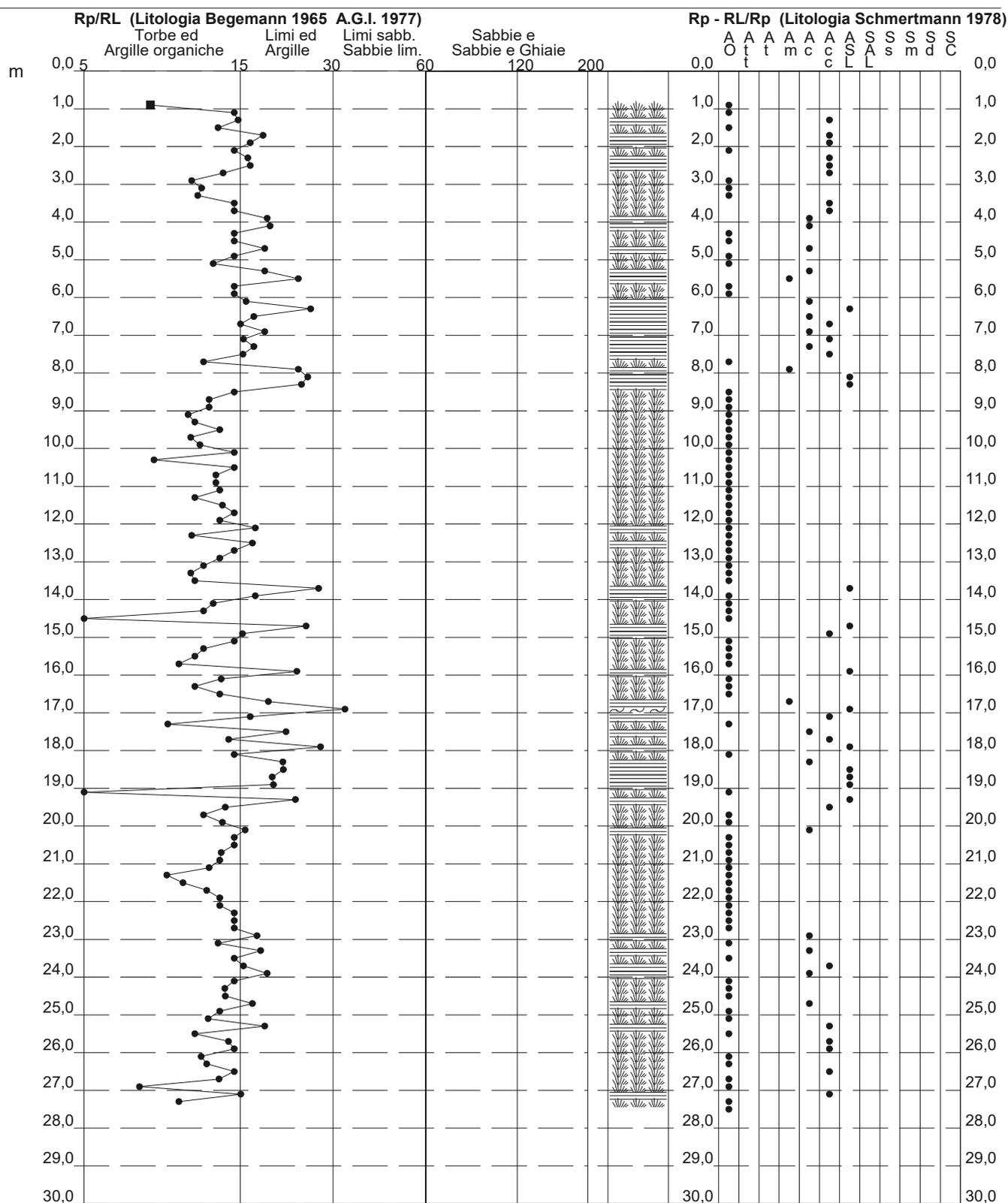
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
 - lavoro : Realizzazione di passerella
 - località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte
 - note :

- data : 25/01/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,00 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Realizzazione di passerella
- località : loc. Ponticelli - Santa Maria a Monte
- note :

- data : 25/01/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- pagina : 2

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
20,20	8	13	2////	0,86	1,71	0,40	1,0	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,40	10	12	2////	0,90	1,73	0,50	1,3	295	442	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,60	12	16	2////	0,92	1,75	0,57	1,5	332	498	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,80	7	15	1***	0,46	1,76	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,00	9	15	2////	0,88	1,78	0,45	1,1	268	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,20	7	7	1***	0,46	1,79	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,40	6	5	1***	0,46	1,80	0,30	0,7	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,60	7	12	1***	0,46	1,81	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,80	9	15	2////	0,88	1,82	0,45	1,1	269	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,00	12	13	2////	0,92	1,84	0,57	1,5	334	502	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,20	7	10	1***	0,46	1,85	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,40	8	13	2////	0,86	1,87	0,40	0,9	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,60	9	13	2////	0,88	1,89	0,45	1,0	269	404	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,80	9	15	2////	0,88	1,90	0,45	1,0	270	404	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,00	11	13	2////	0,91	1,92	0,54	1,3	317	476	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,20	13	14	2////	0,93	1,94	0,60	1,5	354	530	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,40	15	16	2////	0,95	1,96	0,67	1,6	385	578	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,60	13	8	2////	0,93	1,98	0,60	1,4	354	532	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,80	16	12	2////	0,96	2,00	0,70	1,7	400	601	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24,00	18	10	2////	0,98	2,02	0,75	1,8	427	640	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24,20	18	9	2////	0,98	2,04	0,75	1,8	428	641	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24,40	18	14	2////	0,98	2,06	0,75	1,8	428	642	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24,60	20	--	4/:/:	0,93	2,07	0,80	1,9	452	678	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60	--

COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE (PI)



Indagine geofisica down hole eseguita in loc. Ponticelli
per la realizzazione di passerella pedonale

Comm.te:

AMM. COMUNALE DI SANTA MARIA A MONTE

Febbraio 2018

Indagine geofisica down hole eseguita in loc. Ponticelli per la realizzazione di passerella pedonale

Comm.te: AMM. COMUNALE DI SANTA MARIA A MONTE

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine sismica "down hole" eseguita, su incarico della committenza, in loc. Ponticelli nel comune di Santa Maria a Monte per l'intervento di realizzazione di passerella pedonale.

Le misure sono state effettuate all'interno di un sondaggio geognostico attrezzato per l'esecuzione di prove down-hole, che sono state eseguite nel tratto compreso tra 32 m di profondità ed il piano di campagna.

GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE DOWN HOLE

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente rivestito (figura 1).

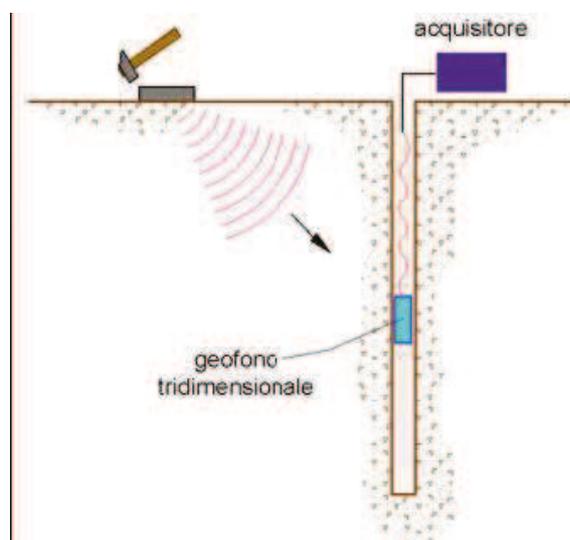


Figura 1 - Schema down hole ad un solo ricevitore

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;

- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4) un trasduttore (trigger) per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante rivestimento o di fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente $\phi < 15$ cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC pesante da piezometri ϕ 80 mm, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e talvolta bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di iniziare l'indagine è opportuno assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

La sorgente consiste in una piastra (di alluminio, acciaio, legno, ...) per l'energizzazione delle onde V_p che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 3,0 m; alla stessa distanza è posta la trave di battuta per l'energizzazione delle onde V_s , orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro.

Alla sorgente (mazza di battuta od esplosivo) è agganciato il trasduttore di velocità o l'interruttore meccanico utilizzato come trigger.

A questo punto il ricevitore viene assicurato alla parete del tubo di rivestimento in PVC mediante il dispositivo ad aria compressa integrato nel geofono tridimensionale, e le sorgenti vengono colpite rispettivamente in senso verticale (per generare onde di compressione P) e lateralmente (generando onde di taglio SH); al momento dell'energizzazione, con massa battente da almeno 5 kg, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni, la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

Interpretazione - Metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 2), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

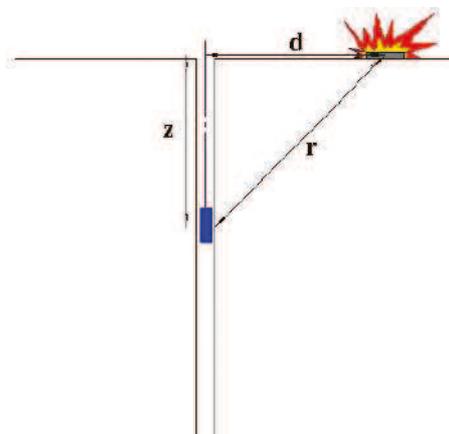


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico t_{corr} - z in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 3).

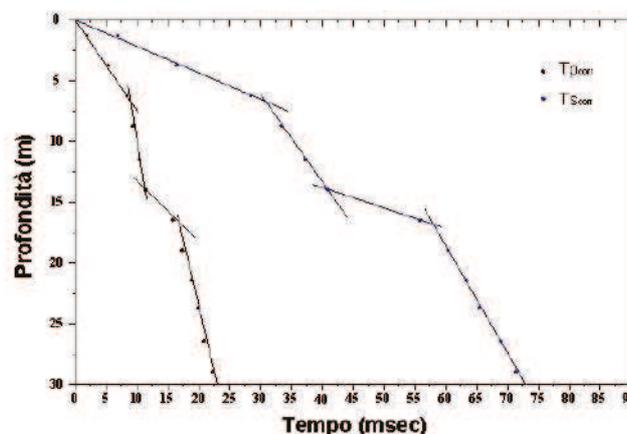


Figura 3 – Grafico delle dromocrone

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità e i seguenti parametri:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu = (0,5 (V_p/V_s)^2 - 1) / ((V_p/V_s)^2 - 1)$$

2) modulo di Young medio:

$$E = V_s^2 \gamma ((3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2))$$

3) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$K = \gamma (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

Interpretazione - Metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 4) posti a differente profondità consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo).

