CITTA' METROPOLITANA
DI FIRENZE

PARCHEGGIO SCAMBIATORE IN LOCALITA' BADIA A SETTIMO E PASSERELLA CICLO-PEDONALE

di collegamento con la stazione ferroviaria di San Donnino

LOTTO 1 PASSERELLA CICLO-PEDONALE



PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Geologica e Geotecnica

Elaborato

RS10

R.U.P.: Dott. Leonardo Ermini

Codice progetto	Lotto	Norma elaborato	Fase progetto	Revisione
B A S D	1	RS10	2	0

Autore del concept progettuale: Arch. Luigi Ulivieri

CUP: B73E11000050005

Data redazione elaborato: Febbraio 2015

Collaboratori RUP:
Ing. Vincenzo Verzino - Dott. Maria Teresa Coletta

Collaboratore in materia di sicurezza:
Arch. Anna Brunelli

Progettazione architettonica e paesaggistica:
Arch. Gianni Nesi

Progettazioni specialistiche:
Geologia: Dott. Geol. Paolo Prunecchi
Idraulica: Ing. Lorenzo Bechi
Urbanistica:Arch. Davide Cardi
Sicurezza:Geom. Saverio Bugialli

Capitolati, computi metrici e adeguamento viabilità:
Geom. Fabio Fallani
Geom. Filippo Cerami
Prof. Luca Massucchi

Progettazione delle opere strutturali:
SE.I.CO. srl
Ing. Massimo Viviani

SE.I.CO. INGEGNERIA

1. Sommario

1. Premessa 3
2. Riferimenti normativi 3
3. Relazione Geologica 4
4. Dati conoscitivi, schema progettuale e indagini d'approfondimento 23
5. Relazione Geotecnica: analisi geotecnica e scelta dei parametri caratteristici 28
6 MODELLO GEOTECNICO DEFINITIVO 50
7 CONCLUSIONI 52

1. Premessa

L'intervento complessivo sia per praticità realizzativa che autorizzativa, è stato strutturato su due lotti funzionali di cui il primo, più impegnativo da un punto di vista realizzativo, è l'oggetto della presente relazione:

Lotto 1	Attraversamento con passerella pedociclabile e rampe di accesso e approdi
Lotto 2	Aree a parcheggi, percorsi pedociclabili, area a verde pubblico riorganizzazione viabilità minore

Figura 1 - Rappresentazione schematica degli interventi

L'intervento consiste nell'attraversamento con passerella pedociclabile del fiume Arno tra il comune di Scandicci in sponda sinistra e quello di Signa in sponda destra, tra le località di Badia a Settimo e San Donnino, rispettivamente. L'opera s'inserisce in un'azione di complessiva riorganizzazione della mobilità pubblica, per il collegamento al capoluogo fiorentino con le sue immediate periferie, ed anche di riqualificazione ambientale complessiva dell'ambiente fluviale. *Si tratta di una passerella pedonale in acciaio, un ponte pedonale e ciclabile a trave continua su tre appoggi con luci non simmetriche, (68,50 m in sponda sinistra e 112,50 m in sponda destra) per un totale di attraversamento pari a 181,00 m. Le sottostrutture sono costituite da due spalle immerse negli argini e da una pila centrale in c.a.. Le opere di fondazione sono costituite da sistemi di pali di grande diametro, Ø=150 cm, spinti fino allo strato portante così da essere in grado di sostenere le azioni derivanti dall'impalcato.* Si tratta di un'opera di carattere strategico nel connettere due importanti luoghi periferici della piana, a cavallo dell'asse naturale prevalente di tale zona costituito dal F. Arno. Riferendola alle coordinate metriche nel sistema nazionale Gauss Boaga, fuso ovest, la passerella si colloca indicativamente alle seguenti coordinate: zona di sbarco in sponda destra longitudine 1.672.314, latitudine 4.850.257; zona di sbarco in sponda sinistra: longitudine 1.672.359 e latitudine 4.850.075 (da C.T.R. 1/10.000 sezione 275020).

2. Riferimenti normativi

La presente relazione costituisce fase d'approfondimento conoscitivo del quadro geologico geomorfologico ed anche geotecnico inerente i materiali presenti nei luoghi interessati dalle opere.

Il tracciato è stato opportunamente investigato a mezzo di rilievo diretto in campagna per i ca 250 m.l. coperti dalla passerella comprese le due zone di sbarco e per una fascia di ca 50 m.l. a cavallo dell'asse della stessa. A fronte di quanto sopra si può evidenziare che la fascia d'interesse si articola per ampia

estensione su terreni demaniali lungo l'Arno, nell'area di pertinenza dell'alveo di magra del fiume pur risultando interessate anche alcune aree inondabili in caso di piene più o meno ordinarie.

Per la redazione del presente studio si è fatto riferimento ai contenuti delle seguenti normative:

- D.P.G.R 25 Ottobre 2011 n° 53/R, *Regolamento di attuazione dell'articolo n. 62 della L.R. 1/2005 "Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche*; esso si riferisce all'area d'interesse e ad un suo intorno significativo scelta quale sede del tracciato pedociclabile.
- Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Circolare 2 febbraio 2009. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- DPR n. 207 del 5 ottobre 2010, Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».
- DGR. n.882 del 17.10.2011 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche".

Le informazioni originarie sono state acquisite dai quadri conoscitivi degli enti territorialmente competenti, (indagini geologico-tecniche di supporto agli strumenti urbanistici) e dalla lettura degli strumenti di pianificazione sovra ordinati (PAI - Del. Comitato Istituzionale n° 185 - del 11/11/2004). Il dato è stato integrato con la letteratura esistente per la zona compresi gli approfondimenti tecnici a suo tempo condotti per la realizzazione della terza corsia autostradale e l'attraversamento del F.Arno, e soprattutto con le risultanze di appositi sopralluoghi di controllo e specifiche prove geognostiche condotti nell'area di progetto.

3. Relazione Geologica

3.1 ELEMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI GENERALI

La zona in oggetto è parte di un'area ben più vasta indicato come *Bacino di Firenze-Prato-Pistoia,* la cui storia ed evoluzione strutturale sono da ricondursi a quanto, a più grande scala, ha caratterizzato l'intero Appennino Settentrionale. Si tratta di una depressione tettonica limitata al suo margine nordorientale da un complesso di faglie normali di collasso ove affiorano estesamente le unità liguri,

minoritariamente le unità toscane arenaceo turbiditiche. Altre faglie ad andamento trasversale suddividono il bacino in direzione antiappenninica, individuando blocchi variamente ribassati: si tratta della *faglia di Castello - Scandicci* e della *faglia Maiano - Bagno a Ripoli,* che hanno provocato il sollevamento dell'area fiorentina, alto strutturale all'interno del bacino.

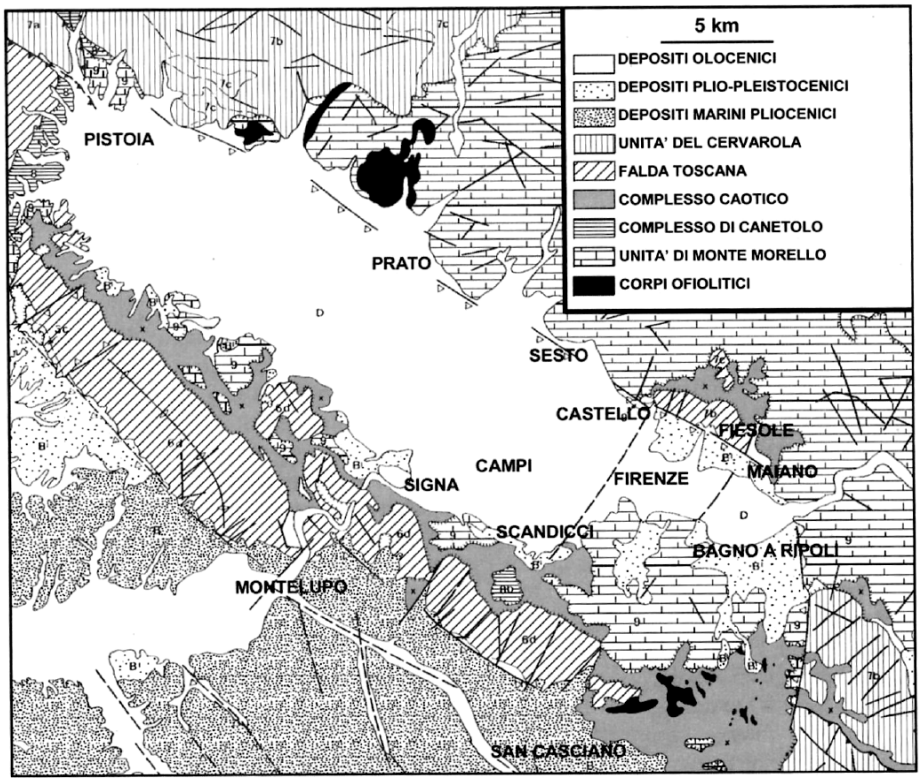


Figura 2 - Carta Geologica schematica del Bacino Firenze -Prato - Pistoia e delle aree limitrofe (da Coli&Rubellini, 2007)

Nel Pliocene inferiore iniziò la sedimentazione con depositi fluviali per lo più grossolani e lacustro - palustri antichi: è dal Pliocene superiore che si forma la conca valliva e nel bacino così individuato iniziano a deporsi sedimenti limoso - argillosi più o meno sabbiosi e ghiaiosi (Sintema dei Firenze) di ambiente lacustre freddo, parte più consistente del riempimento del bacino. Nelle zone prossimali del bacino tali depostiti passavano a quelli ghiaioso - ciottolosi coincidenti con apporti deltizi in coincidenza degli sbocchi dei torrenti nel bacino stesso. Nel Villafranchiano sup (Pleistocene inf) sono state attive delle faglie trasversali a sollevare il blocco di Firenze rispetto al restante bacino lacustre (sollevamento testimoniato dal ridotto spessore dei depositi lacustri palustri nell'area). Segue una fase di stasi tettonica durante la quale si verifica il colmamento del bacino e si creano anche superfici morfologiche ubicate a quote diverse tra la parte nord e centrale del bacino, in funzione del riattivarsi di sistemi di faglie sopra descritti.

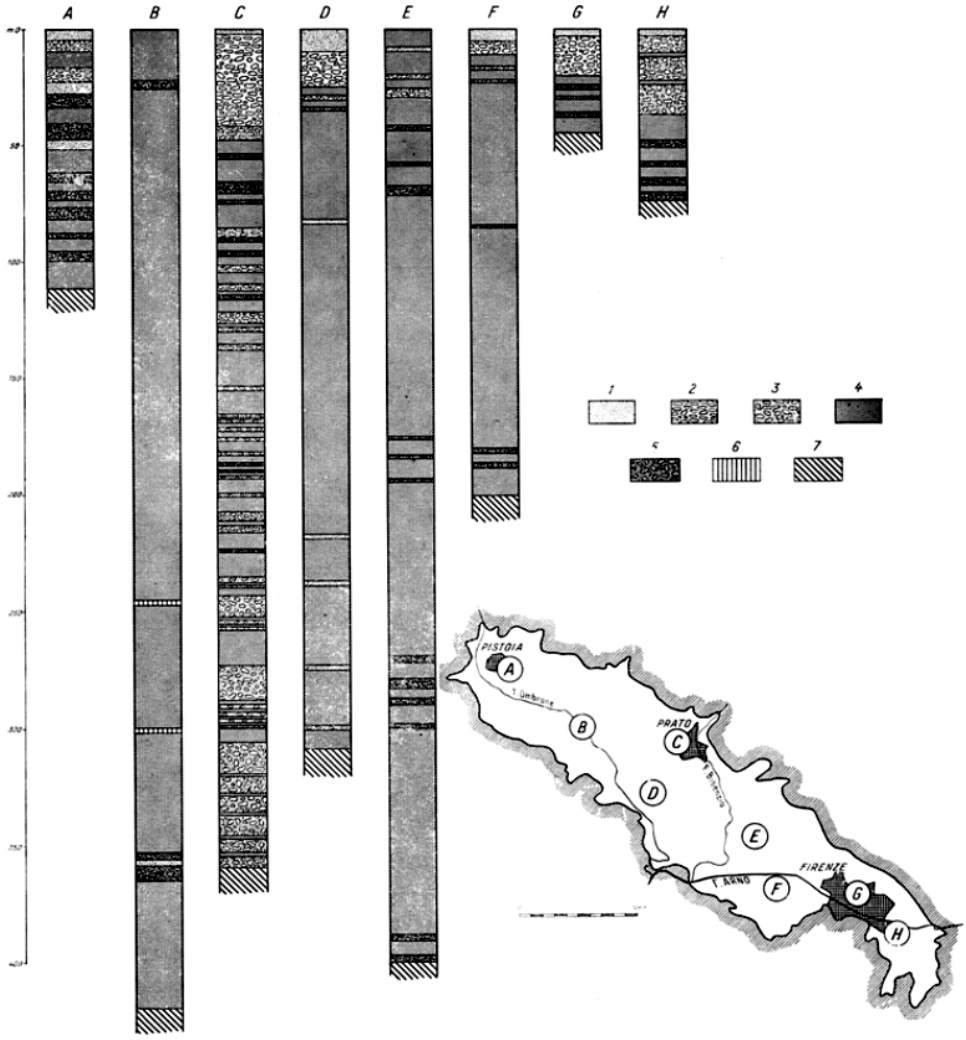


Figura 3 - Successioni stratigrafiche rappresentative del riempimento del Bacino di Firenze - Prato - Pistoia desunte da sondaggi (Capecchi et al., 1975). 1) Sabbie argillose, 2) Ciottolami e Ghiaie, 3) Ciottolami con matrice sabbioso - argillosa, 4) Argille, 5) Argille con lenti di ciottolami, 6) Calcari cariati tipo travertino, 7) Rocce del substrato della conca fluviolacustre.

Nel Pleistocene medio si passa ad un ambiente di sedimentazione fluviale che si imposta sopra i depositi del bacino palustre-lacustre, oramai colmato, localmente anche incidendoli. L'analisi delle stratigrafie di pozzi profondi disponibili in letteratura e della stratigrafia dei sondaggi geognostici disponibili, si rileva che i drenaggi dei corsi d'acqua principali e le aree di sedimentazione relative, non differivano sostanzialmente da quelli attuali se non per il divagare più accentuato nelle aree di pianura, in alcuni casi. In tempi recenti (Olocene-Atttuale) i fiumi divagavano maggiormente nella pianura persistendo in alcuni casi ancora condizioni lacustro - palustri; tali situazioni successivamente nel tempo furono bonificate, anche con la realizzazione di opere di rettificazione e canalizzazione degli alvei, ove si limitava l'attività di deposizione dei sedimenti stessi. Le principali fasi tettoniche

appenniniche, delle quali sopra si sono sommariamente descritti gli effetti, sono schematicamente riconducibili ad una serie di unità strutturali:

a) Unità Liguri tipiche successioni di aree a crosta oceanica;

b) Unità della Serie Toscana e del Dominio Umbro (unità metamorfiche, Falda Toscana, Unità Cervarola Falterona), tipiche successioni di aree a crosta continentale;

c) successione "tardogeosinclinale", in discordanza stratigrafica sulle Unità Liguri, nei loro affioramenti esterni;

d) terreni post-orogenici (tardo-miocenici e pliocenici) rilevabili sopra tutte le successioni descritte, e che stanno a testimoniare la fine dei fenomeni orogenici principali, con il rimaneggiamento di tali materiali.

Su tutte queste poggiano, in discordanza stratigrafica, le formazioni clastiche della fase distensiva post-orogenica (Plio-Pleistocene) presenti nei bacini intrappenninici toscani (Valdarno, Bacino di Firenze, Mugello), tipici di facies fluvio-lacustre e di ambiente marino, lagunare o di mare poco profondo. Questi bacini hanno subito un assestamento tettonico dopo il loro colmamento, che ha portato i terreni ad un assetto suborizzontale, o al più debolmente inclinato. Il sistema appenninico sopra dettagliato è quindi il risultato dall'interazione tra le diverse fasi deposizionali e la tettonica. La *tettonica verticale* ha portato al cambiamento della geometria dei bacini con variazioni nella velocità di subsidenza e di ambiente deposizionale; con la *tettonica trasversale* i bacini sono stati divisi da faglie trascorrenti in sottounità con storie deposizionali differenti; infine con la *tettonica di ricoprimento* si è verificato l'avanzamento dei terreni alloctoni a copertura di altre unità ancora in sedimentazione e l'interruzione del processo sedimentario con la possibile formazione di frane sottomarine ("olistostromi") che si sono andate accumulando all'interno del bacino stesso. Si tratta di eventi sedimentari eccezionali dovuti al trasporto di forti quantità di materiali allo stato plastico, frequenti sia nelle Unità Liguri che nella facies arenacee torbiditiche autoctone (Falda Toscana, Unità Cervarola-Falterona e Marnoso Arenacea del Dominio Umbro).

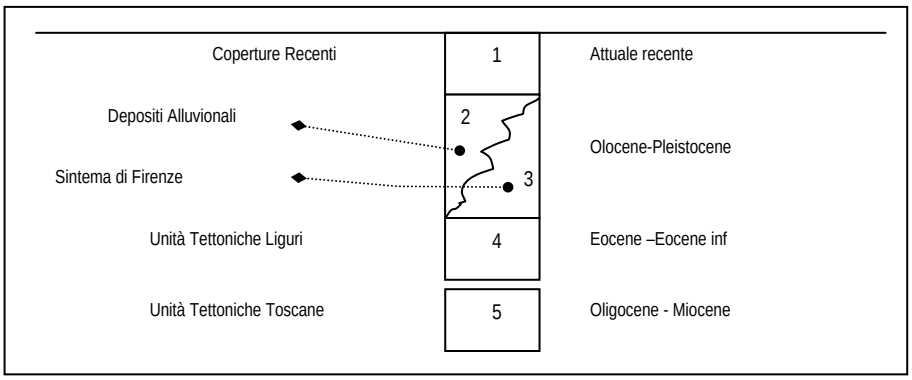
3.2 EVOLUZIONE DELLA ZONA DI S.DONNINO – BADIA A SETTIMO

L'area in esame sede di progettazione dell'opera, è la parte prospiciente al fiume Arno compresa fra la zona dei Renai di Signa a Nord e di Badia a Settimo - Scandicci a sud: in questi siti, come dall'analisi

dei depositi recenti della piana fiorentina, si riscontra che in tempi storici si sono verificati fenomeni d'impaludamento ed alluvionamento, riscontrabili in lacune stratigrafiche. Con il tempo (colonizzazione romana e poi urbanizzazione fiorentina) si è consolidata la configurazione urbana ed industriale dell'intero comprensorio. In tale area pianeggiante si è verificata la tendenza a frequenti esondazioni, associate a processi erosivi lineari di cui le alluvioni dell'Arno, del Bisenzio e dell'Ombrone sono testimonianza di ricorrenza. Al fine di evitare i continui danni causati dai suddetti fenomeni, in queste aree si sono sempre più affermate le attività volte prima a limitare la divagazione dei corsi d'acqua, e poi a creare veri e propri specifici interventi di difesa dalle piene (briglie, traverse, rilevati arginali). Tutto ciò ha sviluppato una marcata tendenza alla linearità dell'Arno, con un conseguente approfondimento del suo alveo, al quale ha contribuito in modo sostanziale anche l'attività estrattiva d'inerti dall'alveo. Nel tempo i processi antropici hanno così condotto all'approfondimento dell'alveo dell'Arno, alla rettificazione del suo letto di magra, ad un incremento della sua larghezza e ad una progressiva riduzione dell'estensione dei terrazzi alluvionali.

Gli eventi tettonici che hanno influenzato l'evoluzione dell'area possono essere sintetizzati in una prima fase compressiva, avvenuta nel Miocene che ha portato all'accavallamento dei flysch toscani sulla Marnoso-Arenacea, ed una successiva fase distensiva ad horst e graben che ha portato alla formazione, fra gli altri, anche del bacino lacustre di Firenze (Prato e Pistoia). Nel tardo Miocene a causa di movimenti distensivi nell'area di retroarco appenninico si è verificata una fase di sedimentazione lacustre che ha comportato il riempimento della depressione creatasi, con sedimenti sciolti, prevalentemente fini, in giacitura suborizzontale al di sopra di una successione di formazioni rocciose antiche di origine marina, analoghe a quelle che costituiscono le colline circostanti la conca fiorentina. A tale fase di sedimentazione lacustre è seguita una fase di riempimento di tipo fluvio-lacustre su tutto il bacino, legata appunto alle sedimentazioni operate dal fiume Arno e dai suoi principali affluenti. In questo quadro le formazioni geologiche differenziabili su base litostratigrafica distinguibili in unità tettoniche sono articolate secondo il seguente schema (riprodotto in fig.5 Stralcio Carta Geologica) di cui solo le prime tre rientrano nell'analisi diretta dei luoghi.

- 1.Coperture Recenti
- 2.Depositi alluvionali
- 3.Sintema di Firenze
- 4.Unità Tettoniche Liguri
- 5.Unità Tettoniche Toscane



1. **Coperture recenti:** per quanto riguarda quest'unità si riconoscono:

(h5) Depositi antropici, di inerti con spessori talvolta superiori anche ai 3 m (Olocene).

(b2a) Deposito colluviale ed eluviale: sono coperture di materiale eterogeneo ed eterometrico; derivante dall'alterazione della roccia del substrato ed accumulato in posto o dopo breve trasporto dal ruscellamento (Olocene).

2. **Depositi Alluvionali -** per quanto riguarda queste unità si riconoscono:

(b) Depositi alluvionali in evoluzione: si tratta sabbie limi e ghiaie, depositi prevalentemente limoso-sabbiosi per le piane alluvionali minori (Olocene).

*(b1) (b2) (b3) (b4) Depositi alluvionali terrazzati***:** (Olocene) di vario ordine, si trovano prevalentemente in fondovalle o comunque a quote poco distanti dal talweg attuale. Sono corpi di scarsa estensione laterale e spessore.

3. **Sintema di Firenze -** per quanto riguarda queste unità si distinguono in:

(FPT1) Sub-sintema del bacino di Firenze: (Pliocene sup - Pleistocene inf) si tratta di prevalenti limi sabbiosi sporadici clasti immersi nella matrice sabbiosa, rari livelli di lignite.

Nell'area oggetto d'intervento prevale l'affioramento di ***"depositi alluvionali in evoluzione, nella piana d'esondazione attuale, costituita da sabbie, limi e ghiaie, depositi prevalentemente limoso sabbiosi (b)"*** dell'Olocene (C.A.R.G. in scala 1:10.000 sez.275020, in stralcio allegata in calce).

I dati stratigrafici di dettaglio ricavati dalla campagna geognostica condotta nel novembre-dicembre 2013, in attinenza alle conoscenze condivise in letteratura (vedi fig.4 di seguito), hanno condotto a ricostruire il seguente schema stratigrafico generale, validato anche da recenti approfondimenti propedeutici alla progettazione della terza corsia autostradale Milano Napoli, tratta Firenze Nord Firenze Sud:

- **(UNITA' C) Depositi limoso-argillosi fluvio-lacustri** (Pliocene superiore - Pleistocene, noti come ***"orizzonte Firenze 4"***) sono costituiti da limi argillosi a argille limose turchine con lenti di lignite e torba ed intercalazioni di lenti di ghiaia e ciottoli o, più raramente, di sabbia,(nelle porzioni marginali del bacino in relazione con la presenza di consistenti apporti solidi legati alla presenza di corsi d'acqua immissari) comunque sempre con abbondante frazione fine limoso-argillosa. Lo spessore è variabile in relazione alla configurazione del paleo invaso (da est verso ovest da 70 a 300 metri). Al contatto con quest'ultimo talora è stata rilevata la presenza di un livello dello spessore variabile da 1 a 3 metri costituito da ciottoli anche grossolani, poco arrotondati di natura calcarea arenacea, riconducibili alle formazioni di Monte Morello e della Pietraforte. Come deposizione questo orizzonte è riconducibile all'ambiente lacustre.

- **(UNITA' D) Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi** (Pleistocene inferiore, noti come ***"orizzonte Firenze 3"),*** sono costituiti da ciottoli di natura essenzialmente calcarea e calcarenitica, ghiaie e sabbie con abbondante frazione fine limosa che a luoghi costituisce delle lenti, di spessore anche di diversi metri. Geneticamente tali depositi sono rappresentativi di un ambiente deposizionale di delta conoide, legato allo sbocco nel bacino lacustre del paleo Arno, caratterizzato da fasi di avanzamento e retrocessione della linea di riva. Gli spessori di tale unità sono in genere limitati, con valori di circa 8 m in corrispondenza dell'attuale corso dell'Arno.

- **(UNITA' B) Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi** (Pleistocene superiore, noti come ***"orizzonte Firenze 2"),*** sono costituiti essenzialmente da ghiaie e sabbie con ciottoli di deposizione fluviale e torrentizia, caratterizzati da variazioni granulometriche sia in senso verticale che in senso laterale. La frazione fine è scarsa o assente; sono presenti sporadicamente lenti di argille plastiche, giallo-rossastre. L'orizzonte è dotato di buona permeabilità ed è tradizionalmente sfruttato per l'approvvigionamento idrico della città di Firenze. I depositi alluvionali poggiano con un contatto erosionale sui sottostanti depositi fluvio-lacustri in cui F.Arno ha scavato un alveo successivamente riempito dalle proprie alluvioni.