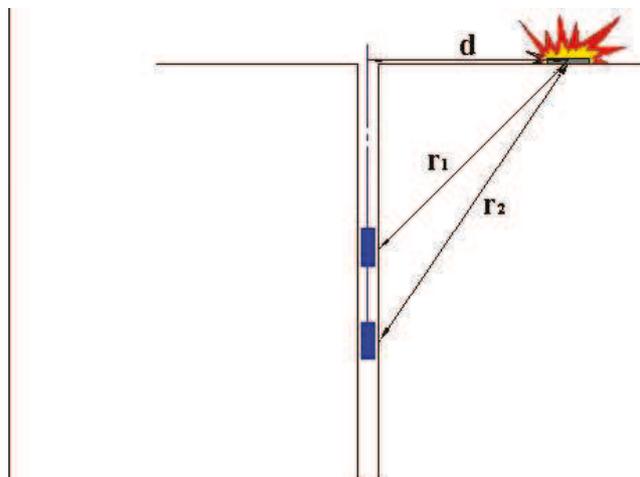


Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità di intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$v_{p,s} = \frac{r_2 - r_1}{t_{2corr} - t_{1corr}}$$

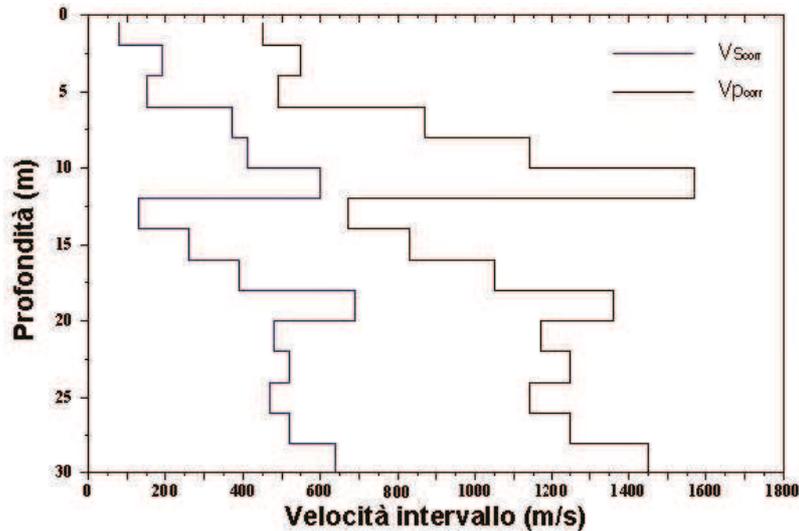


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

I limiti del metodo intervallo sono :

- esso non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- non applicabile nel caso in cui $t_{2corr} < t_{1corr}$.

ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura *AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 Sismic Unit"*, avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
 - 25 msec (191 punti)
 - 50 msec (383 punti)
 - 100 msec (1530 punti)

- 200 msec (3060 punti)
- 400 msec (6121 punti)
- 1000 msec
- . sampling: 130 micro/sec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati □ "ECHO 2002" vers. 7.00.

L'attrezzatura □ completata da geofono down hole tridimensionale con bombola di aria compressa per il "packer" di ancoraggio, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter e/o cannoncino per cartucce industriali con geofono starter per le onde *Sp*, cavo trigger da 200 m montato su rullo e trave di battuta per le onde *Sh*.

Le energizzazioni sono state eseguite a 3.00 m dall'asse del foro con rilievo delle onde sismiche *Sp* ed *Sh*. Il canale 1 del sismografo □ stato utilizzato per l'acquisizione delle onde *Vp*, con tempo di acquisizione 200 msec, mentre i canali 2 e 3 sono stati utilizzati per l'acquisizione delle onde *Vs* collegandosi ai due sensori ortogonali del geofono tridimensionale, con tempo di acquisizione 200 msec.

L'acquisizione □ iniziata da - 32 m da p.c., fino alla quota di -1 m da p.c.

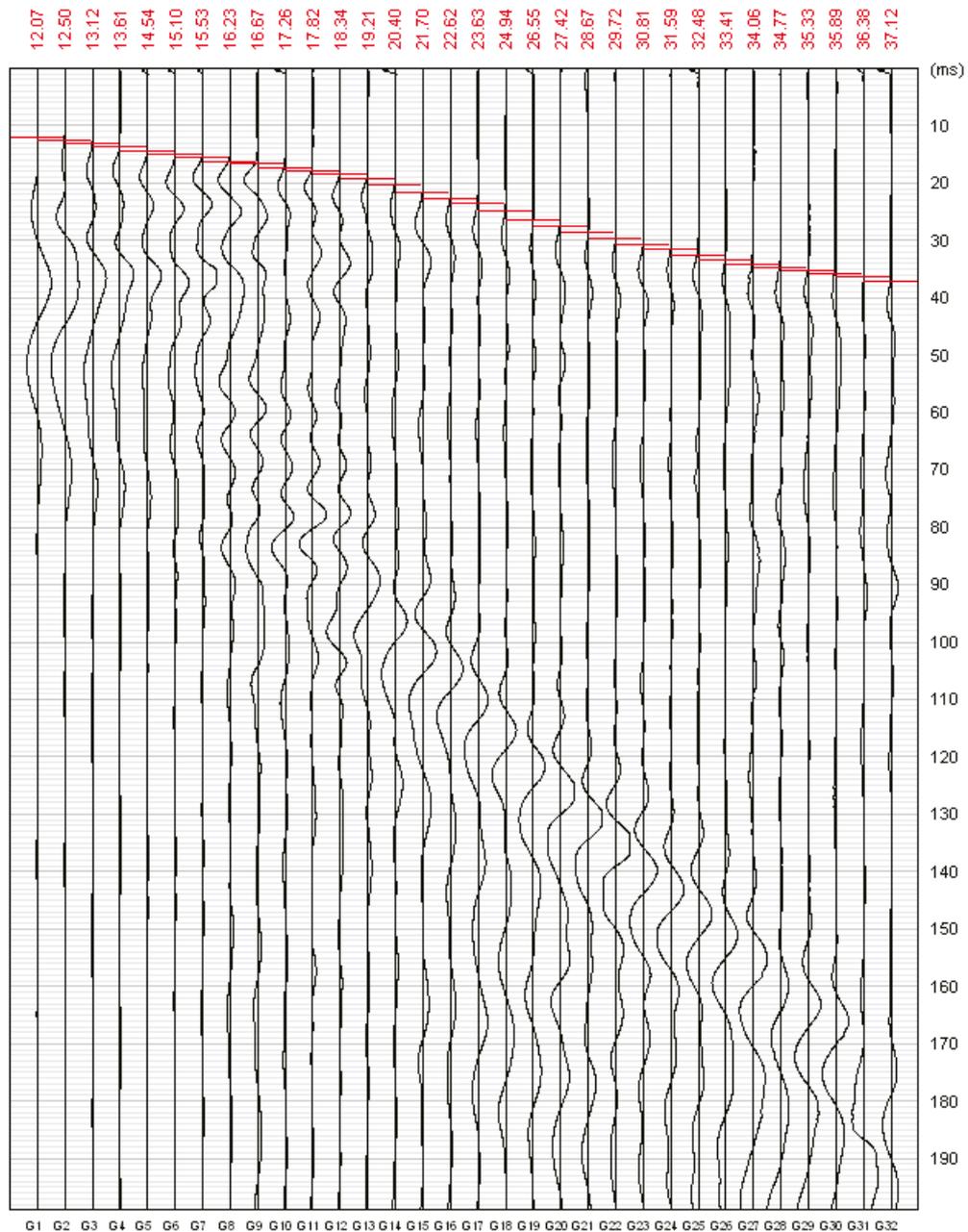
INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati □ stato utilizzato il software *Intersism 2.0* della *geo&soft international*. Tale programma □ in grado di operare direttamente con i dati della strumentazione *Ambrogeo* (*.dat *.sgy) per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone* (*travel-time curves*).

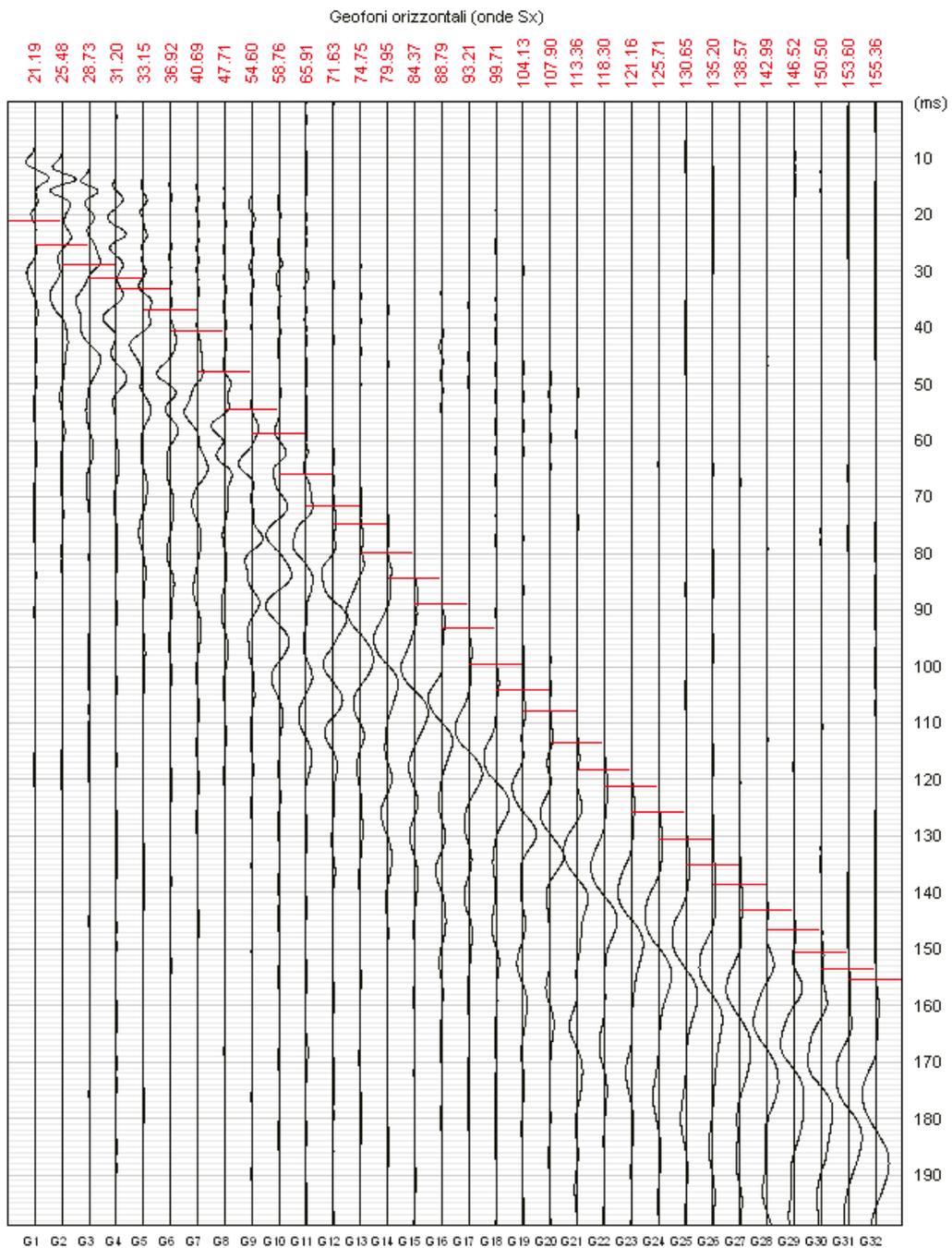
Il calcolo □ stato eseguito con il metodo dell'intercetta, che nel caso specifico si □ dimostrato efficace ed adatto. Nella pagine che seguono sono quindi riportati i diagrammi relativi alle dromocrone (primi arrivi) relativi alle onde P ed onde S, la ricostruzione stratigrafica che ne deriva, e l'interpretazione completa dei dati sismici. Si ricorda che la stratigrafia sismica pu□ non corrispondere esattamente con quella geologica e geotecnica, dato che essa considera maggiormente le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che la stratigrafia caratteristica.