- **(UNITA' A) Depositi alluvionali limoso-sabbiosi** (Olocene, noti come ***"orizzonte Firenze 1"),*** sono costituiti da limi sabbiosi e sabbie fini di solito a grana fine, con argilla e limo talora inglobanti livelletti di ghiaie, ciottoli sparsi più rare lenti di argille. Nelle zone più vicine all'Arno si presentano i livelli di sabbie grossolane relativamente pulite legati ad episodi di piena, mentre nelle zone marginali rispetto alle correnti deposizionali, si hanno in depositi limosi o limoso - argillosi. All'interno di tali depositi si osserva inoltre una generale diminuzione di granulometria verso l'alto, con passaggio da sabbie fini limose e limi sabbiosi a limi argillosi. In tale orizzonte sono inoltre presenti materiali di riporto storico e resti di laterizi trasportati dalle piene. Geneticamente tali depositi sono correlabili ad episodi di piena dei principali corsi d'acqua della piana.

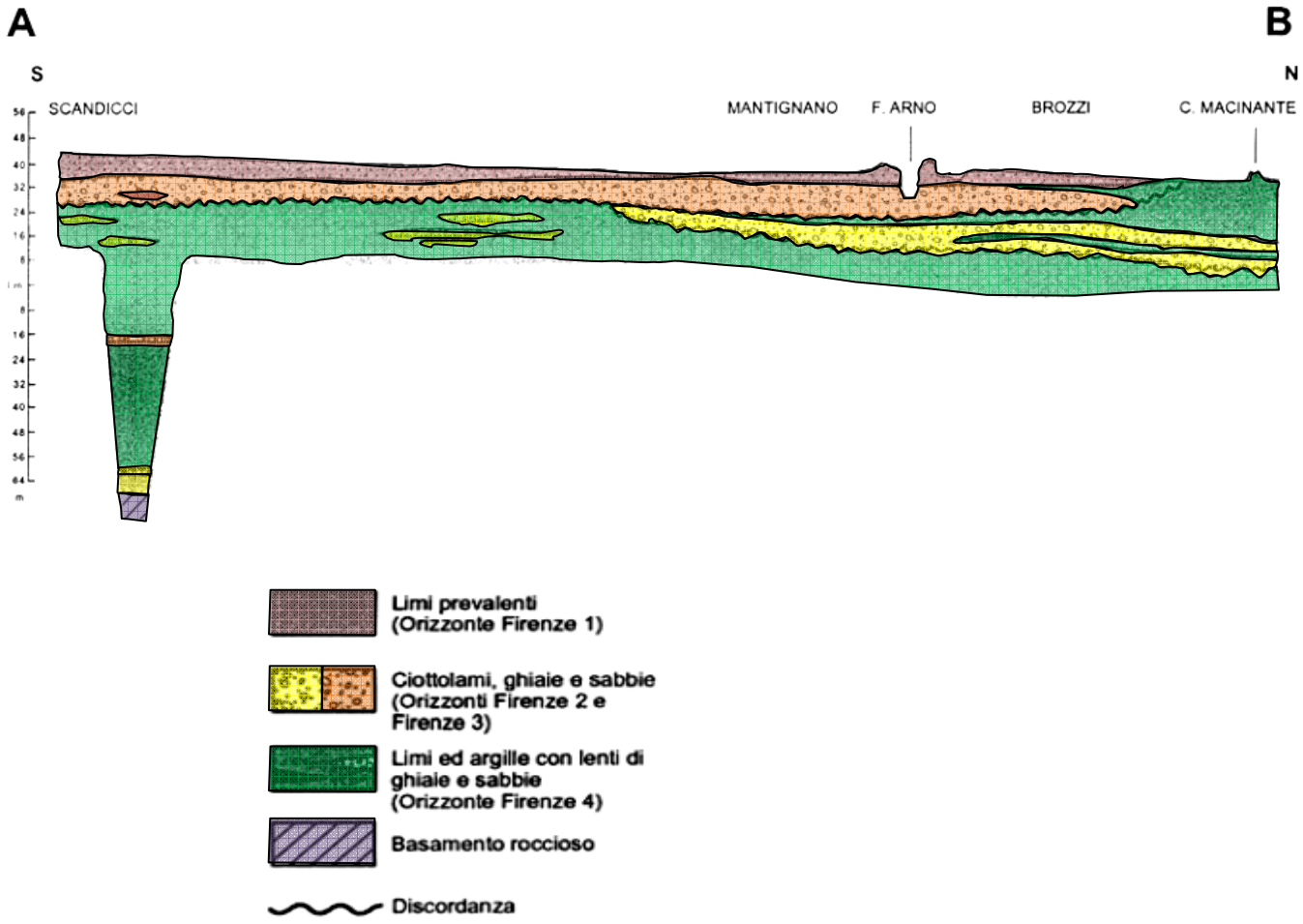
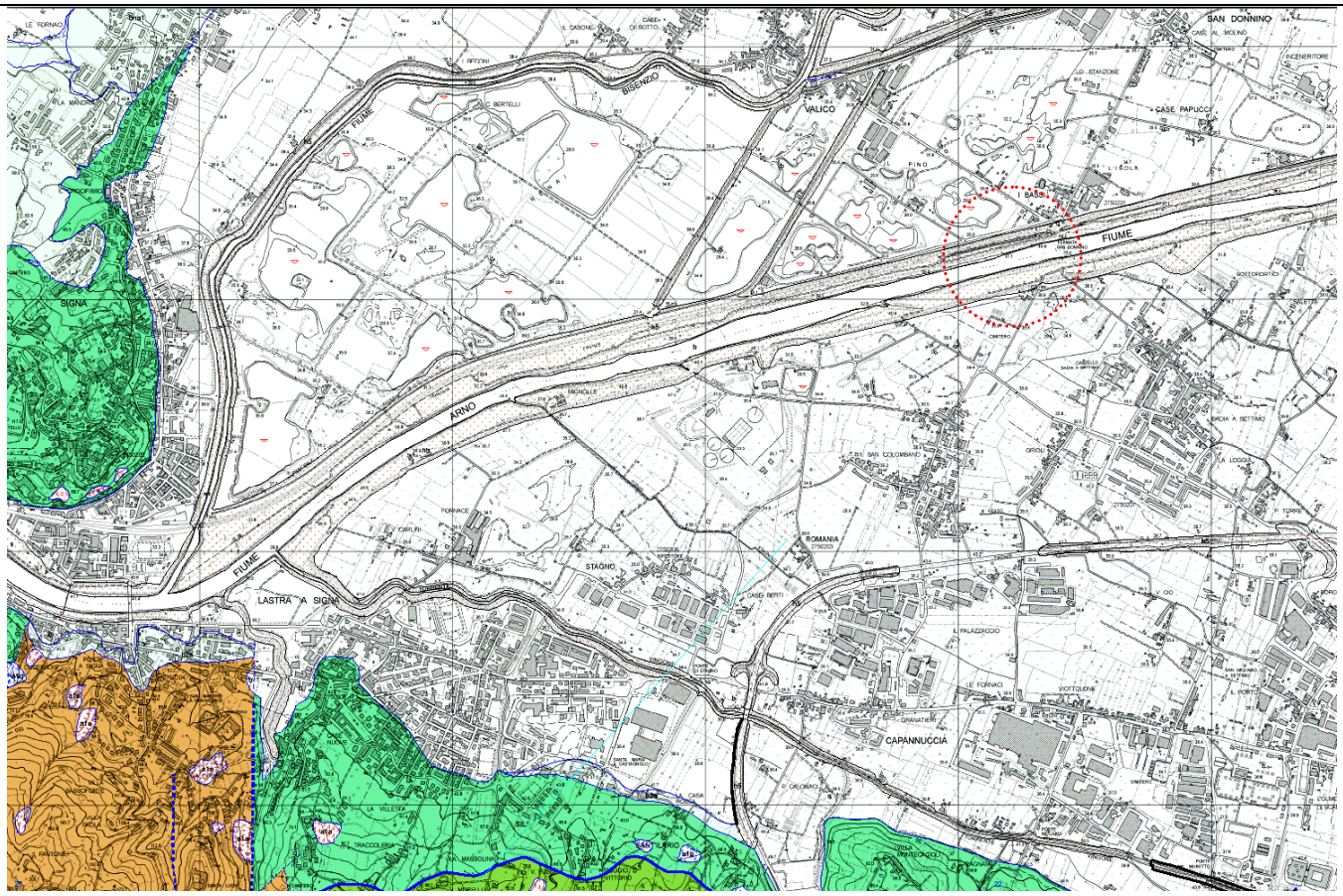


Figura 4 - Sezioni geologiche del sottosuolo fiorentino (da Boccaletti et al., 1999)



LEGENDA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA
Carta Geologica Regionale della Regione Toscana

FRANE
- a1a — Frana attiva con movimento indeterminato
- a1q — Frana quiescente con movimento indeterminato

DEPOSITI OLOCENICI
- h5 — Depositi antropici — Terreni di riporto, bonifica per colmata
- b — Depositi alluvionali attuali
- b (LAS) — Depositi alluvionali attuali
- bna1,2,...n — Depositi alluvionali recenti terrazzati
- b2a — Depositi eluvio-colluviali

DEPOSITI PLEISTOCENICI
- bnb1,2,...n — Depositi alluvionali pleistocenici terrazzati

SINTEMA DI SAN CASCIANO
- Cc — Litofacies ciottolosa — Piacenziano
- Cl — Litofacies sabbioso-limosa — Piacenziano

SINTEMA DEL FIUME PESA
- Ps — Litofacies sabbioso-limosa alluvionale — Piacenziano

UNITA' TETTONICHE LIGURI

UNITA' DI M.MORELLO
- MLL — FORMAZIONE DI M.MORELLO — Eocene
- SIL — FORMAZIONE DI SILLANO — Cretaceo sup.-Eocene inf.

UNITA' TETTONICHE TOSCANE

SUCCESSIONE DEI M. DEL CHIANTI
- POO — Mame di S. Polo — Oligocene sup. - Miocene inf.
- ar — Argilliti rossastre — Oligocene sup. - Miocene inf.
- ol — Olistostromi — Oligocene sup. -Miocene inf.
- MACa — MACIGNO granulometria da media a fine — Oligocene med./sup.- Miocene inf.
- MAC — MACIGNO — Oligocene med./sup.- Miocene inf.

- Area non rilevabile
- Contatto stratigrafico
- Faglia
- Sovrascorrimento principale
- Contatto con area non rilevabile
- Stratificazione diritta
- Stratificazione a polarità sconosciuta
- Cava inattiva
- Traccia di sezione geologica

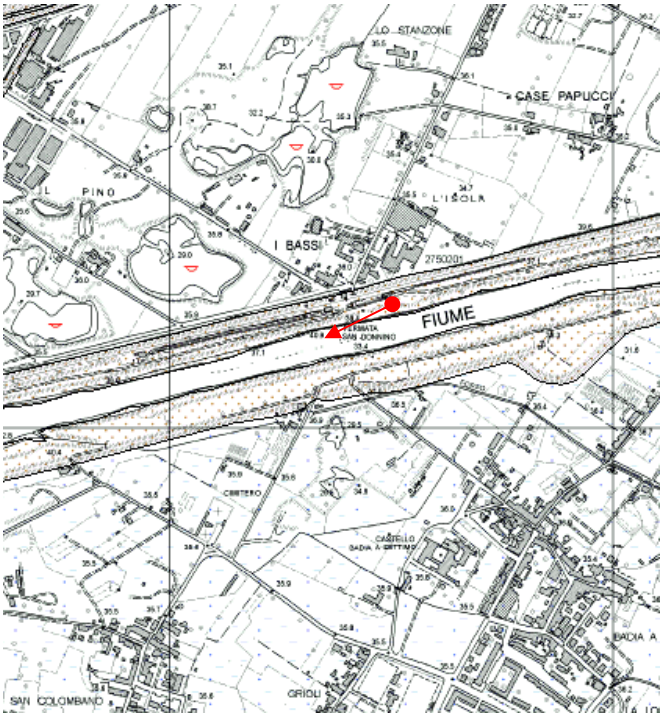


Figura 5 - Stralcio Carta Geologica

Tale schema generale conduce ad individuare un modello geologico di riferimento: al di sotto di un livello costituito da materiali di riporto, che varia da luogo a luogo sia per composizione che per potenza, si possono in genere riconoscere termini litologici tipici d'ambiente deposizionale fluviolacustre, con sabbie, limi sabbiosi alternati a limi argillosi, caratterizzati da spessori metrici ("Orizzonte Firenze 1" o "pancone"). Al di sotto solitamente si passa a termini deposizionali tipici d'ambiente a maggior energia (ghiaie e ciottolami) costituenti un livello litologico dotato di spessore variabile anche in modo marcato di ordine fino a qualche decametro ("Orizzonte Firenze 2"). Viene poi distinto un orizzonte litologicamente simile al precedente ma caratterizzato da una maggiore percentuale di matrice ("Orizzonte Firenze 3"). Con il termine "Orizzonte Firenze 4" viene indicato invece il substrato lacustre. Tale schema localmente può subire variazioni riconoscibili a scala d'intervento, frutto delle varie vicissitudini dei sistemi deposizionali. Tale descrizione (così come riportato nella ricostruzione di fig.4) è quello che in fin dei conti si riscontra dalla conoscenza scientifica acquisita su tali aree geografiche.

3.3 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La zona in studio appartiene all'estesa piana di Firenze Prato e Pistoia, che con orientamento NO-SE costituisce un'ampia pianura alluvionale di circa 45 Km di larghezza massima e 100 Km di lunghezza massima, data da una depressione di origine lacustre villafranchiana completamente riempita dai depositi fluvio-lacustri ed alluvionali, che ricoprono con giacitura sub - orizzontale le unità del substrato. L'area è posta a quote comprese tra i 35 ed i 45 m s.l.m. e circondata completamente da zone alluvionali pianeggianti, derivate dal riempimento di un antico lago, con gli apporti sedimentari di epoche più recenti generati dall'Arno e dai suoi affluenti principali (Ombrone e Bisenzio in destra, Vingone e Greve in sinistra d'Arno). Il bacino è stato sede di sedimentazione lacustre, e poi, fino ai giorni nostri, fluviale, con un accumulo totale di depositi che nella zona di massima potenza arrivano anche a raggiungere spessori dell'ordine delle centinaia di metri. L'area in oggetto compresa tra i Comuni di Signa in destra e di Scandicci in sinistra d'Arno, si situa nei pressi della loc. San Donnino Stazione; è delimitata a nord da loc. I Bassi (36.0 m s.l.m.) nell'area contigua ai Renai di Signa ed a Sud, sull'altra sponda, dalle località di Badia a Settimo (35.5 m s.l.m.) e di S.Colombano (35.3 m s.l.m.).

In direzione Est-Ovest l'elemento principale è l'asse fluviale che solca una zona fortemente antropizzata e assolutamente pianeggiante; esso scorre in posizione eccentrica (verso il margine meridionale) rispetto all'asse mediano della piana. L'ampio bacino fluvio-lacustre nel quale s'inserisce la zona è derivato dal parziale riempimento della depressione tardo - miocenica per movimenti distensivi in area appenninica

(altrove ha portato alla formazione di depressioni intermontane come il Mugello, il Valdarno sup, etc) e non presenta particolari problematiche morfogenetiche. All'allontanarsi dall'asse fluviale si passa ai terreni tipici di aree deposizionali fluviali: le isoipse si attestano tra i 35 ed i 40 m s.l.m.m., e da un punto di vista clivometrico la zona, ricadendo in ambiente di fondovalle alluvionale, risulta sub - pianeggiante (classe 1 valori compresa tra il 0 *e il 5%*). Visto quanto sopra descritto si riconosce che le forme ed i processi geomorfologici prevalenti sono quelli legati alla dinamica fluviale. L'impronta più spiccata che si può rilevare è la frequenza e distribuzione dei segni dell'attività antropica: nel tempo tutti i corsi d'acqua della pianura, a causa della presenza d'insediamenti umani sin dall'antichità, hanno subito spostamenti d'alveo e rettifiche, non mancano sbancamenti artificiali aree di escavazione in parte anche attualmente abbandonate, i laghi artificiali residuali da tali attività. Le opere in progetto si collocano in zone a caratteristiche geologico - geomorfologiche sostanzialmente stabili e non particolarmente diversificate, caratterizzate da una distribuzione verticale di litotipi tale da corrispondere allo schema derivabile dalla letteratura esistente (vedi tabella 3). Il tracciato della passerella pedociclabile non presenta interferenze con movimenti di massa, quiescenti o in atto, né con fenomeni e processi di dinamica fluviale attivi, eccettuati gli ovvi rapporti con i fenomeni alluvionali per quanto attiene la pila d'appoggio nella golena, in sinistra idraulica d'Arno. E' comunque confermato che la realizzazione dell'opera secondo gli schemi progettuali individuati, non vada a modificare l'assetto di sostanziale stabilità dei luoghi attraversati. In sede realizzativa e di cantierizzazione dovrà essere prevista ogni contromisura, compresa eventualmente la predisposizione d'interventi di bonifica che si rendessero necessari, commisurata all'importanza delle operazioni di cantierizzazione, agli scavi e/o riporti, alle azioni di consolidamento e protezione delle aree di lavorazione in sede provvisionale, in stretta correlazione alle eventuali modifiche topografiche, transitorie e/o permanenti, che si verificheranno con l'organizzazione di tale attività.

3.4 CARATTERISTICHE ED ASPETTI IDROGEOLOGICI

La circolazione idrica risulta governata dalle caratteristiche composizionali dei terreni attraversati che determinano un'attitudine a farsi attraversare da un fluido sotto un gradiente di pressione. I terreni sciolti presentano un grado di permeabilità crescente con l'aumentare delle dimensioni dei granuli ed in questi prevale la permeabilità di origine primaria in quanto i vuoti sono singenetici (ghiaie e sabbie più permeabili i limi e argille). La porosità per fessurazione o permeabilità in grande si ha se la circolazione avviene attraverso fratture che possono avere origine sedimentaria, tettonica e chimica. In questo caso la permeabilità è sempre secondaria ed è funzione della frequenza e del grado d'intercomunicazione delle

fratture. Il coefficiente di permeabilità K, che ha le dimensioni di una velocità, mostra una gamma di valori che va da 10^{1} a $1*10^{-11}$ m/sec ed ovviamente è funzione delle dimensioni dei granuli. La fig.6 riassume la relazione tra le dimensioni dei granuli e il coefficiente di permeabilità K. Nell'area in oggetto si ha a che fare soltanto con termini sciolti seppur di differente granulometria; ciò implica nel sottosuolo che la circolazione idrica sia spinta nei livelli granulometricamente maggiori come ciottolami, ghiaie e sabbie mentre negli orizzonti più piccoli, occludendo le vie di comunicazione, tale circolazione va a diminuire fino a cessare in corrispondenza dei livelli più coesivi ed impermeabili.

<table>
<tr><td>K (m/s)</td><td></td><td colspan="6">10 1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 10^{-11}</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Granulometria</td><td>omogenea</td><td colspan="2">Ghiaia</td><td>Sabbia</td><td>Sabbia molto fine</td><td>Silt</td><td>Argilla</td></tr>
<tr><td>varia</td><td>Ghiaia medio grossa</td><td colspan="2">Ghiaia e sabbia</td><td colspan="2">Sabbia , limo e argilla</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Gradi di permeabilità</td><td colspan="2">Elevata</td><td colspan="2">Bassa</td><td>Nulla</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipi di formazioni</td><td colspan="2">Permeabili</td><td colspan="2">Semipermeabili</td><td>Imper.</td></tr>
</table>

Figura 6 Andamento del valore di coefficiente di permeabilità (k) in relazione alle dimensioni granuli (tipo di materiali)

I dati ricavabili in letteratura per l'area contermine, della piana di Firenze zona dei Renai di Signa (in sponda destra dell'intervento in oggetto), sono riassunti nella seguente tabella 1:

Litologia	Profondità da m a m	Permeabilità K = m/sec
Limi argilloso sabbiosi	3.0-3.8	$1.1*10^{-5}$
Ghiaie sabbiose	5.6-6.7	$2.8*10^{-4}$
Sabbie ghiaiose	8.0-8.8	$6.4*10^{-4}$
Sabbie	11.6-12.0	$1.7*10^{-3}$
Limi argilloso sabbiosi ghiaiosi	13.6-14.2	$2.8*10^{-6}$
Argille limoso sabbiose	15.1-16.5	$8.8*10^{-5}$
Argille limose	15.5-16.5	$2.1*10^{-6}$
Argille	16.6-18.0	$1.1*10^{-7}$
Argille	24.0-25.0	$3.3*10^{-7}$

Tabella 1 – Schema idrogeologico area Renai di Signa (zona contermine all'area in esame)

In generale si rileva che nell'area in oggetto i depositi detritici presentano una permeabilità primaria media e quindi possono essere sede di falde sospese e temporanee a quote superficiali, laddove essi poggiano su

terreni impermeabili (prevalenza di argilliti). In coincidenza delle prove dirette condotte per la caratterizzazione stratigrafica preliminare all'imposta della passerella sull'Arno, sia in destra che in sinistra idraulica del fiume, sono stati riscontrate le condizioni dettagliate nel successivo par.5.2. A completamento di quanto sopra di seguito si riportano stralci (vedi fig.6) della *Carta Piezometrica e del Grado di protezione dell'acquifero* pubblicata nella "*Map of protection against pollution of the middle Valdarno plain aquifers, A. Gargini e G. Pranzini*" del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze nell'ambito del Progetto MURST Groundwater resources in Tuscany: distribution, quality, exploitation,

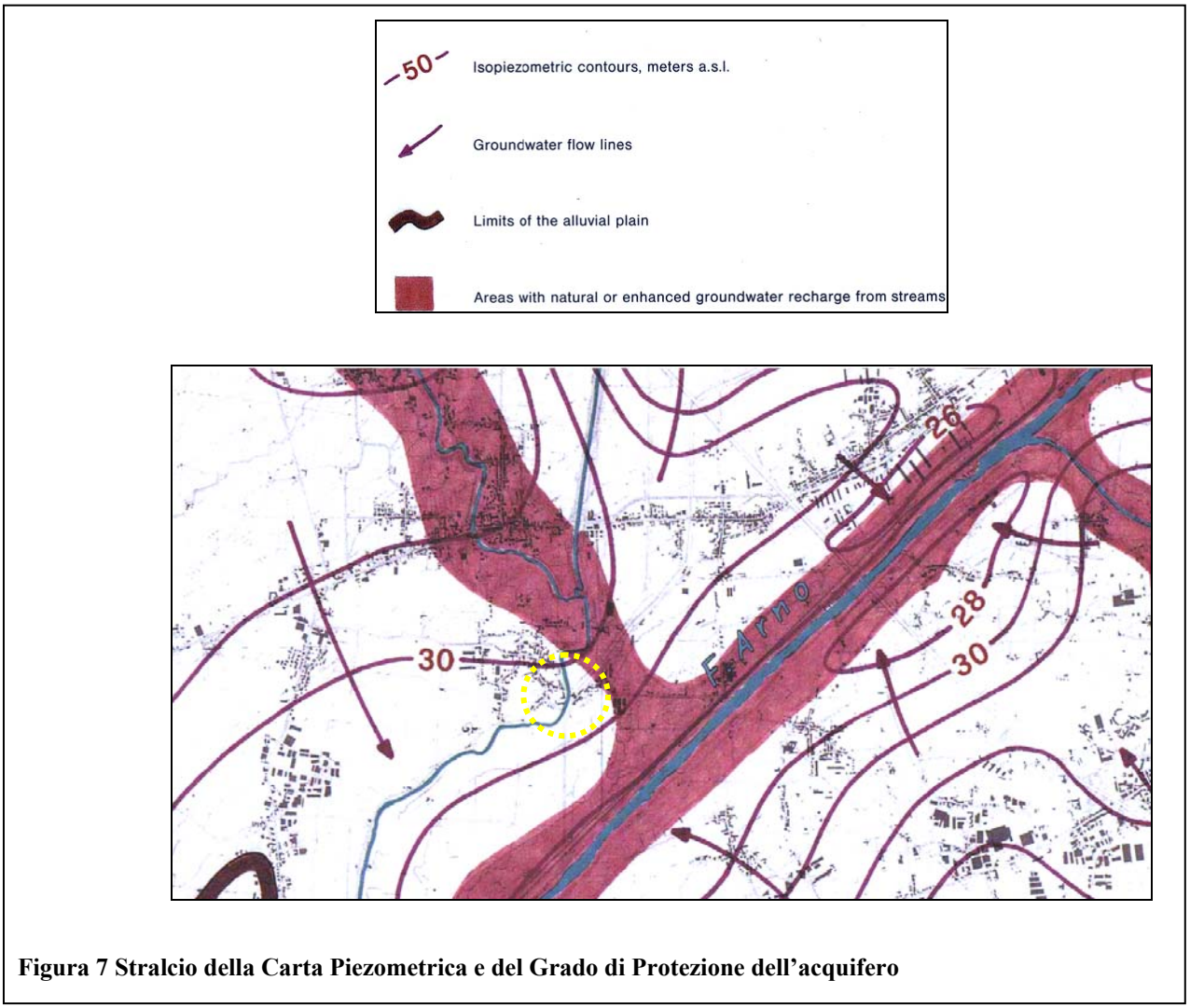


Figura 7 Stralcio della Carta Piezometrica e del Grado di Protezione dell'acquifero

dai quali, nonostante la piccola scala e quindi il dettaglio relativamente basso, a titolo indicativo si evidenzia come le isopieze indicano nell'area in oggetto quote fra i 28 ed i 26 m s.l.m., ed i terreni assicurano un grado di protezione dell'acquifero molto basso ("VL"). La descrizione evidenzia "falde superficiali inferiori a 5 m ed eventuali acquicludi con spessore inferiore a 0,5 m e ridotta estensione laterale", con tempi massimi di percorrenza di circa 1 mese, e di conseguenza con una capacità

d'attenuazione degli inquinanti organici con tempi di degradazione nell'ordine di qualche mese". Inoltre si rileva un gradiente medio-basso fra le isopieze ed un drenaggio ipogeo diretto verso i quadranti meridionali.