Realizzazione di passerella pedonale
loc. Ponticelli, S.M. a Monte
Comm.te: Amm. Comunale di Santa Maria a Monte

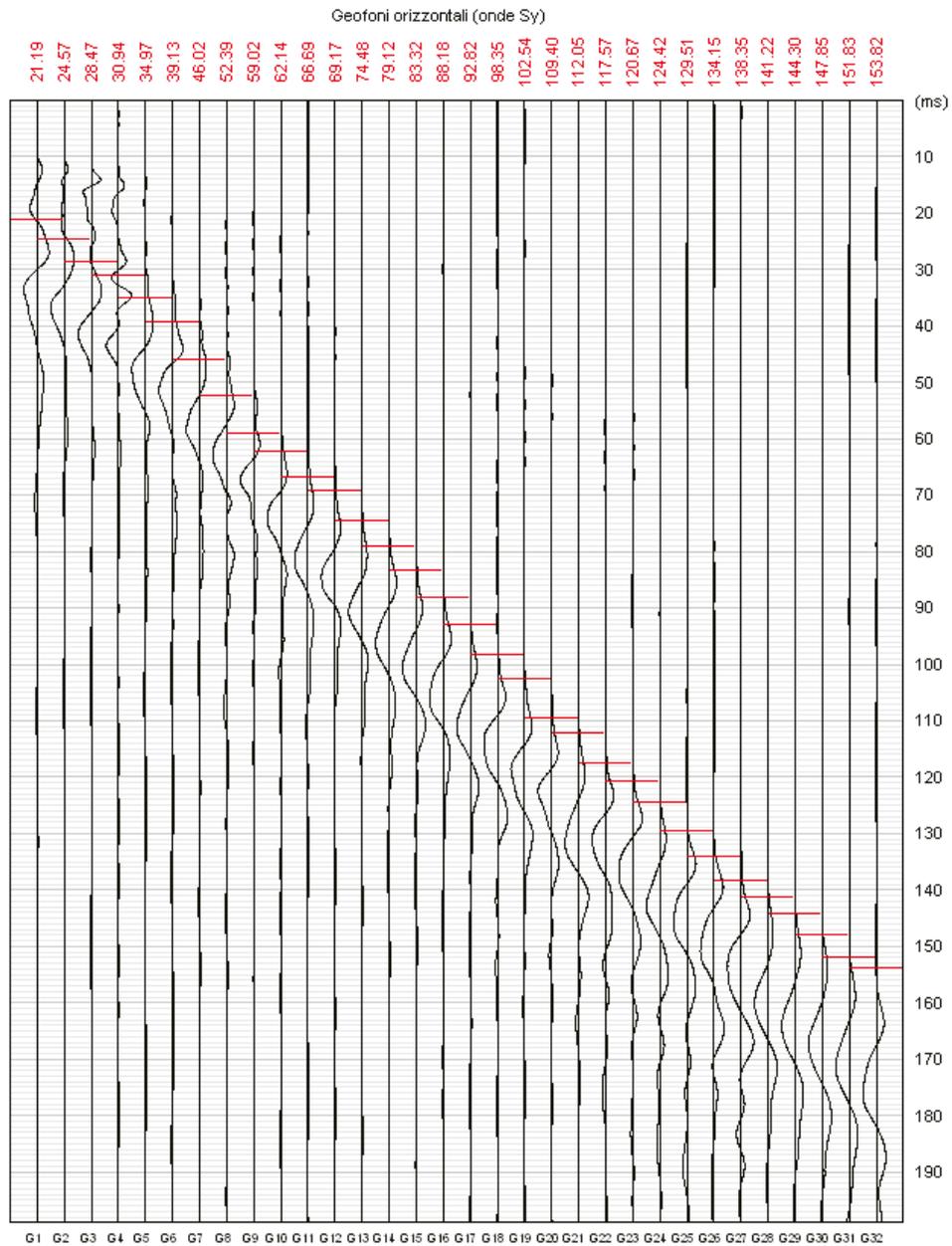
Geofoni verticali (onde P)



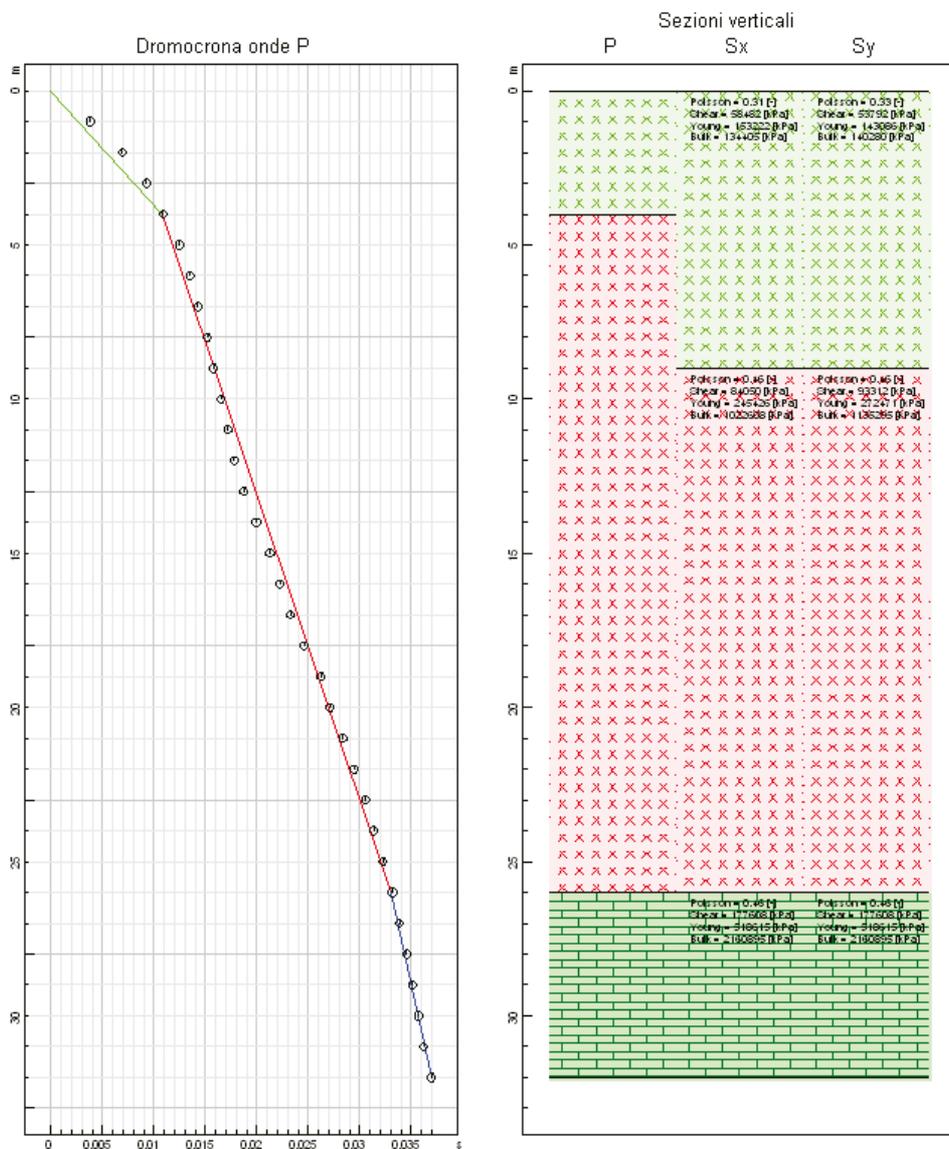
Realizzazione di passerella pedonale
loc. Ponticelli, S.M. a Monte
Comm.te: Amm. Comunale di Santa Maria a Monte



Realizzazione di passerella pedonale
loc. Ponticelli, S.M. a Monte
Comm.te: Amm. Comunale di Santa Maria a Monte