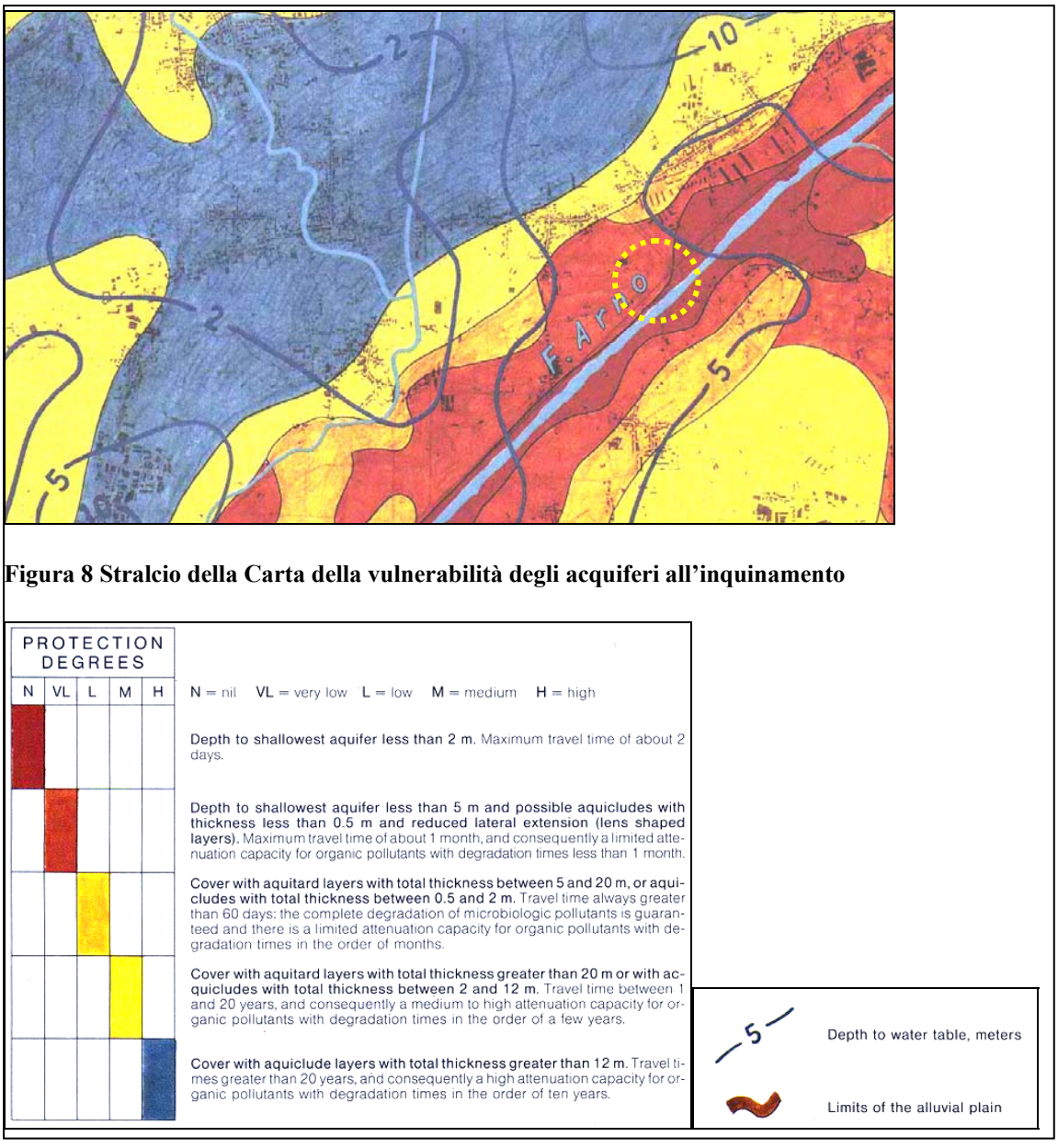


Figura 8 Stralcio della Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento

Nella Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento del Piano Strutturale (vedi fig.8), l'area in argomento ricade in aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media, con buone caratteristiche idrogeologiche e di emungimento. In generale si rileva che nell'area i depositi detritici presentano una permeabilità primaria media e quindi possono essere sede di falde sospese e temporanee a quote superficiali, laddove essi

poggiano su terreni impermeabili (prevalenza di argilliti). In occasione delle prove condotte per la caratterizzazione stratigrafica definitiva, sia in destra che in sinistra idraulica del fiume, sono stati riscontrati livelli idrici così come riportato nel seguente par.5.2.

3.4.1 CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ DEI DEPOSITI

Depositi fluvio-lacustri limoso - argillosi (orizzonte Firenze 4)

Si tratta di depositi a permeabilità generalmente molto ridotta con valori di permeabilità mediamente compresi tra 10^{-7} e 10^{-11} m/s. Localmente si possono rinvenire livelli a permeabilità più elevata in corrispondenza dei livelli e lenti di terreni grossolani.

Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi (orizzonte Firenze 3)

La prevalenza di depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi in abbondante matrice limosa dà luogo ad una permeabilità media con valori dell'ordine di 10^{-5} m/s.

Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi (orizzonte Firenze 2)

Ha caratteristiche analoghe all'orizzonte precedente, ma la minor percentuale di limo comporta un aumento della permeabilità che assume valori mediamente compresi tra 10^{-2} e 10^{-4} m/s. Questo orizzonte costituisce l'acquifero principalmente sfruttato per l'approvvigionamento idropotabile nell'area di Firenze.

Depositi alluvionali limoso -sabbiosi (orizzonte Firenze 1)

Questi depositi sono caratterizzati da permeabilità medio - bassa con valori di permeabilità mediamente compresi tra 10^{-6} e 10^{-8} m/s. Valori di permeabilità più elevati si registrano in corrispondenza del corso del Fiume Arno e alla base dell'unità ove maggiore è la percentuale di sabbia. In superficie invece, nelle zone più distali rispetto al centro della piana di esondazione, si ha un incremento della frazione limosa con conseguente riduzione della permeabilità media del deposito.

3.4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA ED ANDAMENTO DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA

II bacino lacustre Firenze-Prato-Pistoia e caratterizzato dalla presenza di un sistema idrogeologico multistrato con orizzonti acquiferi (Orizzonte Firenze 2 e Firenze 3) e orizzonti acquicludi (Orizzonte Firenze 1 e Firenze 4). In particolare la principale falda idrica è contenuta nell'orizzonte Firenze 2 ed ha carattere di falda libera, con profondità della superficie piezometrica compresa tra circa 2 m e 10 m. Nel tratto investigato al momento

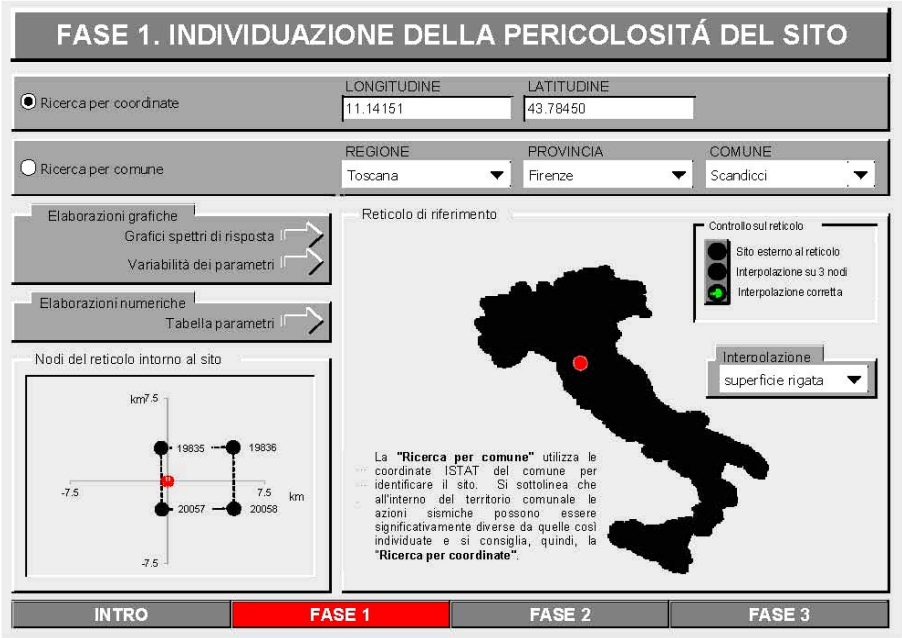
della realizzazione della terza corsia autostradale, ca 1.5 km a monte della zona di ubicazione della passerella pedociclabile in progetto, la superficie piezometrica mostra una diminuzione di quota verso il centro della piana, in corrispondenza del F. Arno e risulta alimentata dai principali corsi d'acqua. Per quanto riguarda la minima soggiacenza della superficie piezometrica rilevata dagli studi propedeutici alla progettazione del tratto autostradale suddetto, condotti nel periodo novembre 1998 - febbraio 2000, è stato rilevato come si attestasse attorno ai - 10 m da p.c.. Tale dato trova una sostanziale conferma da quanto rilevato durante la campagna geognostica direttamente condotta nel periodo d'osservazione compreso tra il dicembre 2013 e il marzo 2014, nella zona d'attraversamento del F. Arno della Passerella pedociclabile in progetto: infatti essa si attesta attorno a - 11.30 m da p.c. (piezometro P1 in foro di sondaggio attrezzato S1, zona argine sinistro prossimità T. Vingone). Le letture piezometriche registrate in tale periodo risultano congrue con quanto sopra riportato.

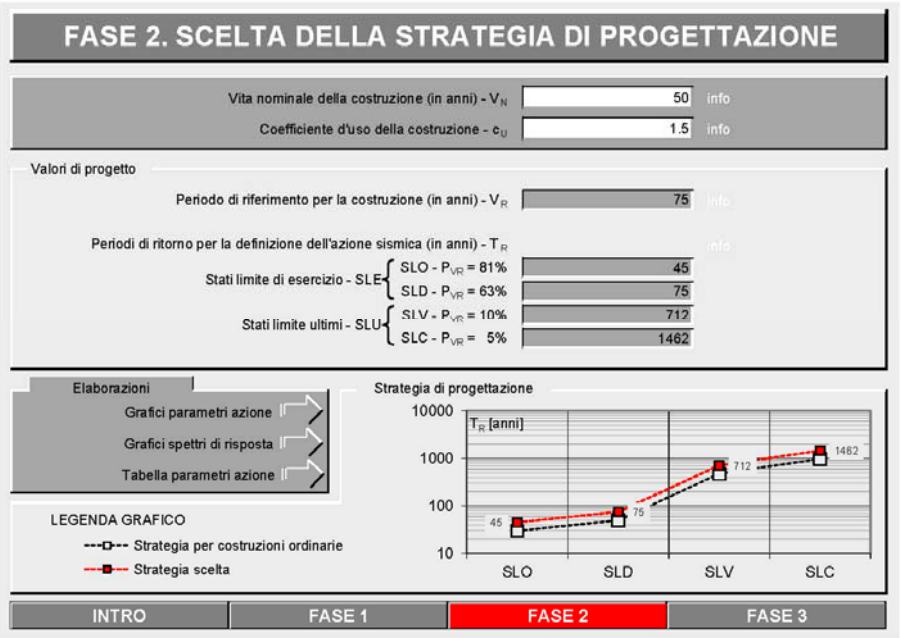
La tipologia d'opera in progetto e le modalità realizzative, non apporteranno modifiche sostanziali rispetto al deflusso idrico superficiale e particolari impatti sulle caratteristiche qualitative e quantitative della risorsa. Atteso quindi che non esistono sostanziali livelli di esposizione della risorsa a particolari rischi di depressione nella disponibilità, né tantomeno di contaminazione nella qualità, comunque nella successiva fase progettuale e realizzativa (specie nella cantierizzazione), in ragione della naturale elevata vulnerabilità all'inquinamento dei terreni attraversati, dovranno essere individuate opportune prescrizioni per la tutela della risorsa in quanto in tali fasi potrebbero verificarsi condizioni di più alta esposizione a rischio d'inquinamento.

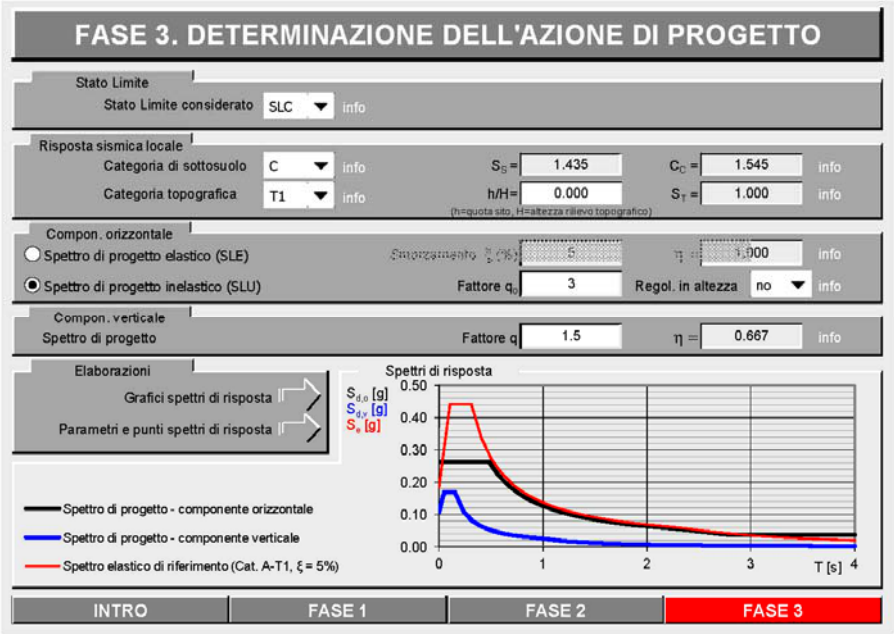
3.5 SISMICITÀ

Per quanto concerne la Pericolosità Sismica si ricorda che i Comuni di Signa e Scandicci ricadono in Zona sismica 3S, sottozona 3.4 (0.125-0.150 g) ai sensi della DGR 431 del 19 giugno 2006. All'interno dei rispettivi strumenti urbanistici (Piani Strutturali) è stata sviluppata l'analisi dei contesti sismici conformemente al DPGR n°26/R del 27 Aprile 2007. In corrispondenza delle aree di progetto si riconosce la possibilità di livelli di rischio sismico connessi a problematiche di potenziale suscettibilità di densificazione, a causa della persistenza di depositi alluvionali a granulometria eterogenea. Inoltre i sedimenti di natura alluvionale possono trovarsi allo stato sciolto e quindi costituire potenziale sede di cedimenti e cedimenti differenziali. Per quanto riguarda l'attribuzione della categoria d'appartenenza del locale substrato, valgono le considerazione del successivo par.5.4 ove si definisce la categoria di suolo così come previsto dalle NTC2008. Per quanto attiene alla pericolosità sismica del sito questa è stata valutata mediante i valori dell'accelerazione orizzontale massima, ag, e dei parametri che permettono di definire gli

spettri di risposta, associati al reticolo di riferimento. I nodi del reticolo che definiscono la maglia all'interno della quale ricade il sito in oggetto si ricavano dalle coordinate geografiche del punto in oggetto. Di seguito a titolo ricognitivo si riportano le tabelle riassuntive derivate dalle elaborazioni degli spettri di risposta rappresentativi delle azioni sismiche (componenti orizzontali e verticali) per gli stati limite presi a riferimento per il progetto.







Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.053	2.586	0.261
SLD	75	0.063	2.615	0.275
SLV	712	0.147	2.387	0.303
SLC	1462	0.184	2.396	0.310

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.045	2.559	0.251
50	0.055	2.592	0.264
72	0.062	2.617	0.274
101	0.070	2.602	0.280
140	0.077	2.617	0.285
201	0.091	2.525	0.292
475	0.129	2.390	0.298
975	0.163	2.384	0.307
2475	0.216	2.412	0.314

In ordine alle scelte progettuali (fondazioni su pali, così come meglio dettagliato nella relazione specialistica del calcolo strutturale) per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) sono ammessi due distinti e alternativi approcci progettuali con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, una riferibile alle verifiche strutturali (STR) (A1+M1+R3), e l'altra alle verifiche geotecniche (GEO) (A2+M1+R2). Per quanto attiene gli approfondimenti diretti, condotti in sede di progettazione definitiva dell'intervento, si

rimanda alle risultanze della campagna geognostica condotta e riportate al cap.6 del presente report ("*Relazione Geotecnica*").

4. Dati conoscitivi, schema progettuale e indagini d'approfondimento

Per quanto attiene il reperimento di dati analitici si rammenta che in sede di progettazione preliminare, in virtù dell'importanza dei carichi imposti dall'opera sui terreni in fase di esercizio, furono acquisite le informazioni esistenti in letteratura ed furono approfondite le conoscenze stratigrafiche locali del sottosuolo tramite prove dirette in sito. Tali prove erano quattro penetrometriche dinamiche con Penetrometro Dinamico Super Pesante Pagani TG 73-200 (DPSH DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY) di proprietà dell'Amministrazione Provinciale di Firenze (ora Città Metropolitana di Firenze), eseguite lungo l'allineamento previsto quale sede della passerella stessa, omogeneamente distribuite tra la destra e la sinistra idraulica, fino a raggiungere i due estremi d'approdo sulle due sponde (prove da DPSH1 a DPSH4 in fig.10) ai fini dell'acquisizione di una prima conoscenza dei luoghi. Risultato della sintesi di tale prima fase è stata la ricostruzione del modello geotecnico preliminare di seguito in dettaglio nella tabella 2.

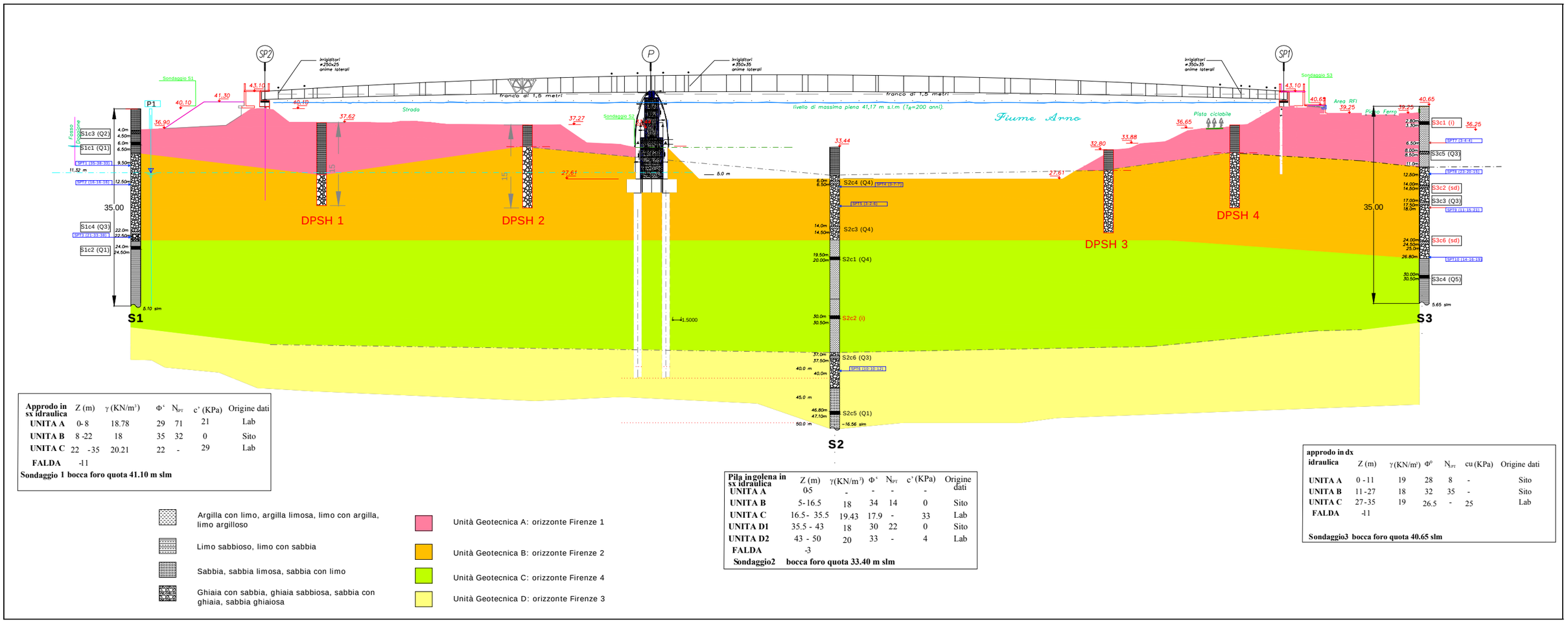
Caratteri geotecnici modello preliminare											
Profondità rispetto al p.c. (m)		litologia	Peso di volume saturo γsat (t/mc)	Peso di volume secco γd (t/mc)	Resistenza al taglio non drenata cu (KN/cmq)	Indice dei vuoti e	Contenuto in acqua %	Nspt	φ' (°)	Dr (densità relativa) %	Modulo di deformazione drenato E'
Da	a										
0	3.90	Limi sabbiosi e sabbie	1.78-1.83	-	0.19-0.31	1.061-1.194	39-44	3-5	-	-	-
0	7,50										
3,90	15,30	Ghiaie e ghiaie sabbiose	1.96-2.01	1.54-1.62	-	-	-	15-23	30-33.6	42.5-54.5	307-369
7,50	15,30										

Tabella 2 - Sintesi campagna indagine preliminare

Tale modello geotecnico ricognitivo evidenziava, a profondità relativamente contenute, il passaggio da materiali più o meno coesivi (limosi, limoso sabbiosi) verso altri prevalentemente incoerenti, costituiti da una formazione compatta ghiaiosa, ghiaioso - sabbiosa.

Il sistema d'appoggio preliminarmente previsto ha individuato la scelta di fondazioni profonde (pali collegati in testa da plinto sia per i siti d'approdo che per la pila centrale). Per l'attuale fase progettuale è stata prodotta una campagna geognostica di dettaglio che ha previsto indagini supplementari d'approfondimento, necessarie ad una migliore conoscenza geotecnica, idrogeologica e di risposta sismica locale in ordine alle interazioni fra terreni ed opere in progetto. La campagna geognostica condotta è consistita nell'esecuzione di tre sondaggi a rotazione, a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale con carotiere di diametro 100-146 mm; sono state eseguite dieci prove standard penetration test

(S.P.T.) in avanzamento nei tre siti di perforazione opportunamente ubicate durante l'esecuzione dei sondaggi a rotazione. Con tale sistema si è potuto indagare fino a -35 m .l. dal p.c. per i siti luogo delle spalle laterali punti d'approdo dell'opera, e fino a -50 m .l. dal p.c. per la pila intermedia. Nei siti di sondaggio S2 e S3, uno in destra ed uno in sinistra idraulica, sono stati eseguiti due profili sismici down-hole, mentre nel sito di sondaggio S1 in sinistra idraulica è stato installato un piezometro a tubo aperto in PVC con pozzetto protettivo, per una profondità di -35 m dal p.c., alfine di controllare direttamente l'oscillazione della falda in sede di lavorazione, approntamento di cantiere ed esecuzione delle opere. A completamento dell'indagine sono state condotte le prove geotecniche di laboratorio su dodici campioni prelevati nei siti di perforazione, articolate secondo la sintesi presentata nella tabella 6 di seguito riportata.