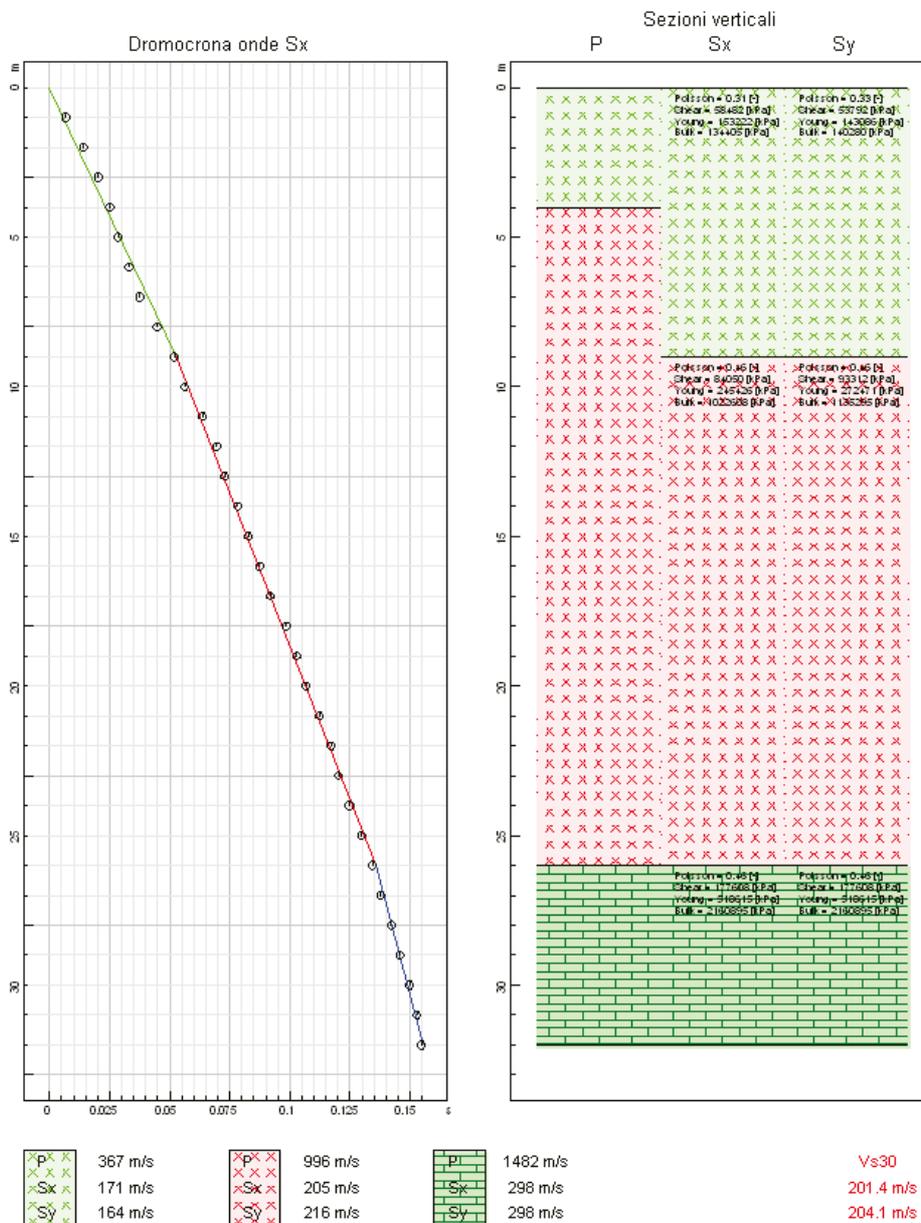


Realizzazione di passerella pedonale
 loc. Ponticelli, S.M. a Monte
 Comm.te: Amm. Comunale di Santa Maria a Monte