Approdo in sx idraulica	Z (m)	γ (KN/m³)	Φ'	N_{SPT}	c' (KPa)	Origine dati
UNITA A	0- 8	18.78	29	71	21	Lab
UNITA B	8 -22	18	35	32	0	Sito
UNITA C	22 - 35	20.21	22	-	29	Lab
FALDA	-11					

Sondaggio 1 bocca foro quota 41.10 m slm

Pila ingolena in sx idraulica	Z (m)	γ(KN/m³)	Φ'	N_{SPT}	c' (KPa)	Origine dati
UNITA A	0-5	-	-	-	-	
UNITA B	5- 16.5	18	34	14	0	Sito
UNITA C	16.5 - 35.5	19.43	17.9	-	33	Lab
UNITA D1	35.5 - 43	18	30	22	0	Sito
UNITA D2	43 - 50	20	33	-	4	Lab
FALDA	-3					

Sondaggio2 bocca foro quota 33.40 m slm

approdo in dx idraulica	Z (m)	γ(KN/m³)	Φ°	N_{SPT}	cu (KPa)	Origine dati
UNITA A	0 - 11	19	28	8	-	Sito
UNITA B	11 - 27	18	32	35	-	Sito
UNITA C	27 - 35	19	26.5	-	25	Lab
FALDA	-11					

Sondaggio3 bocca foro quota 40.65 slm

Argilla con limo, argilla limosa, limo con argilla, limo argilloso

Limo sabbioso, limo con sabbia

Sabbia, sabbia limosa, sabbia con limo

Ghiaia con sabbia, ghiaia sabbiosa, sabbia con ghiaia, sabbia ghiaiosa

Unità Geotecnica A: orizzonte Firenze 1

Unità Geotecnica B: orizzonte Firenze 2

Unità Geotecnica C: orizzonte Firenze 4

Unità Geotecnica D: orizzonte Firenze 3

Figura 9 - Sezione geologica derivata da prove dirette eseguite in data 15 e 16 novembre 2011 in sede di progettazione preliminare (DPSH da 1 a 4) e durante la campagna geognostica del novembre-dicembre 2013 (Sondaggio da 1 a3); stralcio di sintesi della tavola grafica allegata.

4.1 CAMPAGNA GEOGNOSTICA

La campagna geognostica descritta al paragrafo precedente, organizzata su indagini in situ e prove di laboratorio, ha riconosciuto tre siti d'indagine riportati in planimetria di fig.10.

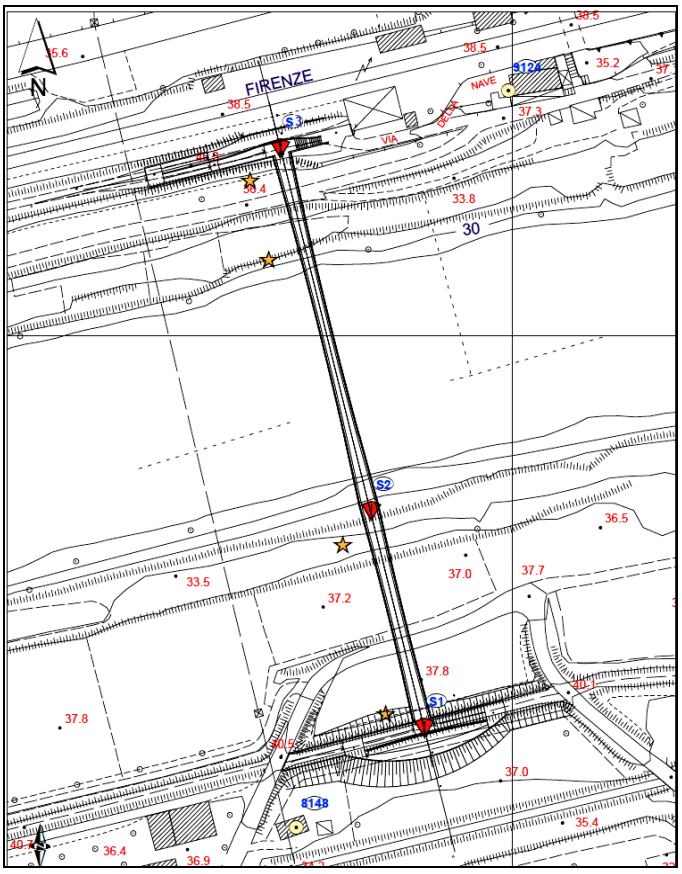


Figura 10 - Planimetria con ubicazione dei punti di sondaggio (il foro S1 è strumentato con tubo piezometrico fino a -35.00 dal p.c.).

Sulla base dei risultati ottenuti si è proceduto alla modellazione geotecnica utilizzando a compendio anche i dati esistenti in letteratura. La relazione geotecnica di seguito articolata prevede la parametrizzazione di terreni ai fini della verifica delle condizioni di sicurezza che tenderanno a valutare le prestazioni del sistema costruzione-terreno nelle condizioni d'esercizio ed in quelle estreme verificate tanto agli SLU quanto agli SLE. Il criterio di lavoro alla base della campagna geognostica ha tenuto conto della scelta di fondazioni profonde (tipo di pali utilizzati, le tecnologie e modalità di esecuzione, il dimensionamento dei pali) e delle necessarie strutture di collegamento.

Più avanti nel presente documento sono riportate in sintesi sia la documentazione sulle indagini in sito e di laboratorio (riportate in originale in appendice) che un adeguato numero di sezioni stratigrafiche interpretative con indicazione dei profili e delle grandezze misurate (fig.9) ed ogni dato utile all'immediata lettura ed interpretazione delle prove stesse (figg. 10/11/12/13).

5. Relazione Geotecnica: analisi geotecnica e scelta dei parametri caratteristici

La progettazione definitiva dell'opera è stata conseguente all'acquisizione di specifici dati stratigrafici, geologici e geotecnici rilevati dalla campagna geognostica prodotta dalla ditta Mappo Geognostica (55010 loc. Biagioni, 60 Spianate, Lucca) oltre che basata sulle conoscenze morfologiche e geolitologiche in precedenza esposte, derivate dalla letteratura esistente.

Nell'area in oggetto, su tre siti d'indagine, sono state realizzate indagini dirette date da sondaggi geognostici a carotaggio continuo, installazione di piezometro a tubo aperto, prove penetrometriche in avanzamento in foro e prospezioni sismiche down-hole, così come riportato in tabella 3.

Sito di prova	Sondaggio n°	Prove Spt in avanzamento n°	Campioni n°	Prove Permeabilità Pozzetto n°
Approdo in destra	S3	2	3	-
Pila in golena in sinistra	S2	3	8	-
Approdo in sinistra	S1	4	6	P1

Tabella 3 - Punti d'indagini e strumentazione di misura (profondità massime investigate dai -35 fino ai -50 dal p.c.) .

5.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

La strumentazione utilizzata è consistita in una perforatrice Sonda IPC DRILL 650 caratterizzata da un gruppo rotary costituito da motore di 315 cm^3 che consente coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimo di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore presenta forza di serraggio di 15904 daN ed una coppia di svitamento di 3.000 daNm. Il diametro di perforazione è di 101 mm, con un diametro del rivestimento di 126 mm. Il sistema di perforazione utilizzato è stato a carotaggio continuo: sono stati eseguiti complessivamente tre sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo (S1, S2, S3), che hanno raggiunto le profondità rispettivamente di -35, -50, -35 m da piano campagna. I sondaggi sono stati eseguiti a secco con carotiere del diametro di 101 mm e rivestimento di diametro pari a 127 mm, con sonde CMV modello MK900. Di seguito si riportano a titolo rappresentativo le colonne stratigrafiche ricostruite durante le operazioni di carotaggio continuo nei tre punti d'indagine, i certificati prodotti originariamente dalla ditta incaricata si trovano allegati in appendice al presente documento. Nel corso delle perforazioni sono state eseguite complessivamente 10 prove di resistenza

alla penetrazione standard (SPT), i cui risultati sono visibili negli elaborati grafici allegati al progetto. Durante la perforazione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati 7 campioni indisturbati di terreno, inviati al laboratorio geotecnico Laboratorio SIGMA s.r.l. di Campi Bisenzio (FI) per essere sottoposti a prove di resistenza triassiale, a prove di taglio diretto e a prove di compressibilità edometrica oltre che a prove d'identificazione; sona stati prelevati inoltre 9 campioni rimaneggiati, inviati in laboratorio per sottoporli a prove d'identificazione.

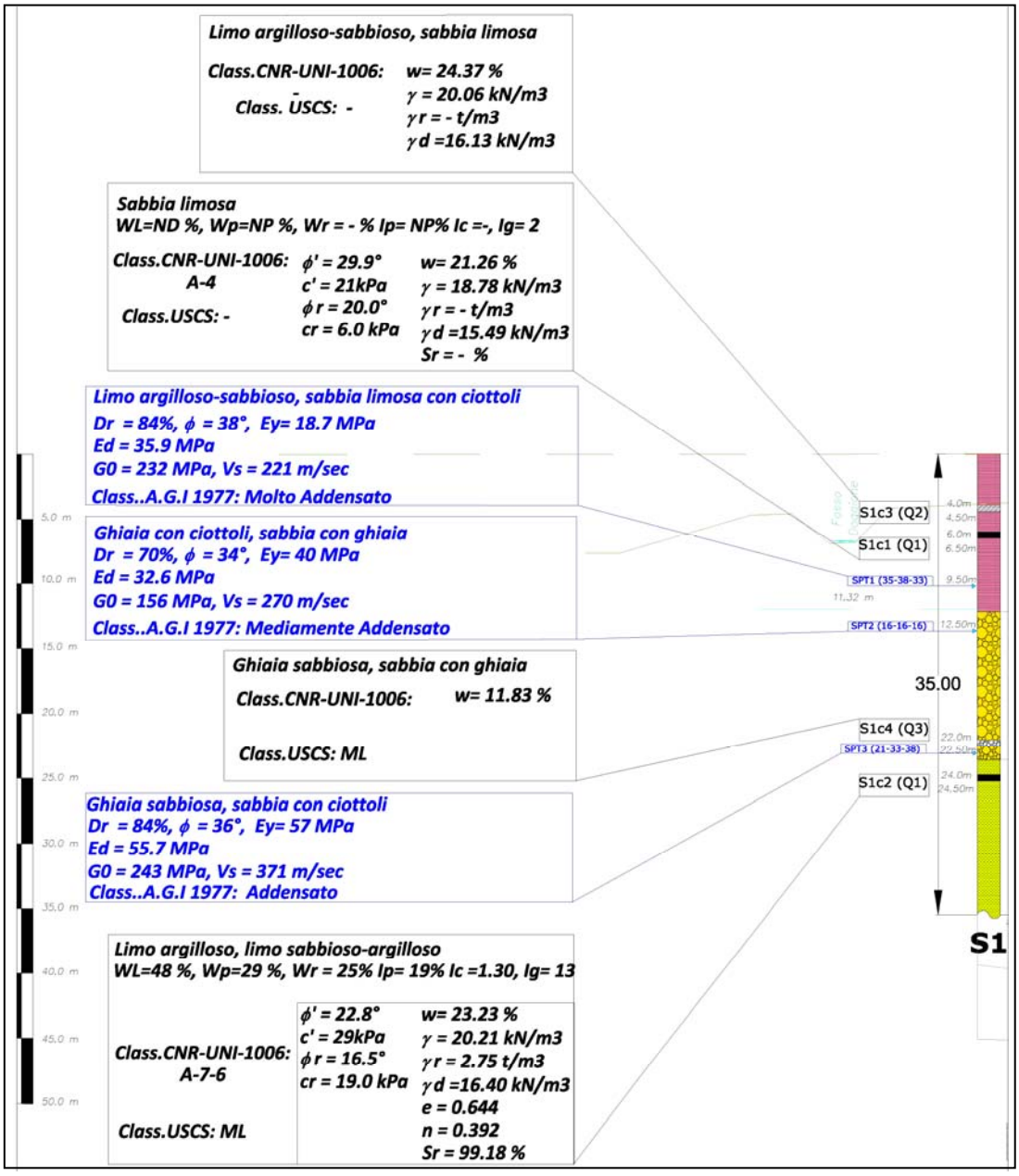


Figura 11 - Stratigrafia del sondaggio geognostico S1

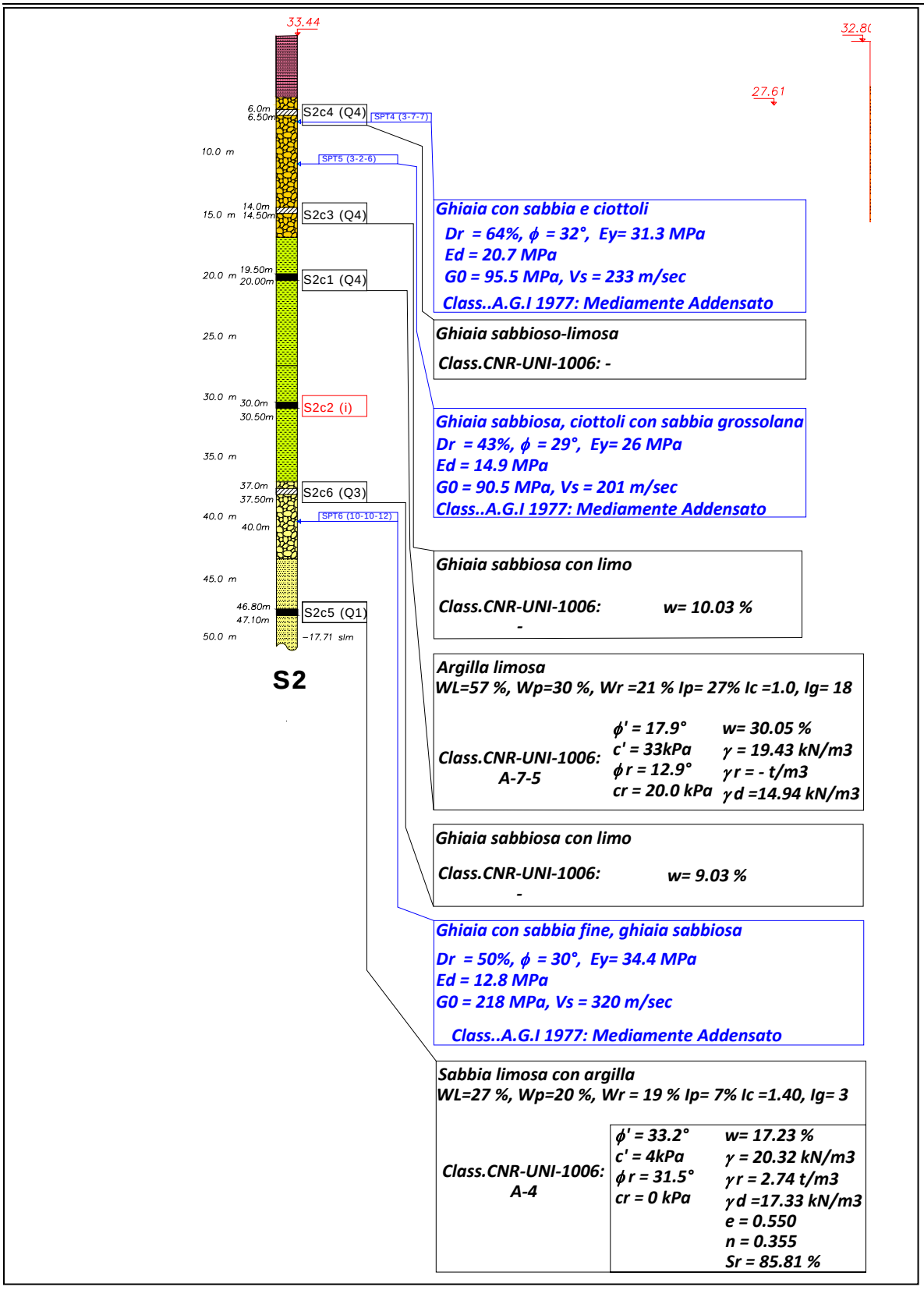


Figura 12 - Stratigrafia del sondaggio geognostico S2

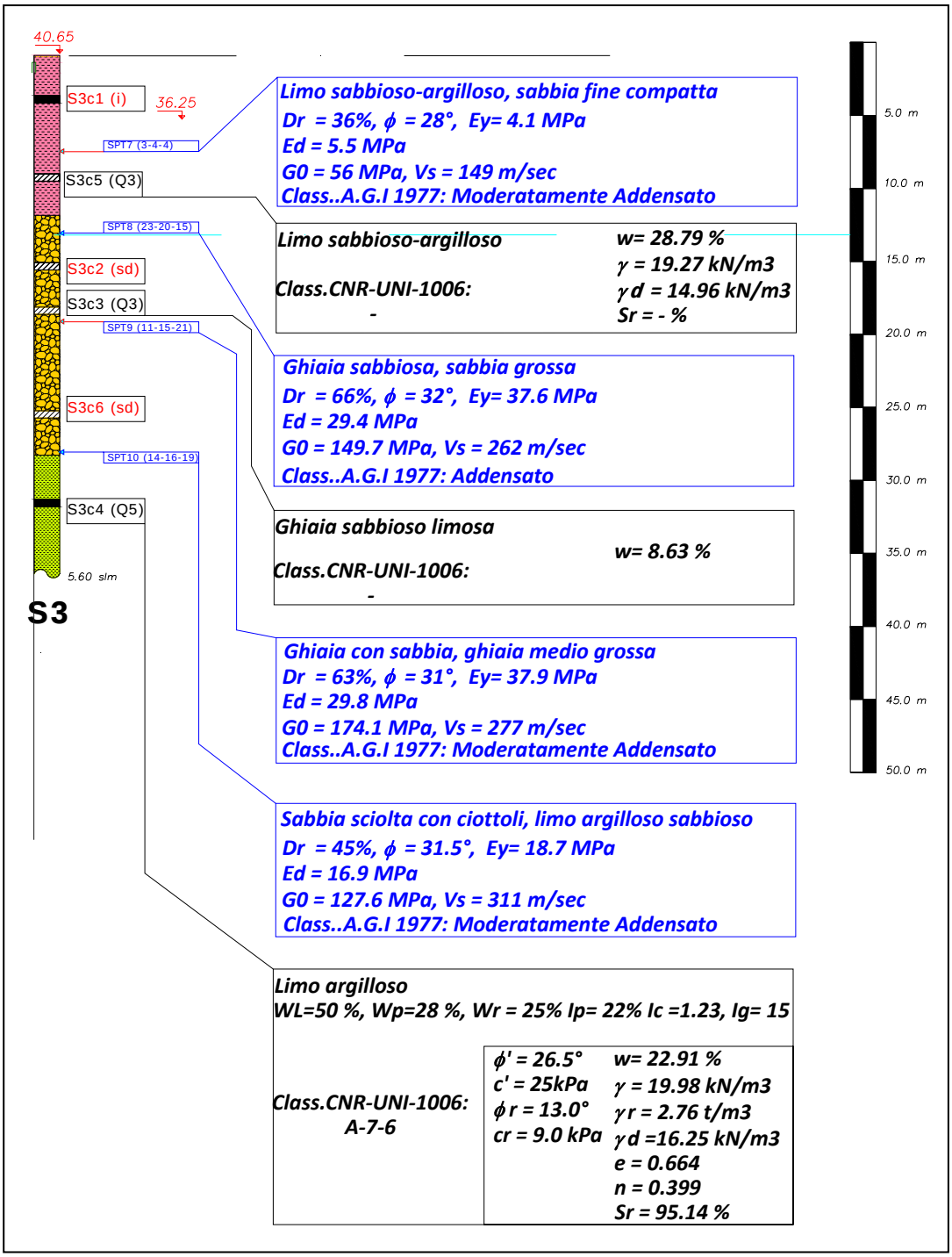


Figura 13 - Stratigrafia del sondaggio geognostico S3

5.2 PIEZOMETRIA

Nel foro di sondaggio S1 in sinistra idraulica del F. Arno (approdo lato Badia a Settimo) per una profondità di 35.0 m.l. è stato installato un piezometro per la misura della soggiacenza della falda. L'attività di monitoraggio del livello piezometrico è stata condotta da personale dell'Amministrazione Provinciale di Firenze (ora Città Metropolitana di Firenze) per un periodo di quindici mesi, dal novembre 2013 al febbraio 2015. Le misure eseguite sono riportate nella tabella che segue, ove sono riassunti la profondità della perforazione, il tipo di piezometro e le misure della profondità del livello piezometrico.

Sondaggio n°	Profondità raggiunta da perforazione e strumentazione		Profondità livello piezometrico in metri dal p.c.				
	Perforazione (m)	**Piezometro a tubo aperto (m)**	**28/11/2013**	**06/12/2013**	**14/03/2013**	**12/05/2014**	**09/02/2014**
S1	35	35	11.32	11.32	11.30	11.22	10.95
S2	50	-	-	-	-	-	-
S3	35	-	-	-	-	-	-

Tabella 4 - Punti d'indagine piezometrica (profondità massime investigate -35 p.c.).

Dalle misure eseguite si può rilevare che nel periodo d'osservazione la profondità del livello piezometrico non ha subito variazioni rilevanti, potendosi considerarla stabile anche per un periodo d'osservazione caratterizzato da precipitazioni di notevole intensità ma soprattutto di rilevante durata e continuità, e comunque su un ciclo stagionale completo. Sarà buona norma prevedere un adeguato piano di periodiche letture per la fase provvisionale, fino alla realizzazione e collaudo degli intereventi in modo da controllare l'oscillazione di tale livello nel tempo e magari verificare gli effetti anche durante le fasi di lavorazione.

5.3 PROSPEZIONI SISMICHE DOWN-HOLE

Negli altri fori di sondaggio (S2 in golena sinistra e S3 rilevato in destra idraulica, approdo lato S.Donnino) sono state eseguite prospezioni sismiche down-hole per la misura della velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) e delle onde di taglio (onde S) nei terreni investigati e per il calcolo del modulo di elasticità dinamico. In totale sono state eseguite 85 m d'indagine sismica. L'attrezzatura utilizzata è consistita in 2 geofoni tridimensionali calati nel foro di sondaggio (precedentemente attrezzati con tubi in PVC cementati alle pareti del foro) per intervalli di 1 m e fatti aderire alle pareti del tubo mediante appositi packer. L'energizzazione in superficie è stata fornita da

una massa battente che colpiva una piastra metallica, per la generazione delle onde di compressione, e il lato di un cassone metallico zavorrato, per la generazione delle onde di taglio; in quest'ultimo caso il cassone veniva colpito alternativamente su due lati opposti per poter discriminare bene l'arrivo delle onde di taglio che in questo modo risultano avere fasi opposte. Tale tipo d'indagine è risultata funzionale sia alla valutazione del contrasto di rigidità sismica fra coperture e potenziale substrato che alla definizione delle Vs_{30}.

Le prospezioni sismiche a rifrazione con l'utilizzo delle onde P ed SH hanno consentito di caratterizzare sismo - stratigraficamente i terreni di fondazione e i dati rilevati in campagna hanno consentito di calcolare, oltre i parametri elastico – dinamici dei materiali, il valore del parametro V_{S30}. Rimandando, per una più esauriente trattazione dei dati rilevati, direttamente al commento riportato nel "*RAPPORTO di PROVA DOWN-HOLE in S2 - loc. BADIA A SETTIMO Gennaio 2014" e nel "RAPPORTO di PROVA DOWN-HOLE in S3 - loc. SAN DONNINO Gennaio 2014" a firma della MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.*, società che ha materialmente eseguito le prove; qui di seguito si riportano i risultati generali ritenuti significativi alla definizione della categoria del "profilo stratigrafico del suolo" ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, secondo l'Ordinanza P.C.M. n° 3274/03.

5.4 CARATTERI SISMICI DEI MATERIALI ANALIZZATI SUL SONDAGGIO S2 (DH2) PILA IN GOLENA

Le prospezioni sismiche down-hole eseguite in foro di sondaggio nell'area della pila d'appoggio della passerella pedociclabile, per una profondità di 50 m.l. dal p.c. con l'utilizzo delle onde P ed SH, hanno consentito di rilevare la presenza di tre "orizzonti sismici": un primo strato, compreso tra il piano campagna ed una profondità media di 5.0m, con valori delle velocità delle onde S_H di circa 136 m/s; al di sotto di tale profondità è stata evidenziata la presenza di un orizzonte caratterizzato da un incremento delle onde longitudinali con velocità di circa 358 m/s fino ad una profondità di circa 34.0 m da p.c.. Dalla profondità di circa 34.0 m e fino alla profondità di 50.0 m, è stato osservato un ulteriore incremento della velocità delle onde longitudinali tale da individuare un orizzonte con una velocità di circa 651 m/s. L'andamento delle velocità delle onde P ricalca in linea di massima quello delle onde di taglio, con una velocità pari a circa 201 m/s fino a profondità di circa 4.0 m; al di sotto dei 3.0m e fino ad una profondità di circa 11.0 m si verifica un notevole incremento della velocità fino a circa 1257 m/s (da mettere in

relazione con l'individuazione di un orizzonte saturo). Dalla profondità di 11.0 m e fino alla profondità di 50.0 m si osserva un ulteriore incremento della velocità che si stabilizza attorno al valore di 2223 m/s.