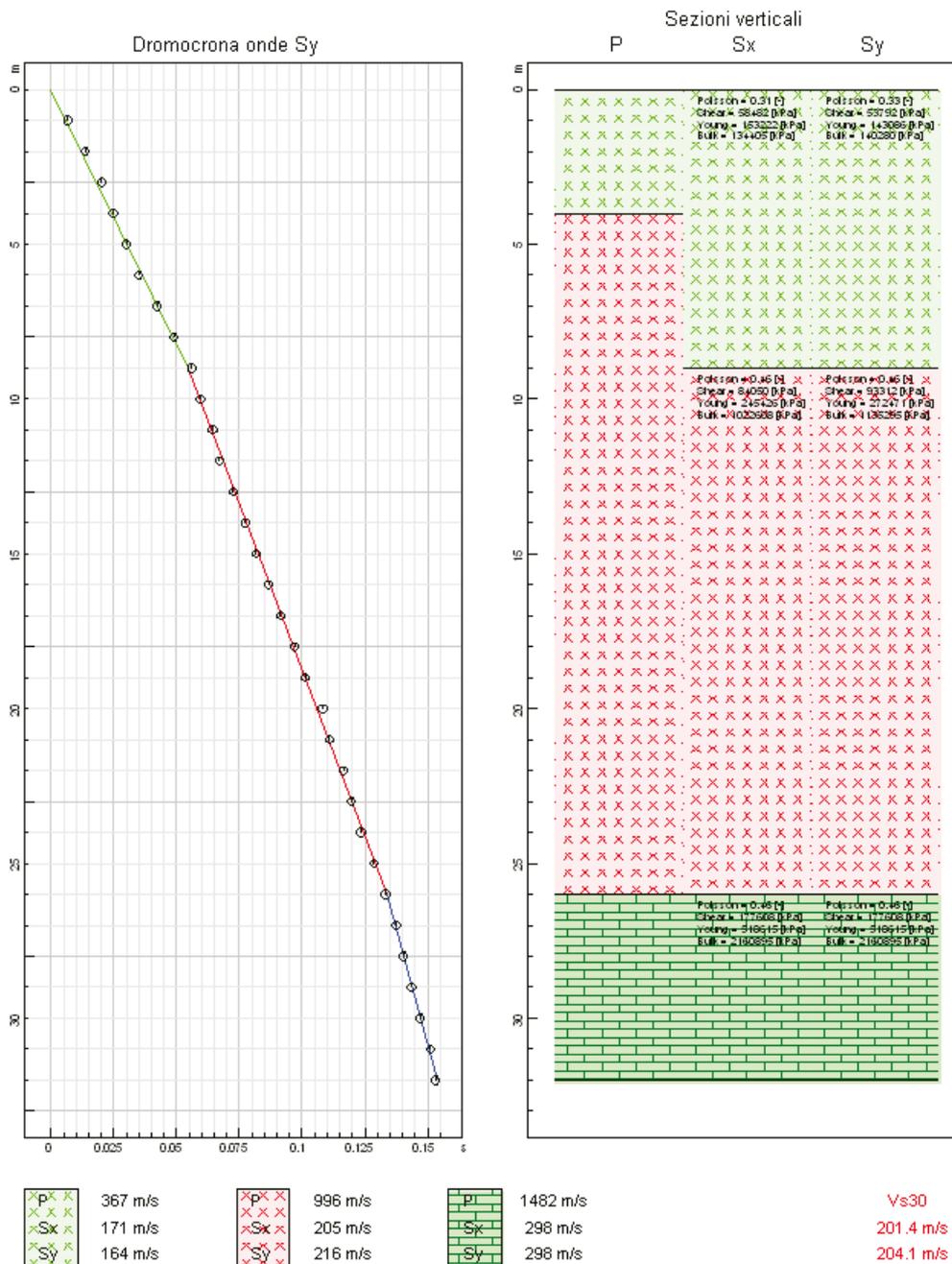


	367 m/s		996 m/s		1482 m/s	
	171 m/s		205 m/s		298 m/s	Vs30
	164 m/s		216 m/s		298 m/s	201.4 m/s
						204.1 m/s

Realizzazione di passerella pedonale
 loc. Ponticelli, S.M. a Monte
 Comm.te: Amm. Comunale di Santa Maria a Monte



Realizzazione di passerella pedonale
 loc. Ponticelli, S.M. a Monte
 Comm.te: Amm. Comunale di Santa Maria a Monte



ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Realizzazione di passerella pedonale
loc. Ponticelli, S.M. a Monte
Comm.te: Amm. Comunale di Santa Maria a Monte

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 3.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	12.07	21.19	21.19	3.82	6.70	6.70
2	2.00	12.50	25.48	24.57	6.93	14.13	13.63
3	3.00	13.12	28.73	28.47	9.28	20.32	20.13
4	4.00	13.61	31.20	30.94	10.89	24.96	24.75
5	5.00	14.54	33.15	34.97	12.47	28.43	29.99
6	6.00	15.10	36.92	39.13	13.50	33.02	35.00
7	7.00	15.53	40.69	46.02	14.27	37.40	42.30
8	8.00	16.23	47.71	52.39	15.20	44.67	49.05
9	9.00	16.67	54.60	59.02	15.81	51.80	55.99
10	10.00	17.26	58.76	62.14	16.53	56.28	59.52
11	11.00	17.82	65.91	66.69	17.19	63.59	64.34
12	12.00	18.34	71.63	69.17	17.80	69.49	67.11
13	13.00	19.21	74.75	74.48	18.72	72.84	72.57
14	14.00	20.40	79.95	79.12	19.94	78.18	77.36
15	15.00	21.70	84.37	83.32	21.28	82.73	81.70
16	16.00	22.62	88.79	88.18	22.23	87.27	86.67
17	17.00	23.63	93.21	92.82	23.27	91.79	91.41
18	18.00	24.94	99.71	98.35	24.60	98.35	97.01
19	19.00	26.55	104.13	102.54	26.23	102.86	101.29
20	20.00	27.42	107.90	109.40	27.12	106.71	108.18
21	21.00	28.67	113.36	112.05	28.38	112.22	110.92
22	22.00	29.72	118.30	117.57	29.45	117.22	116.49
23	23.00	30.81	121.16	120.67	30.55	120.14	119.65
24	24.00	31.59	125.71	124.42	31.35	124.74	123.46
25	25.00	32.48	130.65	129.51	32.25	129.72	128.58
26	26.00	33.41	135.20	134.15	33.19	134.31	133.26
27	27.00	34.06	138.57	138.35	33.85	137.72	137.50
28	28.00	34.77	142.99	141.22	34.57	142.17	140.42
29	29.00	35.33	146.52	144.30	35.14	145.75	143.53
30	30.00	35.89	150.50	147.85	35.71	149.75	147.12
31	31.00	36.38	153.60	151.83	36.21	152.88	151.12
32	32.00	37.12	155.36	153.82	36.96	154.68	153.14

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	367
2	26	996
3	32	1482

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	9	171	0.31	58482.0	153222	134405
2	26	205	0.46	84050.0	245426	1022608
3	32	298	0.46	177608..	518615	2160896

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	9	164	0.33	53792.0	143086	140280
2	26	216	0.46	93312.0	272471	1135296
3	32	298	0.46	177608..	518615	2160896

VELOCITA' MEDIE VS30

Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale Sx	201.4
orizzontale Sy	204.1

Dai dati riportati nelle tavole e nei tabulati allegati si fa riferimento a valori delle velocità delle onde Sh di circa 171 m/s per uno spessore di circa 9,0 m; al di sotto di tale profondità si evidenzia un incremento della velocità delle onde longitudinali con velocità pari a circa 205 m/s fino ad una profondità di circa 26.0 m da p.c.; dalla profondità di 26.0 m e fino alla profondità di 32.0 m si evidenzia un ulteriore incremento della velocità delle onde di taglio pari a circa 298 m/s.

I valori delle velocità delle onde P ricalcano l'andamento generale delle onde Sh; nello specifico i valori delle velocità delle onde P risulta essere pari circa 367 m/s fino alla profondità di circa 4.0 m dove si evidenzia un importante aumento della velocità pari a circa 996 m/s fino alla profondità di circa 26.0 m; al di sotto di tale profondità si osserva un ulteriore incremento delle velocità delle onde di taglio con velocità di circa 1482 m/s fino alla profondità di 32.0 m da p.c..

S **05 F** **2018.**

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
 Loc. Biagioni, 60 - 55010 Spianate (LU)
 Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
 C.F. e P.IVA 02019570460
 Geol. **M** **B**
 Capitale versato € 12.000,00