VELOCITA' ONDE P		
strato	**Profondità dal piano campagna (m)**	**Velocità (m/s)**
1	4	201
2	11	1257
3	50	2223

PARAMETRI ONDE SX						
strato	**Profondità dal piano campagna (m)**	**Velocità (m/s)**	**Coeff. Poisson**	**(G) Modulo di Taglio Shear (MPa)**	**(E) Modulo di deformabilità o di Young (MPa)**	**(K) Modulo di volume o Bulk (MPa)**
1	5	136	0.05	36,992	77,683	28,771
2	34	358	0.43	256,328	733,098	1745,471
3	50	651	0.43	847,602	2424,141	5771,764

PARAMETRI ONDE SY						
strato	**Profondità dal piano campagna (m)**	**Velocità (m/s)**	**Coeff. Poisson**	**(G) Modulo di Taglio Shear (MPa)**	**(E) Modulo di deformabilità o di Young (MPa)**	**(K) Modulo di volume o Bulk (MPa)**
1	5	138	0.03	38,088	784,61	28,723
2	34	357	0.43	254,898	729,008	1735,733
3	50	601	0.44	722,402	2080,517	5779,213

Il valore della V_{S30} è stato calcolato sulla base delle velocità delle onde di taglio SH per lo spessore degli strati presenti nei 30 m di profondità dalla quota di testa pali di fondazione (vedi fig.14), per mezzo dell'utilizzo della seguente formula di determinazione della velocità equivalente:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{Vi}}$$

hi = Spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = Velocità dell'onda di taglio i-esima
N = Numero di strati

$VS_{30} = (30/(V_{S2}/H2 + V_{S3}/H3))$

Da cui: $VS_{30} = (30/25.39m/358m/sec + 4.11\ m / 651\ m/sec)$

VS_{30} = (30/0.072 m/sec + 0.0024 m/sec)

VS_{30} = (30/0.0814 m/sec)

$$V_{S30} = (383 \text{ m/sec})$$

Quanto sopra porta ad indicare che i terreni indagati sono riferibili alla **"CATEGORIA di SUOLO di FONDAZIONE B"** definita come "*ROCCE TENERE E DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA MOLTO ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINE MOLTO CONSISTENTI, CON SPESSORI SUPERIORI A 30 METRI, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETA' MECCANICHE CON LA PROFONDITA' E DA VALORI DI* V_S *30 COMPRESI TRA 360 m/sec 800 m/sec (ovvero* $N_{SPT\ 30}$ *> 50 nei terreni a grana grossa e cu 30 >250 kPa, nei terreni a grana fine).*

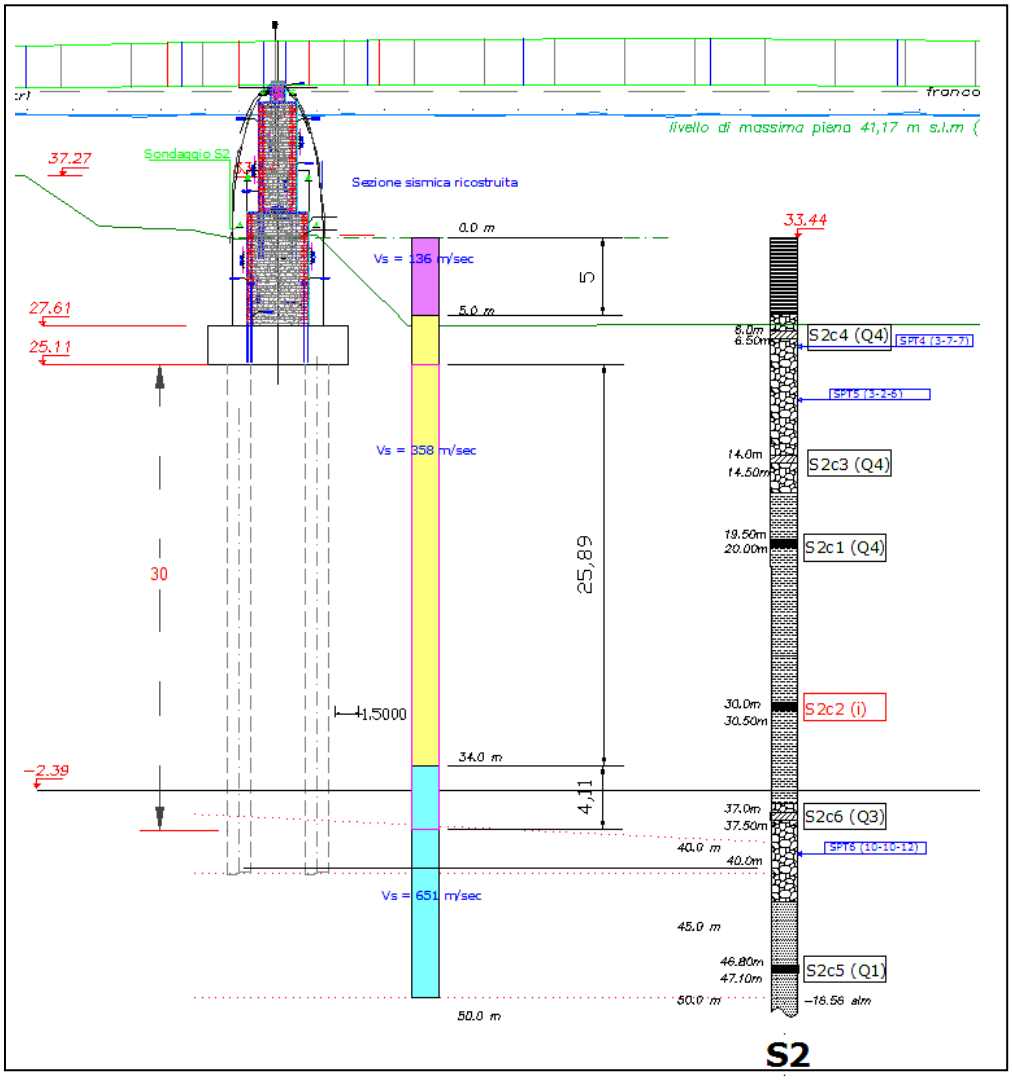


Fig.14 - Schema di determinazione delle V_{S30} per la zona della pila d'appoggio passerella.

A margine di tali considerazioni si evidenzia che in tale tipologia di prova laddove s'individuassero nella ricostruzione stratigrafica lievi scostamenti rispetto alla ricostruzione geologico-geotecnica, essi possono essere imputati al fatto che hanno prevalenza le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che i parametri caratteristici usati per le ricostruzioni stratigrafiche.

5.5 CARATTERI SISMICI DEI MATERIALI ANALIZZATI SUL SONDAGGIO S3 (DH3) PUNTO D'APPRODO IN DESTRA, LATO STAZIONE S.DONNINO

Le prospezioni sismiche down-hole eseguite in destra idraulica sull'argine fluviale nei pressi della Stazione di S.Donnino, nel foro di sondaggio per una profondità di 36 m.l. dal p.c., con l'utilizzo delle onde P ed SH hanno consentito di caratterizzare sismo stratigraficamente i materiali presenti al disotto del punto d'approdo e di calcolare, oltre i parametri elastico – dinamici dei materiali riportati in tabella, anche il valore del parametro V_{S30}.

L'elaborazione dei dati di campagna ha consentito di rilevare la presenza di tre "orizzonti sismici". Dai dati riportati nelle tavole e nei tabulati allegati si fa riferimento ad un primo strato, compreso tra il piano campagna ed una profondità media di 9.0m, con valori delle velocità delle onde Sh di circa 192 m/s; al di sotto di tale profondità si evidenzia un orizzonte caratterizzato da un incremento delle onde longitudinali con velocità di circa 280 m/s fino ad una profondità di circa 21.0 m da p.c.. Dalla profondità di circa 21.0 m e fino alla profondità di 36.0 m, si osserva un ulteriore incremento della velocità delle onde longitudinali tale da individuare un orizzonte con una velocità di circa 439 m/s. L'andamento delle velocità delle onde P ricalca in linea di massima quello delle onde di taglio, con una velocità pari a circa 328 m/s fino ad una profondità di circa 3.0 m; al di sotto dei 3.0 e fino ad una profondità di circa 14.0 m si verifica un notevole incremento della velocità fino a circa 599 m/s. Dalla profondità di 14.0 m e fino alla profondità di 36.0 m si osserva un ulteriore incremento della velocità che si stabilizza attorno al valore di 1088 m/s.

VELOCITA' ONDE P		
strato	**Profondità dal piano campagna (m)**	**Velocità (m/s)**
1	4	370
2	14	596
3	36	1103

PARAMETRI ONDE SX						
strato	**Profondità dal piano campagna (m)**	**Velocità (m/s)**	**Coeff. Poisson**	**(G) Modulo di Taglio Shear (MPa)**	**(E) Modulo di deformabilità o di Young (MPa)**	**(K) Modulo di volume o Bulk (MPa)**
1	9	192	0.26	73,728	185,794	129,023
2	21	280	0.31	156,8	410,816	360,364
3	36	439	0.37	385,442	1056,111	1353,988

PARAMETRI ONDE SY						
strato	**Profondità dal piano campagna (m)**	**Velocità (m/s)**	**Coeff. Poisson**	**(G) Modulo di Taglio Shear (MPa)**	**(E) Modulo di deformabilità o di Young (MPa)**	**(K) Modulo di volume o Bulk (MPa)**
1	9	195	0.25	76,05	190,125	126,750
2	21	272	0.32	147,968	390,635	361,699
3	36	458	0.35	419,528	1132,725	1258,583

Il valore VS_{30}, calcolato sulla base delle velocità delle onde di taglio SH per lo spessore degli strati presenti nei 30 m di profondità dalla quota di testa pali di fondazione (vedi fig.15), per mezzo dell'utilizzo della seguente formula di determinazione della velocità equivalente:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{Vi}}$$

hi = Spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = Velocità dell'onda di taglio i-esima
N = Numero di strati

$VS_{30} = (30/(V_{S1}/H1 + V_{S2}/H2 + V_{S3}/H3))$

Da cui: $VS_{30} = (30/(9.0m/192m/sec + 12\ m / 280\ m/sec + 9.0\ m / 439\ m/sec))$

$VS_{30} = (30/(0.046\ m/sec + 0.0428\ m/sec + 0.0205m/sec))$

$VS_{30} = (30/0.110\ m/sec)$

$$VS_{30} = (274.0\ m/sec)$$

Quanto sopra porta ad indicare che i terreni indagati con l'indagine condotta sono riferibili alla **"CATEGORIA di SUOLO di FONDAZIONE C"** definita come "*DEPOSITO DI SABBIE E GHIAIE MEDIAMENTE ADDENSATE, O DI ARGILLE DI MEDIA CONSISTENZA, CON SPESSORI VARIABILI DA DIVERSE DECINE FINO A CENTINAIA DI METRI, CRATTERIZZATI DA VALORI DI* V_S *30 COMPRESI TRA 180/M/SEC E 360*

M/SEC (15< N $_{SPT}$ < 50 ED 70 < Cu <250 kPa).

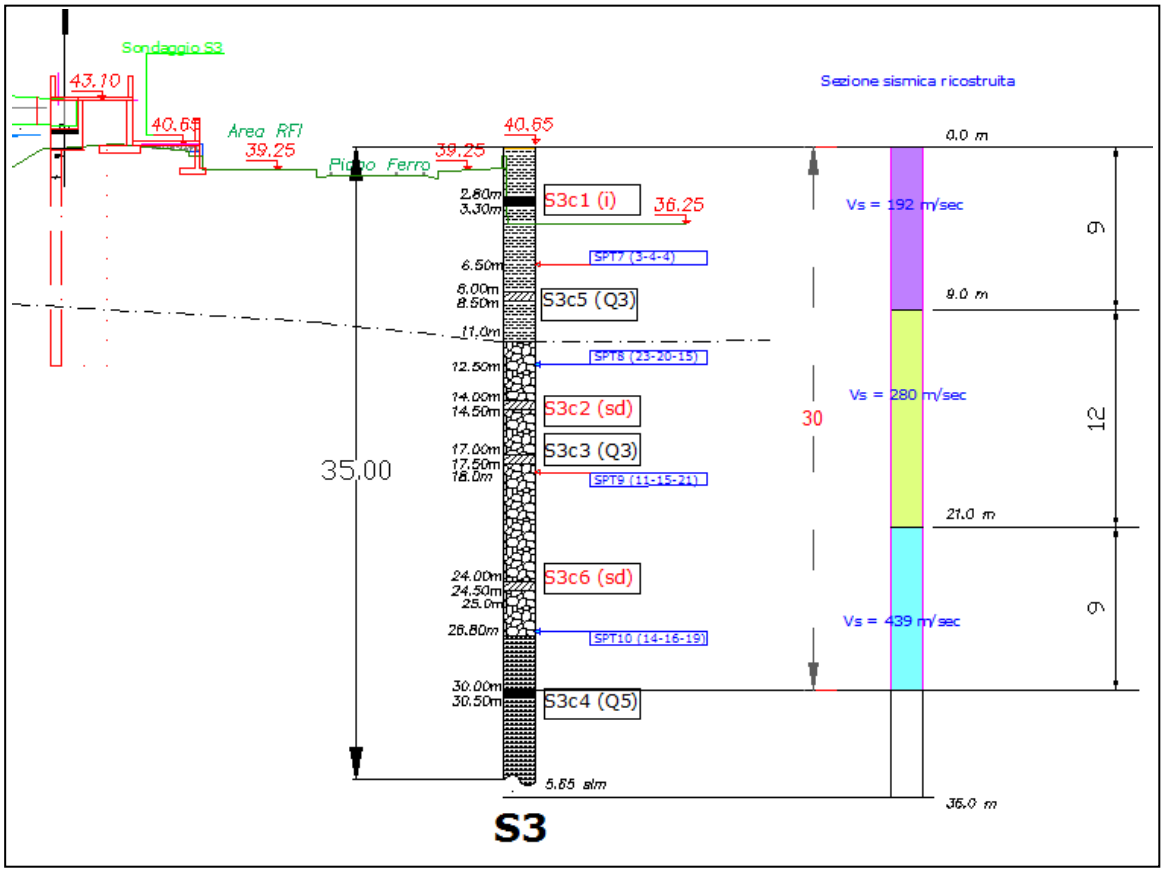


Fig.15 - Schema di determinazione delle V_{S30} per la zona d'approdo in sponda destra della passerella.

Nell'area sito di progetto l'elaborazione dei dati di campagna ha consentito di rilevare la presenza di tre"orizzonti sismici" con incremento delle velocità fino a valori di riferimento della V_{S30} tali da individuare valori caratteristici (270-350 m/sec) di **"CATEGORIA di SUOLO di FONDAZIONE C"** (*DEPOSITO DI SABBIE E GHIAIE MEDIAMENTE ADDENSATE, O DI ARGILLE DI MEDIA CONSISTENZA, CON SPESSORI VARIABILI DA DIVERSE DECINE FINO A CENTINAIA DI METRI,* in destra idraulica e tali da individuare valori caratteristici (360-800m/sec) **"CATEGORIA di SUOLO di FONDAZIONE B"** definita come "*ROCCE TENERE E DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GORSSA MOLTO ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINE MOLTO CONSISTENTI, CON SPESSORI SUPERIORI A 30 METRI, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETA' MECCANICHE CON LA PROFONDITA' E DA VALORI DI V_S 30 COMPRESI TRA 360 m/sec 800 m/sec (ovvero N $_{SPT\ 30}$ > 50 nei terreni a grana grossa e cu 30 >250 kPa, nei terreni a grana fine*, in sinistra idraulica. Da un confronto condotto a mero titolo ricognitivo si verifica che i valori ricavati dalle standard penetration test in avanzamento condotte durante i sondaggi e quelli ricavati con le prove in foro presentano apprezzabili livelli di confrontabilità: si verifica come dalla prova SPT6 in foro

S2, si ricava un valore di Vs = 320 m/sec, e dalla SPT9 in foro SP3si ricava un valore di Vs = 277 m/sec.

5.6 PROVE DI LABORATORIO

La campagna d'analisi si è articolata nel prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati/semidisturbati sui quali in laboratorio sono state condotte le prove descritte in tabelle 5 ed i cui risultati sono riassunti in tabella 6 e 7 di seguito. Sui campioni prelevati durante la perforazione dei sondaggi geognostici sono state eseguite, presso il *Laboratorio Geotecnico SIGMA s.r.l. "Prove ed indagini geotecniche dal 1973"* nel periodo ottobre 2013 - novembre 2013, prove finalizzate all'identificazione geotecnica dei terreni (analisi granulometriche, determinazioni dei limiti di consistenza, determinazioni del peso di volume naturale e determinazione del peso specifico dei grani e determinazioni del contenuto naturale d'acqua), prove finalizzate alla determinazione della resistenza al taglio non drenata (compressione ad espansione laterale libera), prove finalizzate alla determinazione della resistenza residua dei materiali (taglio diretto) e alla determinazione delle caratteristiche di compressibilità (prove edometriche).

PROVE LABORATORIO												
SONDAGGIO	**PROFONDITA' di prelievo**		**Campione sigla n°**	**Sigla Campione (AGI '94)**	**Determinazione peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**	**Determinazione contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**	**Analisi granulometrica per via umida e per sedimentazione (AGI '94)**	**Determinazione limiti di Atterberg liquido, plastico e di ritiro (UNI CEN ISO/TS 17892-12)**	**Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3)**	**Prova edometrica ad incrementi di carico (UNI CEN ISO/TS 17892-5)**	**Prova di taglio diretto CD compresa determinazione resistenza residua (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**	**Prova di compressione laterale libera ELL (UNI CEN ISO/TS 17892-7)**
	da m	a m										
S1	4.00	4.50	S1c3	Q_3								
	6.00	6.50	S1c1	Q_1								
	22.0	22.50	S1c4	Q_3								
	24.0	24.50	S1c2	Q_1								
S2	6.00	6.50	S2c4	Q_2								
	14.00	14.50	S2c3	Q_4								
	19.50	20.00	S2c1	Q_1								
	30.00	30.50	S2c2	Q_4								
	37.00	37.50	S2c6	Q_3								
	46.80	47.30	S2c5	Q_1								
S3	2.80	3.30	S3c1	Q_5								
	8.00	8.50	S3c5	Q_3								
	14.00	14.50	S3c2	Q_2								
	17.00	17.50	S3c3	Q_3								
	24.00	24.50	S3c6	Q_2								
	30.00	30.50	S3c4	Q_1								

LEGENDA

Caratteristiche geotecniche determinabili	Grado di qualità				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
a) profilo stratigrafico	X	X	X	X	X
b) composizione granulometrica		X	X	X	X
c) contenuto d'acqua naturale			X	X	X
d) peso di volume				X	X
e) caratteristiche meccaniche (resistenza, deformabilità, etc..)					X
	campioni disturbati o rimaneggiati			disturbo limitato	indistur-bati

Tabella 5 - Il campionamento per le determinazioni di laboratorio Il numero ed il tipo di prove effettuate

A) Campionatore pesante infisso a percussione
B) Campionatore a parete sottile infisso a percussione
C) Campionatore a parete sottile infisso a pressione
D) Campionatore a pistone infisso a pressione
E) Campionatore a rotazione a doppia parete con scarpa avanzata

Tipo di terreno	Tipo di campionatore				
	A	B	C	D	E
a) coesivi poco consistenti		Q3	Q4	Q5	Q5
b) coesivi moderatamente consistenti o consistenti	Q3 (4)	Q4	Q5	Q5	
c) coesivi molto consistenti	Q2 (3)	Q3 (4)	Q5		
d) sabbie fini al di sopra della falda	Q2	Q3	Q3	Q3 (4)	
e) sabbie fini in falda	Q1	Q2	Q2	Q2 (3)	

I risultati delle prove d'identificazione eseguite in laboratorio hanno permesso di definire le caratteristiche fisiche principali dei terreni per ogni unità geotecnica riconosciuta, le frazioni granulometriche presenti in ogni campione in funzione della profondità. Per le unità costituite principalmente da terreni fini coesivi, sono stati ottenuti i risultati delle determinazioni dei limiti di consistenza (limite di liquidità W_L e limite di plasticità W_P) e del contenuto naturale d'acqua (W_n) ai fini della definizione dell'indice di consistenza. Sui campioni indisturbati prelevati sono state effettuate anche le determinazioni del peso di volume naturale γ. Le prove edometriche ad incrementi di carico controllati eseguite sui campioni indisturbati hanno permesso di ricavare i valori del coefficiente di consolidazione verticale c_v e di quello di permeabilità edometrica K_v.

Sono state eseguite su alcuni campioni delle prove di taglio diretto finalizzate alla determinazione dei parametri di resistenza al taglio c' e Φ' e prove di compressione ad espansione laterale libera al fine di determinare resistenza al taglio non drenata (c_u). Dall'analisi dei campioni prelevati si rileva

che il 30% di essi sono rappresentativi di materiali costituenti l'orizzonte A dei depositi fluvio-lacustri di "base", il 30% sono caratteristici dell'orizzonte B di depositi fluvio-lacustri grossolani, il 30 % caratteristici dell'orizzonte C di depositi lacustri fini coesivi, ed il 10% dell'orizzonte D di depositi grossolani di delta conoide. Nella seguente tabella 6 sono riportati in forma di sintesi i risultati delle prove di laboratorio condotte, i certificati delle quali sono allegati in Appendice:

PARAMETRI FISICI												
Unità Geotecnica		A	C	A	B	C	B	B	D	D	B	C	A
Sondaggio		S1				S2					S3		
Sigla campione		S1C1	S1C2	S1C3	S1C4	S2C1	S2C3	S2C4	S2C5	S2C6	S3C3	S3C4	S3C5
Da profondità		6.0	24.0	4.0	22.0	19.5	14.0	6.0	46.8	37.0	17.0	30.0	8.0
A profondità		6.5	24.5	4.5	22.5	20.0	14.5	6.5	47.3	37.5	17.5	30.5	8.5
γ (kN/m^3)		18.78	20.21	20.06	-	19.43	-	-	20.32	-	-	19.98	19.27
γd (kN/m^3)		15.49	16.40	16.13	-	14.94	-	-	17.33	-	-	16.25	14.96
W_N (%)		21.26	23.23	24.37	11.83	30.05	10.03	-	17.23	9.03	8.63	22.91	28.79
γ_S (t/m^3)		-	2.75	-	-	-	-	-	2.74	-	-	2.76	-
e		-	0.644	-	-	-	-	-	0.550	-	-	0.664	-
n		-	0.392	-	-	-	-	-	0.355	-	-	0.399	-
Sr (%)		-	99.18	-	-	-	-	-	85.81	-	-	95.14	-
W_L (%)		ND	48	-	-	57	-	-	27	-	-	50	-
W_P (%)		NP	29	-	-	30	-	-	20	-	-	28	-
$I_{P\,(\%)}$		NP	19	-	-	27	-	-	7	-	-	22	-
I_C		-	1.30	-	-	1.0	-	-	1.40	-	-	1.23	-
I_G		2	13	-	-	18	-	-	3	-	-	15	-
Analisi Granulometrica	%G	0.04	1.42	0.13	67.02	4.75	52.12	45.32	0.52	48.92	40.56	1.19	0.04
	%S	63.12	6.82	9.39	19.73	3.19	29.46	30.16	50.66	30.04	35.44	4.66	19.93
	%L	36.38	57.75	75.92	8.55	44.69	12.37	20.72	35.43	16.45	20.14	67.22	66.42
	%A	0.46	34.01	14.57	4.71	47.38	6.05	3.79	13.39	4.59	3.86	26.93	13.61
W_R (%)		-	19	-	-	21	-	-	19	-	-	25	-
I_A		-	0.6	-	-	0.6	-	-	0.5	-	-	0.8	-
Classificazione CNR-UNI 10006		A-4	A-7-6	-	-	A-7-5	-	-	A-4	-	-	A-7-6	-
Classificazione USCS		-	ML	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PARAMETRI GEOMECCANICI													
Φ_r (°)		20.0	16.5			12.9			31.5			13	
Φ '(°)		29.9	22.8			17.9			33.2			26.5	
c_r (kPa)		6	19			20			0			9	
c' (kPa)		21	29			33			4			25	

LEGENDA

γ (kN/m^3) peso di volume, γd (kN/m^3) densità secca, W_N (%) contenuto d'acqua, γ_S (t/m^3) peso specifico granuli
e indice dei vuoti, n porosità, Sr (%) grado di saturazione
W_L (%) limite di liquidità, W_P (%) limite di plasticità, W_R (%) limite di ritiro, I_P (%) indice di plasticità, I_C indice di consistenza, I_G Indice di gruppo, I_A indice attività colloidale delle argille.
Φ '(°) Angolo d'attrito, Φ_r (°) Angolo d'attrito residuo, c' (kPa) coesione drenata , c_r (kPa) coesione drenata residua

Tabella 6 - I risultati in termini di parametri fisici e geomeccanici ricavati dal campionamento e da prove di laboratorio su materiali coesivi.

UNITA' GEOTECNICA A

I materiali di questa unità campionati ed analizzati in laboratorio sono corrispondenti ai campioni S_1C_1, S_1C_3, S_3C_5. Si tratta di sabbie limose, limi argillosi con sabbie, limi sabbioso-argillosi. I caratteri meccanici caratteristici "medi" che emergono dalle analisi di laboratorio indicano i seguenti dati: una massa volumica secca in un intervallo (15,49-16,33) kN/m³ valore medio di 15.5 kN/m³, un contenuto d'acqua naturale tra il (21-29)%, valore medio un peso di volume naturale tra (18,8-20 kN/m^3) valore medio di 24.8 kN/m^3. Per quanto riguarda l'angolo d'attrito interno in termini di sforzi efficaci esso risulta di ca 30° con un valore residuo di circa 20°; mentre il valore della coesione drenata è prossimo ai 21 kPa con un valore di coesione drenata residua di 6 kPa. Infine, nella Classificazione HRB-AASHTO (CNR - UNI 10006) i materiali sono classificabili nel gruppo A4 – Terre limose, "da buone a povere" per l'impiego di sottofondo.

UNITA' GEOTECNICA B

I materiali di questa unità campionati ed analizzati in laboratorio corrispondono ai campioni S_1C_4, S_2C_3, S_2C_4, S_3C_3. Si tratta di ghiaie sabbiose, ghiaie e sabbie con limi. I caratteri meccanici caratteristici "medi" che emergono dalle analisi di laboratorio si riducono al solo contenuto d'acqua naturale individuato in un intervallo tra il (8.6-11.9)% ca, valore medio 10.16%. Le uniche altre determinazioni possibili sono quelle operate in situ (vedi paragrafo 5.7).

UNITA' GEOTECNICA C

I materiali appartenenti a quest'unità sono stati indagati con l'analisi dei campioni S_1C_2, S_2C_1, S_3C_4. Le analisi granulometriche indicano una miscela composta da limi argillosi con limi ed argille. Si tratta di materiali con limite di liquidità w_L compreso nell'intervallo (48-57%) valore medio 51.5%, con limite di plasticità w_P compreso nell'intervallo (28-30%) valore medio 29% e indice di plasticità compreso nell'intervallo (19-27%) valore medio I_P = 23%, con un grado di consistenza medio (I_C) pari a 1.18 e indice di Gruppo (I_G) medio di 15.3. Il contenuto d'acqua allo stato naturale compreso nell'intervallo (22.9-30)% per un valore medio 23.4% ed un grado di saturazione compreso nell'intervallo (95-99)% con valore medio 97.16%. Nella carta di plasticità di Casagrande gran parte dei campioni ricadono nel campo dei limi inorganici di media plasticità (ML). Il confronto tra l'indice di plasticità di questi depositi (23%) e la percentuale di argilla contenuta (Clay fraction) (36.1%), indica un valore dell'indice di Attività Colloidale (di Skempton) pari a 0.64, riconducibile ad argille normalmente attive od argille

inattive. Infine, nella Classificazione HRB-AASHTO (CNR - UNI 10006) i materiali sono classificabili in parte nel gruppo A7-6 (Terre limo-argillose, indice di gruppo ≤20) di scadente qualità per sottofondi, ed in parte nel gruppo A7-5 (Terre limo-argillose, mediamente poco compressibili "da mediocri a scadenti" per l'impiego di sottofondo). Le analisi eseguite sui suddetti campioni hanno fornito i seguenti valori fisico meccanici: un peso di volume naturale tra (19,4-20.2 kN/m^3) per valore medio di 19.87 kN/m^3, una densità secca tra (14,94-16,40 kN/m^3) per valore medio di 15,8 kN/m^3; un angolo d'attrito interno in termini di sforzi efficaci compreso nell'intervallo (17.8-26.5)° per un valore medio di 22.4° con un valore residuo compreso nell'intervallo (12.9-16.5)° e valore medio di circa 13.8°; un valore di coesione di picco nell'intervallo (25-33) kPa per un valore di picco medio di 29 kPa, ed un valore di coesione residua nell'intervallo (9-19) kPa per un valore residuo medio di 16 kPa.

UNITA' GEOTECNICA D

I materiali appartenenti a questa unità sono stati indagati con l'analisi dei campioni S_2C_5, S_2C_6. Si tratta di ghiaie sabbiose, sabbie limose sabbie limose con argille. Essi hanno evidenziato i seguenti dati: un limite di liquidità w_L di 27%, con limite di plasticità w_P 20% e indice di plasticità di $I_{P\,=}$ 7; un valore del grado di consistenza medio (I_C) pari a 1.40 e indice di Gruppo (I_G) di 3. Il contenuto d'acqua allo stato naturale compreso nell'intervallo (9,03-17.23%) per valore medio di 13.1% ed un grado di saturazione di 85.81%. Nella Classificazione HRB-AASHTO (CNR - UNI 10006) tali materiali sono classificabili nel gruppo A4 – Terre limose, "da buone a povere" per l'impiego di sottofondo. Mentre i dati dei caratteri fisico meccanici mostrano una densità secca di 17.33 kN/m³ ed un peso di volume di 20.32 kN/m³; un angolo d'attrito interno in termini di picco di 33°, ed in termini residui di 31° con coesione in termini di picco pari a 4 kPa e nulla in termini residui.

5.7 PROVE IN SITU

La campagna geognostica in situ è consistita nell'esecuzione di tre sondaggi a rotazione, a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale con carotiere di diametro 100-146 mm durante la quale sono state eseguite complessivamente dieci prove standard penetration test (S.P.T.) in avanzamento, nei tre siti di perforazione opportunamente ubicate durante l'esecuzione dei sondaggi a rotazione, e distribuite come riportato in tabella 7. Con tale sistema si è potuto indagare fino a -35 m .l. dal p.c. per i siti luogo delle spalle laterali, punti d'approdo dell'opera, e fino a -50 m .l. dal p.c. per quanto riguarda la pila d'appoggio intermedia. Nei siti di sondaggio S2 e S3, uno in destra ed uno in

sinistra idraulica, sono stati eseguite anche due prove sismiche in foro (down-hole) descritte nel par.5.4, mentre nel sito di sondaggio S1 in sinistra idraulica è stato installato un piezometro a tubo aperto in PVC con pozzetto protettivo, per una profondità di -35 m dal p.c., alfine di controllare l'escursione della falda in sede di lavorazione, approntamento di cantiere ed esecuzione delle opere.

PARAMETRI GEOMECCANICI										
Sondaggio	S1			S2			S3			
Sigla Penetrometrica	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6	SPT7	SPT8	SPT9	SPT10
Da profondità	9.50	12.50	22.50	6.50	10.5	39.0	6.00	12.00	18.00	27.00
A profondità	9.95	12.95	22.95	6.95	11.0	39.5	6.50	12.50	18.50	27.50
Φ' (°)	38	34	36	32	29	30	28	32	31	31.5
Densità relativa D_r (%)	84	70	84	64	43	50	36	66	63	45
Ey (modulo d'elasticità iniziale) Young (MPa)	18.7	40	57	31.3	26	34.4	4.1	37.6	37.9	18.7
Modulo edometrico M (MPa)	35.9	32.6	55.7	20.7	14.9	12.8	5.5	29.4	29.8	16.9
Modulo taglio iniziale G_0 (MPa)	232	156	243	95.5	90.5	218	56	149.7	174.1	127.6
Vs (m/s)	221	270	371	233	201	320	149	262	277	311

Tabella 7 - I risultati in termini di parametri fisici e geomeccanici ricavati da prove in situ: valori ricavati da metodi di trasformazione in relazione ai materiali incoerenti attraversati.

	Molto sciolto	Sciolto	Mediamente addensato	Addensato	Molto Addensato
D_r	(0-15)%	(15-35)%	(35-65)%	(65-85)%	(85-100)%
(Nsp_T)/30 cm	0-3	3-8	8-25	25-42	42-58

Consistenza		
Terreno incoerente	Densità relativa Dr (%)	Nspt
Molto sciolto	0-20	0-4
Sciolto	20-40	4-10
Medio	40-60	10-30
Denso	60-80	30-50
Molto denso	80-100	>50
Terreno coerente	Indice di consistenza Ic	Nspt
Molto soffice	0	0-2
Soffice	0-0.25	2-4
Plastico	0.25-0.5	4-8
Duro	0.5-0.75	8-15
Molto duro	0.75-1.0	15-30
Durissimo	>1.0	>30

Tabella 8 - Stima dei valori dello stato d'addensamento dei materiali attraversati (da prove in situ)

I risultati delle prove SPT in termini di N_{SPT} sono stati corretti con le opportune formule, sia in funzione della profondità d'effettuazione della prova (valori inizialmente normalizzati rispetto alla tensione di

confinamento secondo l'espressione: $N' = N_{SPT} / \sigma'_{vo}{}^{0.56}$ Jamiolkowski et al., 1985), che in relazione alla presenza o meno di falda ed alla sua profondità dal p.c., alla natura dei materiali stessi, ed alle caratteristiche del sistema di perforazione (lunghezza delle aste, rendimento,ecc). Per i materiali non coesivi (sabbiosi, ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi) durante il completamento geognostico è stata verificata un'alta variabilità litologica e per la caratterizzazione geotecnica dei depositi sono state utilizzate le più comuni relazioni di correlazione di letteratura, dalle quali sono stati ricavati i risultati riportati nelle tabelle di sintesi. Si tratta prevalentemente di sistemi di correlazione che in funzione del grado di addensamento dei terreni permettono di derivare i valori di angolo d'attrito efficace (Φ'), densità relativa (D_r), stato di consistenza, Modulo di Young (Ey), Modulo di taglio iniziale (G_0), Modulo Edometrico (M) e velocità delle onde di taglio (V_s).

Nel dettaglio si può evidenziare che dai dati penetrometrici derivati dalle prove in situ sono state riconosciute due litotipi differenti sui quali applicare le formule di correlazione:

a) Limo argilloso sabbioso, sabbia fine compatta talvolta passante a sabbia grossolana addensata (prove in avanzamento SPT_1, SPT_7, SPT_{10}).

Angolo di Attrito

Meyerhof (1965) - (% di limo < 5%) questa correlazione è valida solo per terreni sabbiosi e trova le condizioni ottimali a profondità < 3 m nel caso di strati sopra falda ed inferiori a 5 m nel caso di terreni in falda; l'angolo è funzione del numero di colpi.

$$\phi = 23.7 + 0.57\, N_{SPT} - 0.006\, N_{SPT}{}^2$$

Densità relativa (%)

Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato. Prevede di calcolare il numero di colpi $(N_1)_{60}$ normalizzati ad una tensione verticale efficace di 100 kPa.

$$(N_1)_{60} = C_N\, N_{SPT}$$

in cui:
per sabbie fini: $C_N = 2/(1+\sigma'_v/100)$
per sabbie grosse: $C_N = 3/(2+\sigma'_v/100)$ La densità relativa è pari a: $D_r = (C_N\, N_{SPT}/60)^{1/2}$

Modulo Di Young (E_y)

Webb: questa correlazione è valida solo per le sabbie sotto falda e per le sabbie con fine plastico. La correlazione calcola uil modulo di Young senza considerare l'influenza della pressione efficace portando così ad una diminuzione del valore calcolato con la profondità.

Per sabbia satura: $E = 4.87\ N_{SPT} + 73$

Per sabbia con fine plastico: $E = 3.22\ N_{SPT} + 16$

Schultze-Menzenbach (1961), questa correlazione è valida solo per le sabbie sotto falda. Calcola il modulo di Young senza considerare l'influenza della pressione efficace portando ad un valore di E con la profondità.

$$E = 5.27\ N_{SPT} + 76$$

Modulo di deformazione di taglio (G_0)

Ohsaki & Iwasaki (1978) – elaborazione valida per sabbie con fine plastico (limo o argilla) e sabbie pulite. Il modulo di deformazione è calcolato in funzione del numero di colpi N_{SPT} e di due costanti variabili con la litologia. Il risultato è espresso in t/m^2

$$G = a\ N_{SPT}{}^{b}$$

ove a = 650 e b = 0.94 nel caso di sabbie pulite

Modulo Edometrico (M)

Farrent (1963) questa relazione è valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa sabbie con ghiaia. La correlazione calcola la coesione no drenata senza considerare l'influenza della pressione efficace, portando così ad una

diminuzione del valore di m con la profondità. La coesione non drenata è valutata in funzione del numero di colpi N_{SPT} ed è espressa in kg/cm^2.

$$M = 7.1\ N_{SPT}$$

Velocità onde di taglio Vs (m/sec)

Otha & Goto (1978) questa elaborazione è valida per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi. Il valore V_s è valutato in funzione del numero di colpi, della profondità dal piano campagna, di un coefficiente f_a funzione dell'età geologica del deposito e di un coefficiente f_g funzione della granulometria

f_a = olocene (attuale) = 1.0
f_a = pleistocene (ca 1.8 Ma) = 1.303
f_g (ghiaie) = 1.45
f_g (sabbie ghiaiose) = 1.15
f_g (sabbie grosse) = 1.14
f_g (sabbie medie) = 1.09

f_g (sabbie fini) = 1.07
f_g (argille) = 1.00

$$v_s = 54.33\ (N_{SPT})^{0.131}\ (z/0.303)^{0.199}\ f_a\ f_g$$

b) Ghiaia in matrice limoso - sabbiosa, ciottoli, sabbia ghiaiosa, sabbia grossa e ghiaia medio grossa (prove in avanzamento SPT_2, SPT_3, SPT_4, SPT_5, SPT_6, SPT_8 e SPT_9).

Angolo di Attrito

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) correlazione valida per tutti i tipi di suolo e l'angolo è pari a $\phi = 0.3\ N_{SPT} + 27$

Densità relativa (%)

Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per sabbie da fini a ghiaiose, ghiaie. Il valore di Dr % viene valutata in funzione del numero di colpi e della pressione verticale efficace. Il valore ottenuto è sovrastimato per depositi ghiaiosi, sottostimato nel caso di depositi limosi.

$$\ln D_r = 0.478 \ln N_{SPT} - 0.262 \ln \sigma'_v + 2.84$$

in cui σ'_v tensione verticale efficace espresso in kg/cm^2.

Modulo Di Young (E_Y)

D'Apollonia et al., correlazione valida per sabbie con ghiaie per le sabbie SC, le sabbie NC e la ghiaia. La correlazione calcola il modulo di Young senza considerare l'influenza della pressione efficace, portando così ad un diminuzione del valore E con la profondità.

Per ghiaia + sabbia: $E = 7.71\ N_{SPT} + 191$
Per sabbia SC: $E = 10.63\ N_{SPT} + 375$

Modulo di deformazione di taglio (G_0)

Otha & Goto (1978) questa elaborazione è valida solo per ghiaie e sabbie. Si deve calcolare un parametro v_s secondo la relazione:

$$v_s = 67.3\ (N_{SPT})^{0.171}\ z^{0.199}\ f_a\ f_s$$

ove z = profondità dal p.c. in metri

f_a = parametro funzione dell'età geologica
f_s = parametro che cambia min funzione della litologia
Per le ghiaie: $f_s = 1.45$
Per le sabbie ghiaiose: $f_s = 1.15$
Per le sabbie grosse: $f_s = 1.14$
Per le sabbie medie: $f_s = 1.09$
Per le sabbie fini: $f_s = 1.07$

Modulo Edometrico (M)

Menzenbach e Malcev questa correlazione è valida per le sabbie i genere (sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia) calcola la coesione non drenata senza considerare l'influenza della pressione efficace portando così ad una diminuzione del valore di M con la profondità. La coesione non drenata è valutata in funzione del numero di colpi N_{SPT} ed espressa in kg/cm^2

Per le sabbie fini: $M = 3.54\ N_{SPT} + 38$
Per le sabbie medie: $M = 4.46\ N_{SPT} + 38$
Per le sabbie + ghiaie: $M = 4.46\ N_{SPT} + 38$
Per le sabbie ghiaiose: $M = 11.84\ N_{SPT} + 38$

Velocità onde di taglio Vs (m/sec)

Yoshida & Motonori (1988) in questa elaborazione il valore di V_s è valutato in funzione del numero di colpi, della tensione verticale efficace e di un fattore geologico b funzione della litologia del terreno

β (qualunque terreno) = 55
β (sabbia fine) = 49

$$V_s = \beta\ (N_{SPT})^{0.25}\ \sigma_{v0}{}^{0.14}$$

5.8 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

Nelle pagine seguenti, in relazione ai risultati delle indagini in sito e delle prove geotecniche di laboratorio, si riporta la caratterizzazione geotecnica delle unità individuate con i valori medi dei principali parametri geotecnici.

UNITA' GEOTECNICA A

La comparazione tra le sequenze stratigrafiche rilevate nei sondaggi e le elaborazioni stratigrafiche delle prove penetrometriche realizzate in avanzamento di perforazione hanno consentito di evidenziare che nell'area in esame a partire da profondità variabili tra un minimo di ca. 6.0 m ed un massimo di ca. 11.0 m dal p.c., sono presenti depositi ascrivibili all'orizzonte geotecnico definito "Firenze 1": **depositi alluvionali limoso-sabbiosi** (Olocene), costituiti da limi sabbiosi e sabbie a grana fine, fino a limi, limi argillosi con sabbie, sabbie raramente ghiaiose. Si possono riscontrare in miscele in proporzioni variabili, di solito di colore **marrone chiaro avana**; si tratta di materiali tipici di ambiente deposizionale di aree più vicine all'Arno (sabbie grossolane pulite tipiche di episodi di piena dei principali corsi d'acqua della piana). Nelle descrizioni dei sondaggi, e dai valori N_{SPT} in avanzamento di perforazione (da N_{spt} = 10 colpi nel sondaggio *S3 "da sciolto a mediamente addensato* a N_{spt} = 71 colpi nel sondaggio S1 a"*molto addensato*"), tali materiali presentano uno stato di addensamento variabile con una generale tendenza

all'aumentare con il crescere della profondità.

UNITA' GEOTECNICA B

Al di sotto dei depositi "fini" lacustri, i sondaggi realizzati e le prove indicano la presenza di **Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi** (Pleistocene superiore) costituiti essenzialmente da ciottoli, ghiaie e sabbie con ciottoli di deposizione fluviale e torrentizia in matrice limosa: di colore risulta **marroncino giallastro, ocraceo,** caratterizzati da variazioni granulometriche sia verticali che in laterali. Tale orizzonte può essere caratterizzato nella zona da spessori variabili tra 8-11 ed i 22-27 m dal p.c.. Le prove SPT realizzate in avanzamento nei sondaggi indicano uno stato di addensamento variabile, da "*compatto*" (N_{spt} = 35, 36, 35 colpi nel sondaggio S3) a"*addensato e molto addensato*" (N_{spt} = 32, 71 colpi nel sondaggio S1), fino anche a "moderatamente addensato e sciolto" (N_{spt} = 8, 14 colpi nel sondaggio S2); quest'ultima condizione può essere in parte interpretata o come una diretta influenza dell'acqua abbondantemente presente alla profondità di campionamento, e/o anche dovuta ad un forte grado di disturbo e rimaneggiamento del materiale incoerente a livello di perforazione e campionamento.

UNITA' GEOTECNICA C

I sondaggi eseguiti, mostrano che i depositi "fluvio-lacustri" grossolani sovrastano materiali "fini/coesivi" d'ambiente lacustre: trattasi di **depositi limoso-argillosi fluvio-lacustri** (Pleistocene), con abbondante frazione fine limoso-argillosa. Essi risultano costituiti prevalentemente da limi argillosi ad argille limose **azzurro turchine** con lenti di lignite e torba; talvolta possono presentare intercalazioni di lenti di ghiaia con spessore da 1 a 3 metri. Il loro stato di addensamento varia da consistente a molto consistente e le prove di laboratorio eseguite su campioni poco disturbati individuano un elevato livello di saturazione per gli stessi materiali (la S_R presenta valori % oltre il 90per i campioni S_1C_2 e S_3C_4). Lo spessore di questi depositi per i due siti d'approdo in destra (S1) e sinistra (S3) si spinge fino alle profondità investigate, mentre per il S2 si attesta attorno a 35.50 m ca.

UNITA' GEOTECNICA D

Nella zona di maggior interesse progettuale per la scelta fondale (profondità alla quale si potrebbe spingere il sistema d'appoggio della passerella in golena d'Arno in sinistra idraulica) l'indagine è stata adeguatamente approfondita (sondaggio S2, fino ai -50 m.l. dal p.c.). I materiali presenti sono costituiti da ghiaie e ciottoli calcarei - calcarenitici, ghiaie e sabbie con abbondante frazione fine limosa e sabbie, sabbie con ghiaie. Si tratta di d**epositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi** (Pleistocene inferiore*)* **marroni** di

ambiente deposizionale di delta conoide con spessori dell'ordine di circa 8 m in corrispondenza dell'attuale corso dell'Arno. Lo spessore riscontrato di questi materiali è stato di circa 13,0 m.l., fino alla profondità di fine prova, individuando un passaggio verso il basso a materiali granulometricamente più fini (le sabbie nei confronti delle ghiaie). La prova SPT in avanzamento ha individuato materiali "*mediamente addensati*" (N_{SPT} = 22 tipico di caratteri mediamente consistenti).

6 MODELLO GEOTECNICO DEFINITIVO

In generale sono state riconosciute, confermando le considerazioni già scaturite dalla fase preliminare della progettazione, le quattro unità geotecniche distinte sia per le caratteristiche litologiche che per i parametri di resistenza e deformabilità, corrispondenti alle formazioni indicate nella relazione geologica allegata, secondo il seguente schema (dall'alto verso il basso) di sintesi:

UNITA' GEOTECNICA	FORMAZIONE GEOLOGICA	TIPO DEPOSITO	GRANULOMETRIA PREVALENTE
UNITA'A	Orizzonte "Firenze 1"	Depositi alluvionali e di piana d'esondazione; terreni di riporto.	Limi e sabbie
UNITA'B	Orizzonte "Firenze 2"	Depositi alluvionali (fase torrentizia)	Sabbie e ghiaie
UNITA'C	Orizzonte "Firenze 4"	Depositi fluvio-lacustri	Limi e argille
UNITA'D	Orizzonte "Firenze 3"	Depositi di delta-conoide	Sabbie e ghiaie

Tabella 9 - Le unità geotecniche riconosciute in relazione alle litologie attraversate

La distribuzione delle unità individuate lungo il tracciato dell'opera in progetto è mostrata nella planimetria e nel profilo geotecnico contenuti negli elaborati grafici allegati**.** II livello piezometrico indicato nel profilo geotecnico rappresenta la minima soggiacenza della falda, registrata nel mese di novembre 2013 (e verificata anche con le recenti misure di controllo).

A conclusione sintetica degli approfondimenti condotti a livello generale, utilizzando i dati così come definiti nelle pagine precedenti, di seguito in tabella 10 , ai fini del calcolo strutturale progettuale viene ricostruito il modello geotecnico dei tre siti di progetto, rispettivamente per i punti d'approdo in sponda sinistra Arno lato Badia a Settimo (SP2) e destra d'Arno lato S.Donnino (SP1) oltre che per il sito di realizzazione della pila d'appoggio in golena sinistra Arno lato Scandicci (P).

Approdo in sx idraulica	Z (m)	γ (KN/m^3)	Φ '(°)	N_{SPT}	c' (KPa)	Origine dati
UNITA A	0- 8.0	18.78	29	71	21	Lab
UNITA B	8.0 –22.0	18	35	32	0	Sito
UNITA C	22.0 - 35.0	20.21	22	-	29	Lab
FALDA	-11.0					

Sondaggio S1 bocca foro quota 40.10 m slm

Pila in golena in sx idraulica	Z (m)	γ (KN/m^3)	Φ '(°)	N_{SPT}	c' (KPa)	Origine dati
UNITA A	0.0-5.0	-	-	-	-	
UNITA B	5.0 - 16.5	18	34	14	0	Sito
UNITA C	16.5 - 35.5	19.43	17.9	-	33	Lab
UNITA D_1	35.5 - 43.0	18	30	22	0	Sito
UNITA D_2	43.0 - 50.0	20	33	-	4	Lab
FALDA	-3.0					

Sondaggio S2 bocca foro quota 33.40 m slm

approdo in dx idraulica	Z (m)	γ (KN/m^3)	Φ' (°)	N_{SPT}	c' (KPa)	Origine dati
UNITA A	0 - 11.0	19	28	8	-	Sito
UNITA B	11.0 - 27.0	18	32	35	-	Sito
UNITA C	27.0 - 35.0	19	26.5	-	25	Lab
FALDA	-11.0					

Sondaggio S3 bocca foro quota 40.65 slm

Tabella 10 - Il modello geotecnico derivato

UNITA' GEOTECNICA	Z (m dal p.c)	GRANULOMETRIA PREVALENTE	γ (KN/m^3)	Φ '(°)	c' (KPa)
UNITA'A	5-8-11	Limi e sabbie	18.78 - 19.0	29 -28	21 - -
UNITA'B	22 -16.5-27	Sabbie e ghiaie	18 -18 -18	35-34-32	0 - -
UNITA'C	35 -35.5-35	Limi e argille	20.21 -19.43- 19	22 -17.9 - 26.5	29 - 33 - 25
UNITA'D_1	43	Sabbie e ghiaie	- 18 -	22	-0 -
UNITA'D_2	50		- 20 -	-	- 4 -

Tabella 11 - Il modello geotecnico generale: tabella riassuntiva.

7 CONCLUSIONI

Dai risultati dello studio in seguito alle informazioni storicamente disponibili e alle indagini condotte si evince che:

- i parametri geotecnici dei terreni sono sufficientemente conosciuti per l'area in progetto, in generale dalle verticali indagate si rileva la predominanza di sedimenti delle classi granulometriche inferiori fino alla profondità mediamente comprese tra 6-12 m da inizio sondaggio, per poi passare a classi granulometriche più grossolane fino alla profondità mediamente comprese tra 12-26 m, ed infine ritornare a granulometrie mediamente più fini fino alla profondità mediamente comprese tra 27-38 m da inizio sondaggio;

- dalle analisi geologico-geomorfologico eseguite si può concludere che la realizzazione dell'opera non influisce sulla stabilità globale dell'area, e che va posta altresì motivata attenzione alle operazioni di cantierizzazione laddove queste prevedano importanti modifiche topografiche dovute a rilevanti movimenti terra. Poiché in fase realizzativa si può considerare più alto il livello complessivo di rischio, si dovranno mitigare tali effetti con opportune prescrizioni adatte a garantire idoneo livello di sicurezza. Dal punto di vista della qualità dei materiali riscontrati lungo le verticali di perforazione è stata individuata una sequenza che a grandi linee può essere riassunta in: terreni più superficiali a predominanza limoso-argillosa passano a varia profondità a quelli a predominanza ghiaioso-sabbiosa di varia potenza, comunque metrica, fino a chiudere in basso nuovamente con sedimenti fini di ambiente fluvio-palustre e lacustre più antichi. Si ritengono nel complesso auspicabili scelte fondazionali che prevedano di trasmettere i carichi agli strati situati tra gli 11-13 m sotto l'attuale piano campagna per i siti d'imposta degli sbarchi laterali e sotto i 30-35 m dall'attuale piano campagna per il sito d'imposta della pila intermedia d'appoggio (vedi tavola con Sezione stratigrafica rappresentativa allegata).
- le osservazioni eseguite su un ciclo stagionale completo inerenti il livello di falda in sponda sinistra, hanno evidenziato l'assenza di particolari oscillazioni; dalle attuali conoscenze si evince che con l'opera a regime, si può escludere un impatto sulla qualità e quantità della risorsa idrica disponibile, non si riscontra infatti un'interferenza diretta dell'opera sulla gestione della risorsa idrica. Tali aspetti saranno invece da tutelare durante la fase di cantierizzazione, poiché essa potrebbe risultare caratterizzata da maggior esposizione a

potenziali fenomeni di contaminazione. Perciò nelle successive fasi progettuali dovranno essere ben valutate le possibili interferenze causate dalle fondazioni profonde e soprattutto dagli interventi di contenimento di flussi idrici da realizzarsi per garantire di lavorare all'asciutto durante la realizzazione soprattutto della pila d'appoggio. Si raccomanda di adottare misure tali da prevenire l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali in caso di sversamento accidentale d'inquinanti su terreni e superfici drenanti verso il corso d'acqua o livelli acquiferi sotterranei;

- in generale l'area è a pericolosità idraulica media e medio-alta trovandosi all'interno di ambiti fluviali: pertanto sarà opportuno adottare in fase di progettazione successiva, particolari accorgimenti e/o l'utilizzo di dispositivi di autoprotezione a tenuta idraulica volti a scongiurare l'ingresso di acque all'interno dei siti di lavorazione. Ai fini della positiva fattibilità idraulica dell'opera si rimanda alla relazione specialistica prodotta nel presente quadro progettuale. Nella fase realizzativa, ed anche per le sistemazioni definitive, dovranno essere previste operazioni atte ad assicurare un miglior drenaggio complessivo ed evitare i ristagni;
- ai sensi delle NTC 2008 le condizioni topografiche rientrano nella categoria T1 ed in base all'indagine sismica i terreni di fondazione rientrano mediamente nella categoria C. La zona di realizzazione degli interventi in progetto evidenzia a livello generale la presenza di materiali per i quali si possono manifestare "*instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali dovuta a depositi alluvionali a granulometria eterogenea potenzialmente suscettibili di densificazione*". Le soluzioni fondali scelte dovranno essere adeguate ai terreni dei siti d'imposta: si ritiene necessario che nelle successive fasi siano curati opportunamente tali aspetti, finalizzando l'attenzione alla conoscenza della pericolosità sismica della zona e quindi alla predisposizione di indirizzi progettuali necessari a mitigarne i rischi connessi.

Per l'opera in oggetto per quanto sopra non esistono fattori geologici idrogeologici e geomorfologici particolarmente limitanti: si determina pertanto un livello complessivo di fattibilità positiva, con limitati vincoli realizzativi comunque da approfondire e caratterizzare in fase esecutivo/realizzativa.

Bibliografia di Riferimento

ABBATE E., BORTOLOTTI V. & SAGRI M. - *An approach to olistostrome interpretation"* Excursion Guidebook 2nd AS, European regional meeting, Bologna (1981).

ABBATE E. & SAGRI M. – "*Development of the Northern Apennines Geosyncline*" - (Sedimentary Geology, Vol. 4, n° 3/4, nov. 1970) pp. 251-340. A.G.I - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" – Roma (1977)

AMINTI, CANUTI P., TACCONI P. – "*Problemi di protezione idrogeologica nella Regione Toscana I) Studi sperimentali sui bacini rappresentativi nel basso corso del fiume Arno"*. Boll.Soc. Geol. It. 94 (1974), PP. 417.

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO – "*L'Arno e le sue acque; rischio idraulico nel Bacino dell'Arno (n° 2); l'attività estrattiva nel bacino dell'Arno"*.

BARTOLINI C. et alii (1982) – "*Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale – Note illustrative"* – Boll. Soc. Geol. It. N° 101.

BENCINI A. & MALESANI P. – "*Zone umide comprese tra Sesto Fiorentino e Signa: stato di salute delle acque superficiali e di falda "*– (1994).

BOCCALETTI M. et alii – "*Evoluzione dell'Appennino Settentrionale secondo un nuovo modello strutturale "*– Mem. Soc. Geol. It. N° 21 (1980).

BOCCALETTI M. & COLI M. – "*La tettonica della Toscana: assetto ed evoluzione* "– Mem.Soc. Geol. It. N° 25 (1983).

BONINI M. & SANI F. – "*Analisi strutturale dei depositi pleistocenici dell'area di Firenze e di Rignano sull'Arno (Valdarno sup.) con considerazioni generali sulle deformazioni quaternarie dell'Appennino Settentrionale* "– Boll. Soc. Geol. It. N° 112 (1993).

BERNARDINI F., CANUTI P., TACCONI P. – " *Carta idrogeomorfologica e delle risorse idriche del bacino del Fiume Arno. Foglio n. 4 Bacini del F.Bisenzio e F.Sieve*". 1975.

BETTELLI G., BONAZZI U. & PANINI F. – "*Schema introduttivo alla geologia delle liguridi dell'Appennino Modenese e delle aree limitrofe"* - Mem. Soc. Geol. It., Vol. XXXIX 1987, pp. 91-125.

BETTELLI G. & PANINI F. – "*I melanges dell'Appennino settentrionale dal T.Tresinaro al T.Sillaro*" - Mem. Soc. Geol. It., Vol. XXXIX 1987, pp. 187-214.

BIERRUM L. – "*Stability of natural slope in quick clay*" - Geotecnique Vol. 5 (1955)

BORSELLI L. – "*Previsione dei deflussi superficiali su versante: il metodo SCS Curve Number e sua applicabilità nell'ambiente collinare italiano* "- Quaderni di Scienza del Suolo, II 145-160 - (1989).

CANUTI P. & FOCARDI P. – "*Proposta per la realizzazione di una grande struttura polivalente per gli sport nautici e per il tempo libero, a carattere intercomprensoriale, attraverso il risanamento della zona detta "Isola dei Renai" alla confluenza tra l'Arno ed il Bisenzio* "– (1976).

CANUTI P. & FOCARDI P. – "*Problemi idrogeologici relativi al risanamento di un'area della pianura fiorentina interessata da escavazione di inerti*" – (1982).

CANUTI P. – "*Ricerche idrogeologiche nel bacino del Fiume Greve (Affluente dell'Arno). Considerazioni sulla falda acquifera di Scandicci-Casellina (Firenze)*". Boll. Soc. Geol. It. 93 (1974), PP. 411-420.

CANUTI P., TACCONI P. – "*Carta idrogeomorfologica e delle risorse idriche del bacino del Fiume Arno. Foglio n. 5 Bacini del F.Elsa e F.Greve*". 1975.

CAPECCHI, GUAZZONE, PRANZINI – "*Gli acquiferi profondi fra Firenze e Pistoia. Carta della permeabilità e delle profondità di giacitura sotto il piano di campagna*".

CAPECCHI, GUAZZONE, PRANZINI – "*Il bacino lacustre di Firenze-Prato-Pistoia. Geologia del sottosuolo e ricostruzione evolutiva*". Boll. Soc. Geol. It. 94 (1975), PP. 637-660.

CAPECCHI, GUAZZONE, PRANZINI – "*Ricerche geologiche e idrogeologiche nel sottosuolo della pianura di Firenze*". Estratto dal Boll. Soc. Geol. It. 94 (1975), PP. 661-692. (2 copie).

CASTANY G., "*Idrogeologia principi e metodi*"

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA "*Note illustrative*, F° 106".

CARG *Foglio 275020 scala 1:10.000*

CENTROGEO – "*Studio geologico per Consorzio Speciale di Bonifica della Piana di Sesto Fiorentino e dei territori adiacenti: Indagine geologico-geotecnica-idrogeologica per il nuovo impianto idrovoro della Viaccia* "– (1997).

C.N.R. –"*Carta strutturale dell'Appennino settentrionale"* - C.N.R., . (1987), pp. 74-77, 99-101.

CONSULENZA E SERVIZI GEOLOGICI – "*Indagine idrogeologico-ambientale: rapporti tra le escavazioni nei "Renai" e le falde acquifere – Valutazione della possibilità d'inquinamento*"

DALLAN NARDI L. & NARDI R. "*Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*" Mem.Accademia Lunigianese, Vol. XLII, 1972, pp. 86-89, 120-123.

GARGINI A. & PRANZINI G. – "*Map of protection against pollution of aquifers in the Middle Valdarno (Firenze, Prato, Pistoia)*" – Mem. Soc. Geol. It. N° 48 (1994).

GARUGLIERI, GRIFFINI, PERUZZI, PRANZINI – "*L'inquinamento da organo-alogenati nelle acque di falda della zona Nord-Ovest di Firenze*". Dipartimento Scienze della Terra. Univ. di Firenze e Acquedotto di Firenze (1987).

GEOECO – "*Aggiornamento dati idrogeologici ed analisi diacronica dell'uso del suolo dell'Isola dei Renai nel Comune di Signa*" (1982).

GEOTECNO – "*Progetto di piano particolareggiato dell'Isola dei Renai per un parco nautico e fluviale – Comune di Signa* "– Consiag (1990).

GUAZZONE G. – "*Ricerca sulle falde acquifere profonde fra Firenze e Pistoia. Indagine geologica (Parte I). Indagine geofisica (Parte II)*". Consiglio Nazionale delle Ricerche- Istituto di ricerca sulle acque. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle acque. Vol. 6 (1971), PP. 42-53.

GUAZZONE, PRANZINI – "*Correlazioni idrodinamiche fra la falda freatica di Firenze, il Fiume Arno e gli apporti meteorici*". Estratto da GEOLOGIA APPLICATA E IDROGEOLOGIA. Vol. XIV-Parte II.

LANDINI, PRANZINI, VENTURUCCI – *"La falda idrica della conoide di Prato (Firenze). Acque sotterranee*".

MERLA A. – "*Miglioramento della qualità delle acque dei fiumi Ombrone Pistoiese e Bisenzio*" – Autorità di Bacino del Fiume Arno.

PANDELI E. – "*La Pianura di Firenze-Prato-Pistoia nel quadro dell'evoluzione geologica dell'Appennino Settentrionale*" – (2008).

PRANZINI G. – "*I Renai. 76° Riunione Estiva. L'Appennino Settentrionale. I Piani di Bacino. Guida all'escursione del bacino e dell'asta fluviale dell'Arno e del Serchio*" – (1992).

PRANZINI G. – "*Le risorse idriche del territorio di Sesto Fiorentino fra povertà e vulnerabilità. Atti del I° convegno sullo stato dell'ambiente a Sesto Fiorentino*". Ediz. Medicea.

PRANZINI G. – "*Le risorse idriche dell'area consortile - Disponibilità attuale e prospettive di incremento*". Firenze. Schema 23. Gennaio 1981.

PRANZINI G. – "*Quantity and quality problems of some Tuscan acquifers*". Mem. Soc. Geol. It. 31 (1986), PP. 267-285.

PROV. DI FIRENZE –"*Risorse idriche ed assetto del territorio*". Conferenza Firenze 1975.

PROV. DI FIRENZE, - "*Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*".

REGIONE TOSCANA – "*Progetto pilota per la sistemazione del Bacino dell'Arno*". Rapporto finale. 1978.

COMUNE DI SIGNA – "*Piano Strutturale*"

COMUNE DI SCANDICCI – "*Piano Strutturale*"

COMUNE DI SIGNA - *Progetto definitivo di recupero delle aree di cava dell'Isola dei Renai per la realizzazione di un parco naturale -Lotto 3 e di adeguamento finale - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - (Art. 13 Legge della Regione Toscana n. 79/98)"*

SPEA Autostrade Progetto Infrastrutture e Territorio - Ampliamento alla Terza Corsia Barberino - Incisa Tratto: Firenze Nord - Firenze Sud **Tratta "A" lotti 0-2-3 LOTTO 3 - PROGETTO ESECUTIVO - *1998-1999***

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 28/11/2013 Data fine: 29/11/2013

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. ***185/2013*** Del. ***28/11/2013***

Certificato di prova n. ***006/2014*** del. ***15/01/2014***

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 : ***101***

Diametro rivestimento ***126***

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo ☒

Distruzione di nucleo ☐

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 28/11/2013 Data fine: 29/11/2013

Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
	1											Sabbia limosa - limo sabbioso di colore marrone.
	2											
	3											
	4											
	5											
	6										6,0	
	7											Sabbia limosa di colore grigio.
	8										8,0	
	9											Sabbia addensata grossolana con ciottoli.
	10							35-28-23	51			
	11											
	12							16-16-16	32			
	13										13,0	
	14											Ghiaia con sabbia di colore marrone.
	15											
	16										16,5	
	17											Ghiaia con ciottoli in matrice limo-sabbiosa.
	18											
	19											
	20											
	21											
	22										22,0	
	23							21-33-38	71			Argilla plastica compatta di colore grigio-turchese.
	24											

1) She < 6,00 6,50

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
Ar = Livello acqua rinvenuta
As = Livello acqua stabilizzata
P.z. = Piezometro
Rp = Penetrometro tascabile
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo
S.P.T. = Standard Penetration Test
N = Nspt
R.Q.D. = Rock Quality Designation

Riporto
Terreno vegetale
Argilla
Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

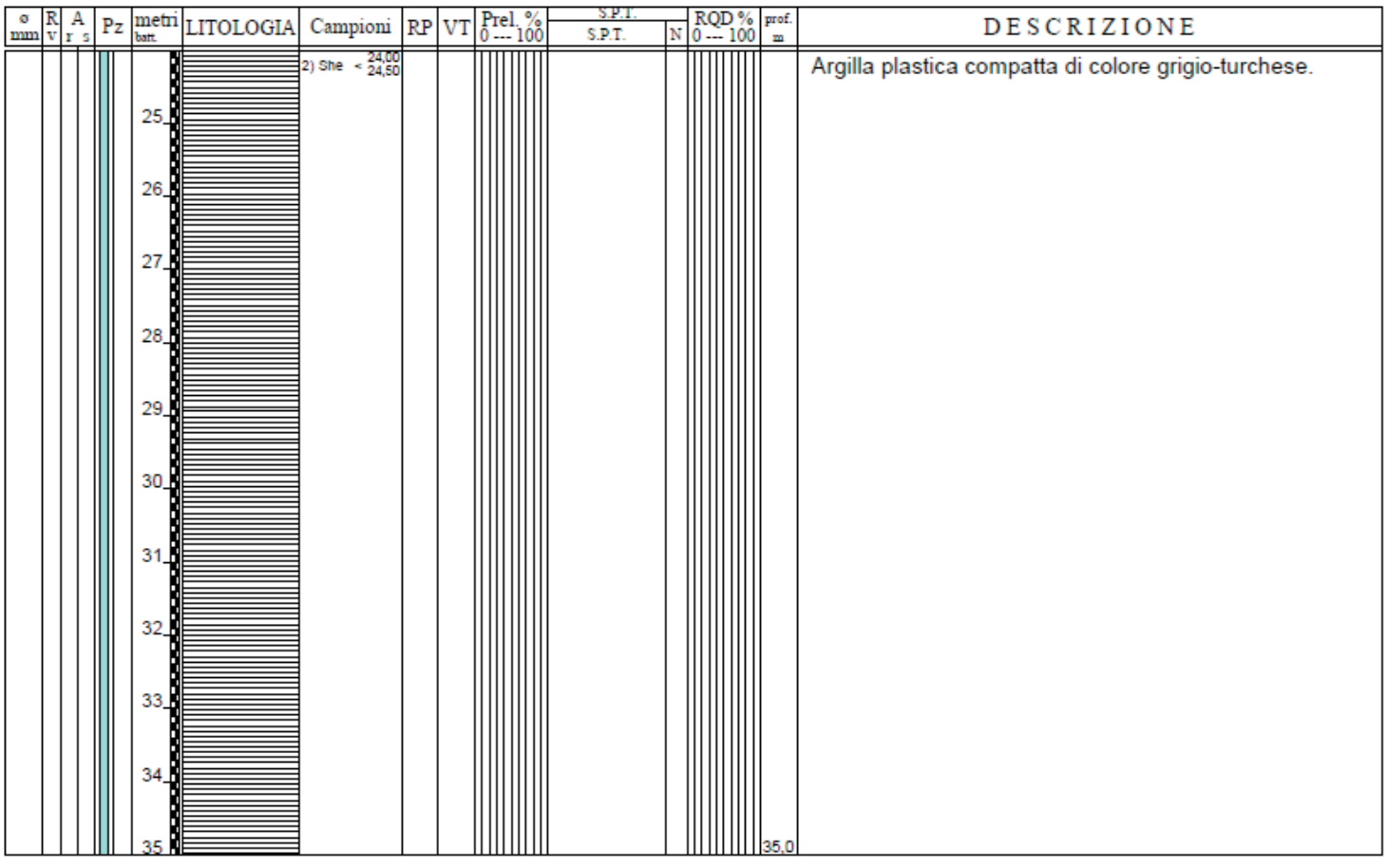
Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 28/11/2013 Data fine: 29/11/2013

Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Massimo Benedetti



She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
Ar = Livello acqua rinvenuta
As = Livello acqua stabilizzata
P.z. = Piezometro
Rp = Penetrometro tascabile
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo
S.P.T. = Standard Penetration Test
N = Nspt
R.Q.D. = Rock Quality Designation

Riporto
Terreno vegetale
Argilla
Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 28/11/2013 Data fine: 29/11/2013

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

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 28/11/2013 Data fine: 29/11/2013

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

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

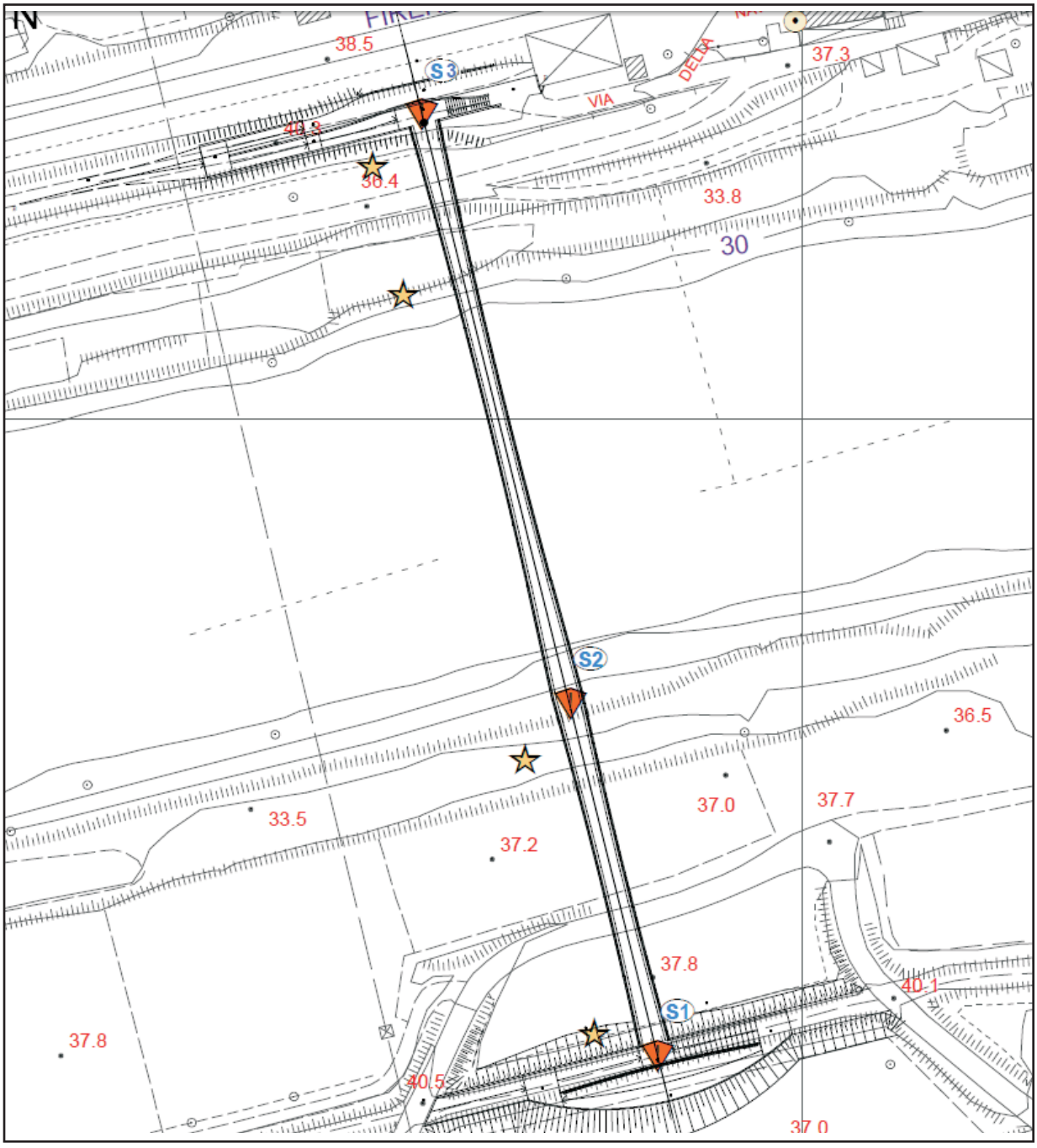
Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 28/11/2013 Data fine: 29/11/2013

Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

UBICAZIONE INDAGINE



MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 05/12/2013

Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Il presente certificato è composto da n. 8 pagine

SONDAGGIO GEOGNOSTICO ☒

Norma di riferimento*: raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: ***Nessuna***

Verbale di accettazione n. ***185/2013*** Del. ***28/11/2013***

Certificato di prova n. ***007/2014*** del. ***15/01/2014***

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 : ***101***

Diametro rivestimento ***126***

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo ☒

Distruzione di nucleo ☐

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

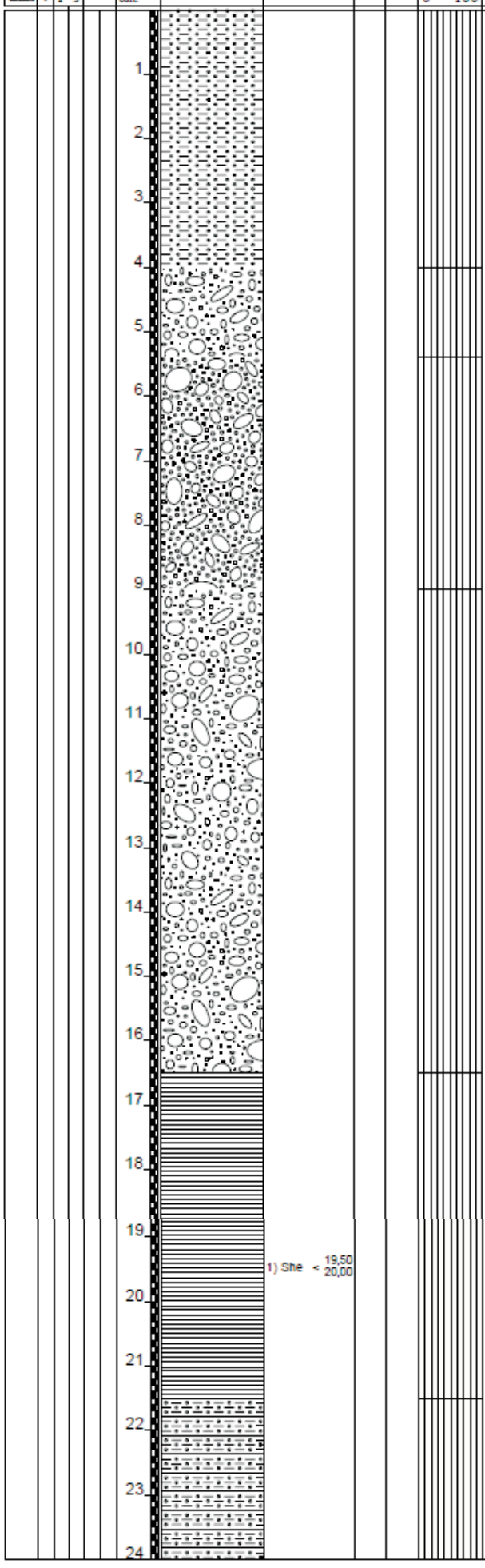
Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 05/12/2013

Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Massimo Benedetti



ø mm	RV	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T. N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
													4,0	Sabbia fine limosa di colore marrone
													5,4	Ghiaia con sabbia medio fine di colore marrone.
										3-7-7	14		9,0	Ghiaia con sabbia grossolana e ciottoli in matrice limo-sabbiosa.
										3-2-6	8		16,5	Ghiaia con ciottoli e sabbia marrone.
													21,5	Argilla plastica compatta.
														Argilla grigia con livelli limo-sabbioso.

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
Ar = Livello acqua rinvenuta
As = Livello acqua stabilizzata
P.z. = Piezometro
Rp = Penetrometro tascabile
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo
S.P.T. = Standard Penetration Test
N = Nspt
R.Q.D. = Rock Quality Designation

Riporto
Terreno vegetale
Argilla
Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 05/12/2013

Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Massimo Benedetti

ø mm	RV	A r	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T. N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					25									25,0	Argilla grigia con livelli limo-sabbioso.
					26										Argilla grigio-turchese compatta.
					27									27,0	Argilla grigia umida.
					28										
					29										
					30										
					31										
					32										
					33										
					34										
					35									35,6	
					36						10-10-12	22			Ghiaia con sabbia fine e sabbia ghiaiosa di colore grigio
					37										
					38										
					39										
					40										
					41										
					42										
					43									7,8	Sabbia limosa con argilla limo-sabbiosa.
					44										
					45										
					46										
					47										

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
Ar = Livello acqua rinvenuta
As = Livello acqua stabilizzata
P.z. = Piezometro
Rp = Penetrometro tascabile
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo
S.P.T. = Standard Penetration Test
N = Nspt
R.Q.D. = Rock Quality Designation

Riporto
Terreno vegetale
Argilla
Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 02/12/2013

Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Massimo Benedetti

ø mm	R V	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	S.P.T. N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				48		1) She < 47,70 48,20							48,6	Sabbia limosa con argilla limo-sabbiosa
				49									49,0	Argilla grigia compatta.
				50									50,0	Ghiaia con sabbia limo-argillosa.

Foro atterzzato con tubo in PVC, diametro 80 mm, per prova sismica in foro tipo down hole.

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
Ar = Livello acqua rinvenuta
As = Livello acqua stabilizzata
P.z. = Piezometro
Rp = Penetrometro tascabile
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo
S.P.T. = Standard Penetration Test
N = Nspt
R.Q.D. = Rock Quality Designation

Riporto
Terreno vegetale
Argilla
Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 05/12/2013

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

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 05/12/2013

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



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

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 05/12/2013

Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 9: da - 40,0 m a - 45,0 m



Cassetta n. 10: da - 45,0 m a - 50,0 m

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

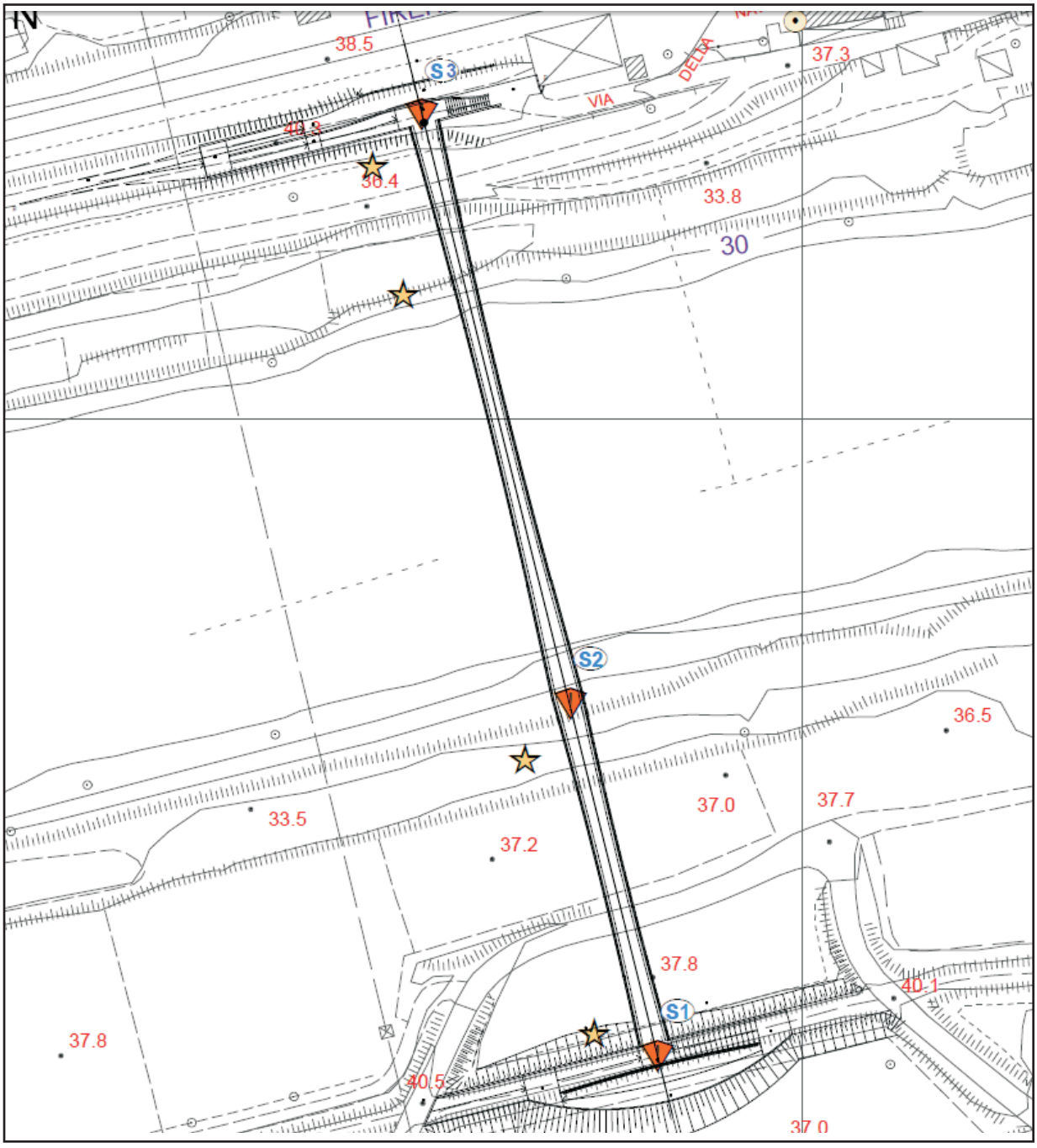
Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: Badia a Settimo Località: Scandicci Data inizio: 02/12/2013 Data fine: 05/12/2013

Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

UBICAZIONE INDAGINE



MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: San Donnino Località: Signa Data inizio: 09/12/2013 Data fine: 11/12/2013

Sondaggio n.: 3 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. *185/2013* Del. *28/11/2013*

Certificato di prova n. *008/2014* del. *15/01/2014*

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 : *101*

Diametro rivestimento *126*

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo ☒

Distruzione di nucleo ☐

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: San Donnino Località: Signa Data inizio: 09/12/2013 Data fine: 11/12/2013

Sondaggio n.: 3 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

ø mm	R V	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1											Sabbia fine compatta color ocra.
				2											
				3		1) She < 2,80 3,30									
				4											
				5											
				6							3-4-4	8			
				7											
				8		2) Dis < 8,00 8,50									
				9											
				10											
				11										10,8	Sabbia ghiaiosa grossolana con ciottoli grigio-marrone.
				12							23-20-15	35		12,0	Ghiaia e sabbia grossa addensata.
				13											
				14		3) Dis < 14,00 14,50									
				15										15,0	Ghiaia con sabbia grossa limosa sciolta.
				16											
				17		4) Dis < 17,00 17,50									
				18							11-15-21	36			
				19											
				20										20,0	Ghiaia, sabbia con ghiaia sciolta medio grossa
				21											
				22											
				23											
				24											

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
Ar = Livello acqua rinvenuta
As = Livello acqua stabilizzata
P.z. = Piezometro
Rp = Penetrometro tascabile
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo
S.P.T. = Standard Penetration Test
N = Nspt
R.Q.D. = Rock Quality Designation

Riporto
Terreno vegetale
Argilla
Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

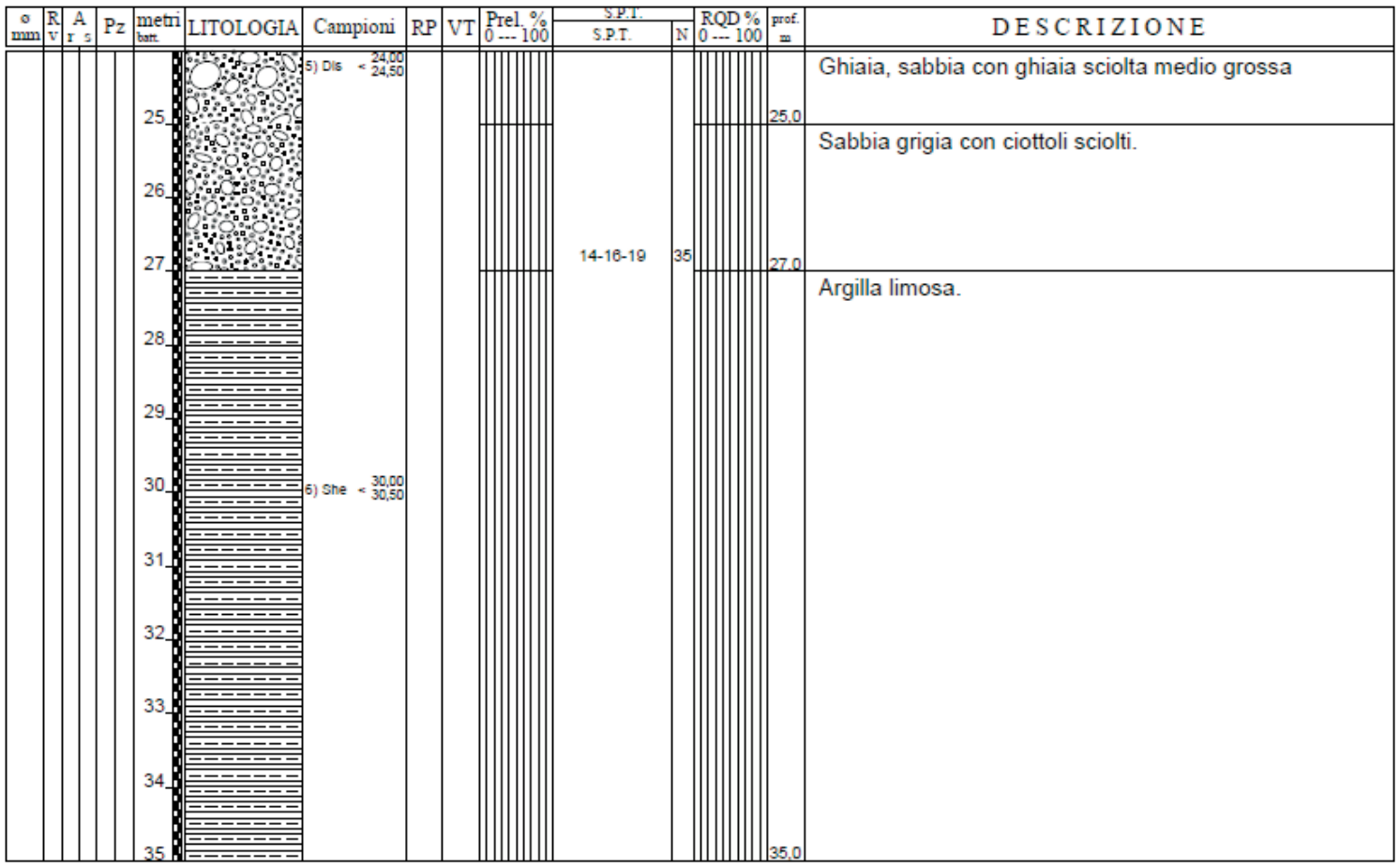
Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: San Donnino Località: Signa Data inizio: 09/12/2013 Data fine: 11/12/2013

Sondaggio n.: 3 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti



Foro attrezzato con tubo in PVC, diametro 80 mm, per prova sismica in foro tipo down hole.

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg
Ar = Livello acqua rinvenuta
As = Livello acqua stabilizzata
P.z. = Piezometro
Rp = Penetrometro tascabile
V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo
S.P.T. = Standard Penetration Test
N = Nspt
R.Q.D. = Rock Quality Designation

Riporto
Terreno vegetale
Argilla
Limo
Sabbia
Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: San Donnino Località: Signa Data inizio: 09/12/2013 Data fine: 11/12/2013

Sondaggio n.: 3 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

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: San Donnino Località: Signa Data inizio: 09/12/2013 Data fine: 11/12/2013

Sondaggio n.: 3 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

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianate (LU)
Tel. 0583 20799 - 335 7215712
E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n 5021 del 24 maggio 2011

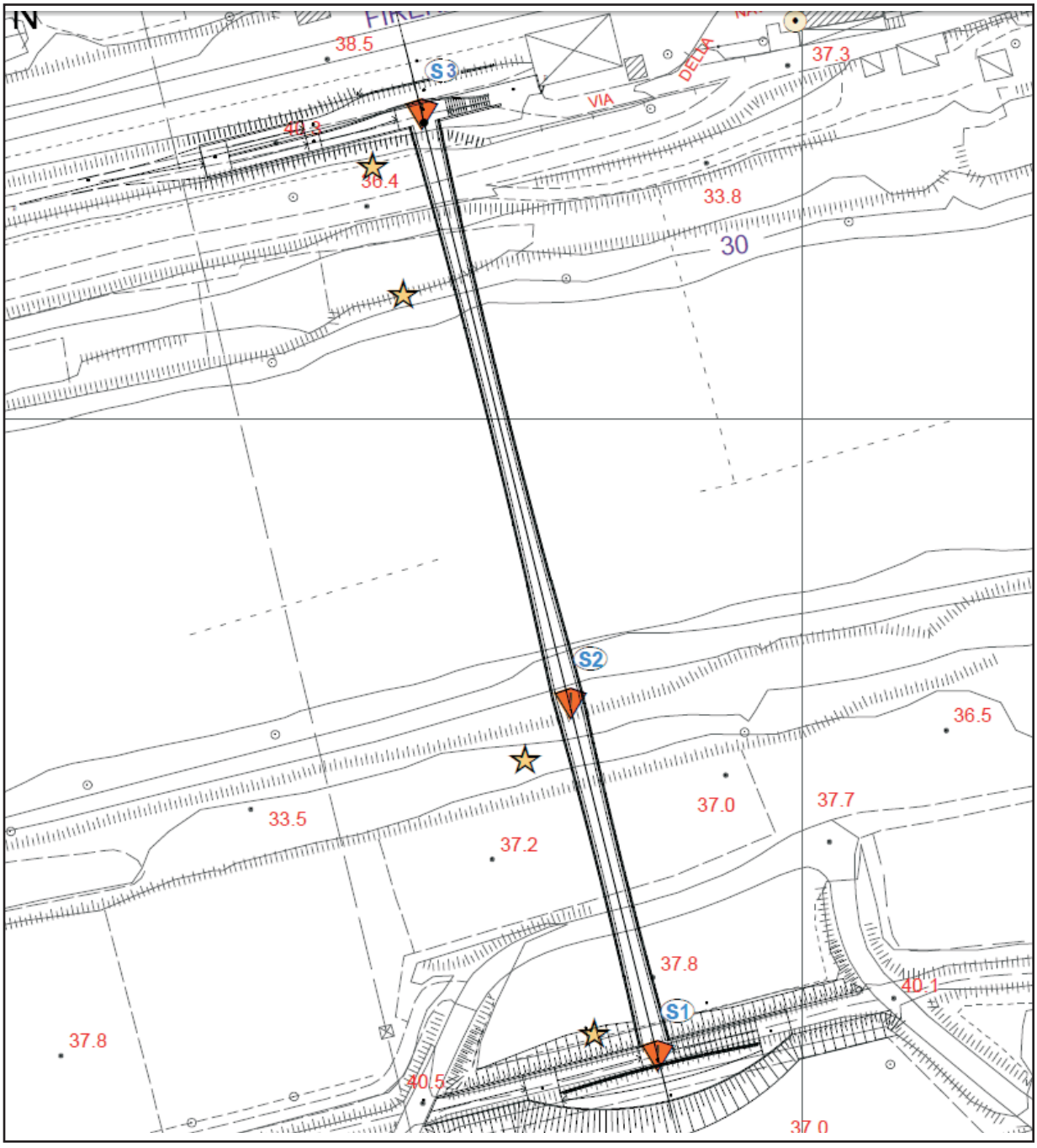
Int. Certificati:

PROVINCIA DI FIRENZE

Cantiere: San Donnino Località: Signa Data inizio: 09/12/2013 Data fine: 11/12/2013

Sondaggio n.: 3 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

UBICAZIONE INDAGINE



MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Massimo Benedetti

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI PARCHEGGIO SCAMBIATORE E PASSERELLA CICLOPEDONALE DI COLLEGAMENTO CON LA STAZIONE FERROVIARIA DI S. DONNINO

LOC. BADIA A SETTIMO
(Down Hole realizzato nel foro di sondaggio S2)

Comm.te:
PROVINCIA DI FIRENZE

GENNAIO 2014

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI PARCHEGGIO SCAMBIATORE E PASSERELLA CICLOPEDONALE DI COLLEGAMENTO CON LA STAZIONE FERROVIARIA DI S. DONNINO

Comm.te: PROVINCIA DI FIRENZE

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine sismica "down hole" eseguita, su incarico della committenza, in loc. Badia a Settimo, per la realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale di collegamento con la stazione ferroviaria di S. Donnino.

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 50 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).

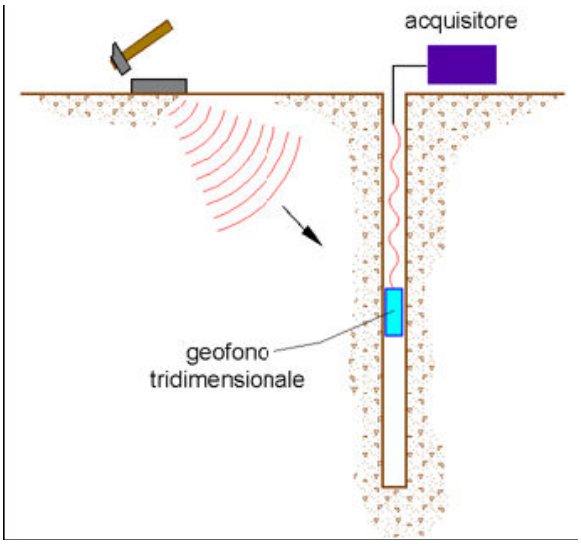


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

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 ϕ < 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 Vp 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 onda Vs, 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.

<u>Interpretazione - Metodo diretto</u>

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 (tcorr) mediante la seguente formula di conversione:

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

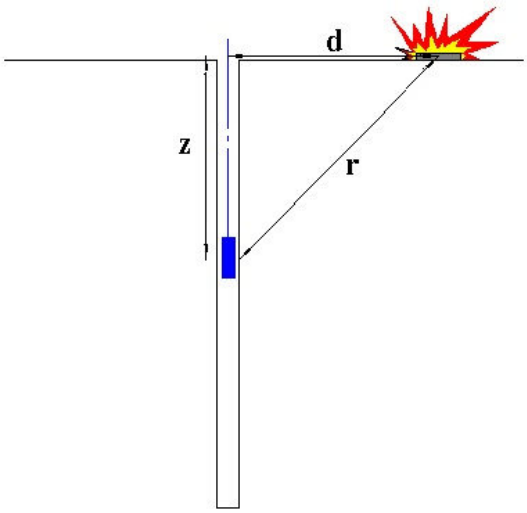


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

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).

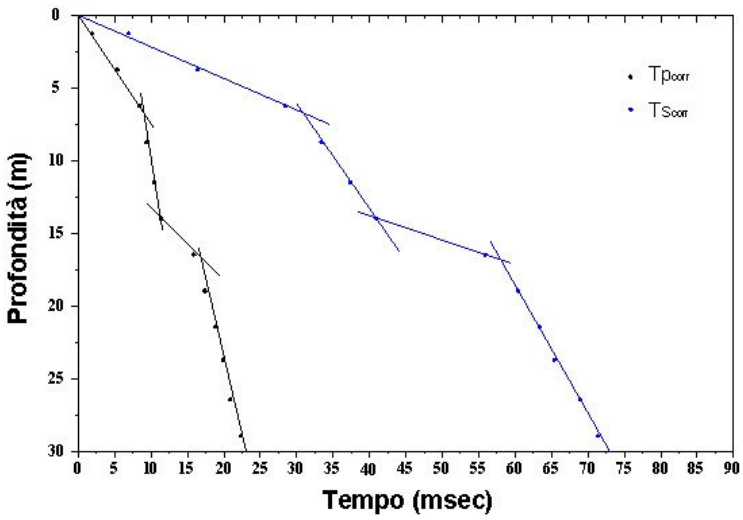


Figura 3 – Grafico delle dromocrone

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

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu = (0{,}5\ (Vp/Vs)^2 - 1) / ((Vp/Vs)^2 - 1)$$

2) modulo di Young medio:

$$E = Vs^2\ \gamma\ ((3Vp^2 - 4Vs^2) / (Vp^2 - Vs^2))$$

3) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$K = \gamma\ (Vp^2 - 4/3\ Vs^2)$$

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).

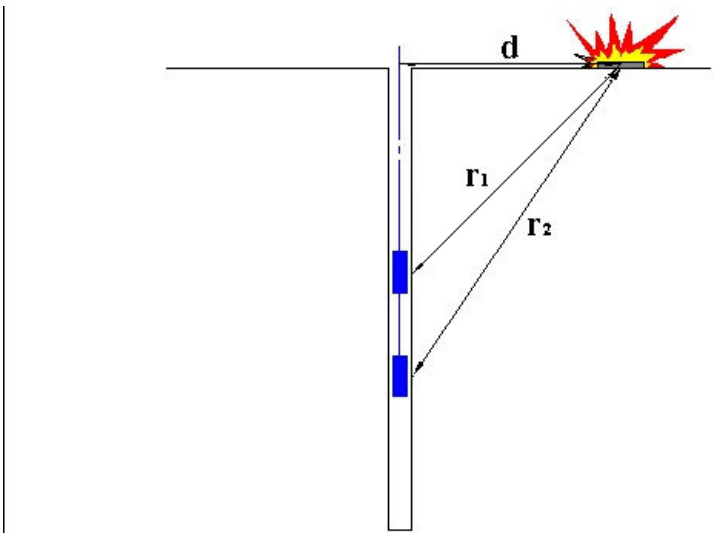


Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo

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:

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

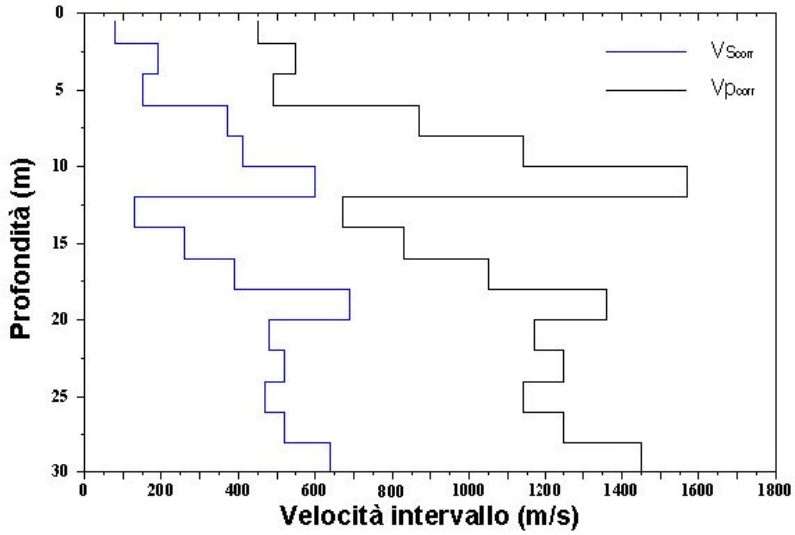


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

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 :

a) esso non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;

b) non è applicabile nel caso in cui $t2_{corr} < t1_{corr}$.

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 è "ECHO 2002" vers. 7.00.

L'attrezzatura è 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 è 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 è iniziata da - 50 m da p.c., fino alla quota di -1 m da p.c.

INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Intersism 2.0* della *geo&soft international*. Tale programma è 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*).

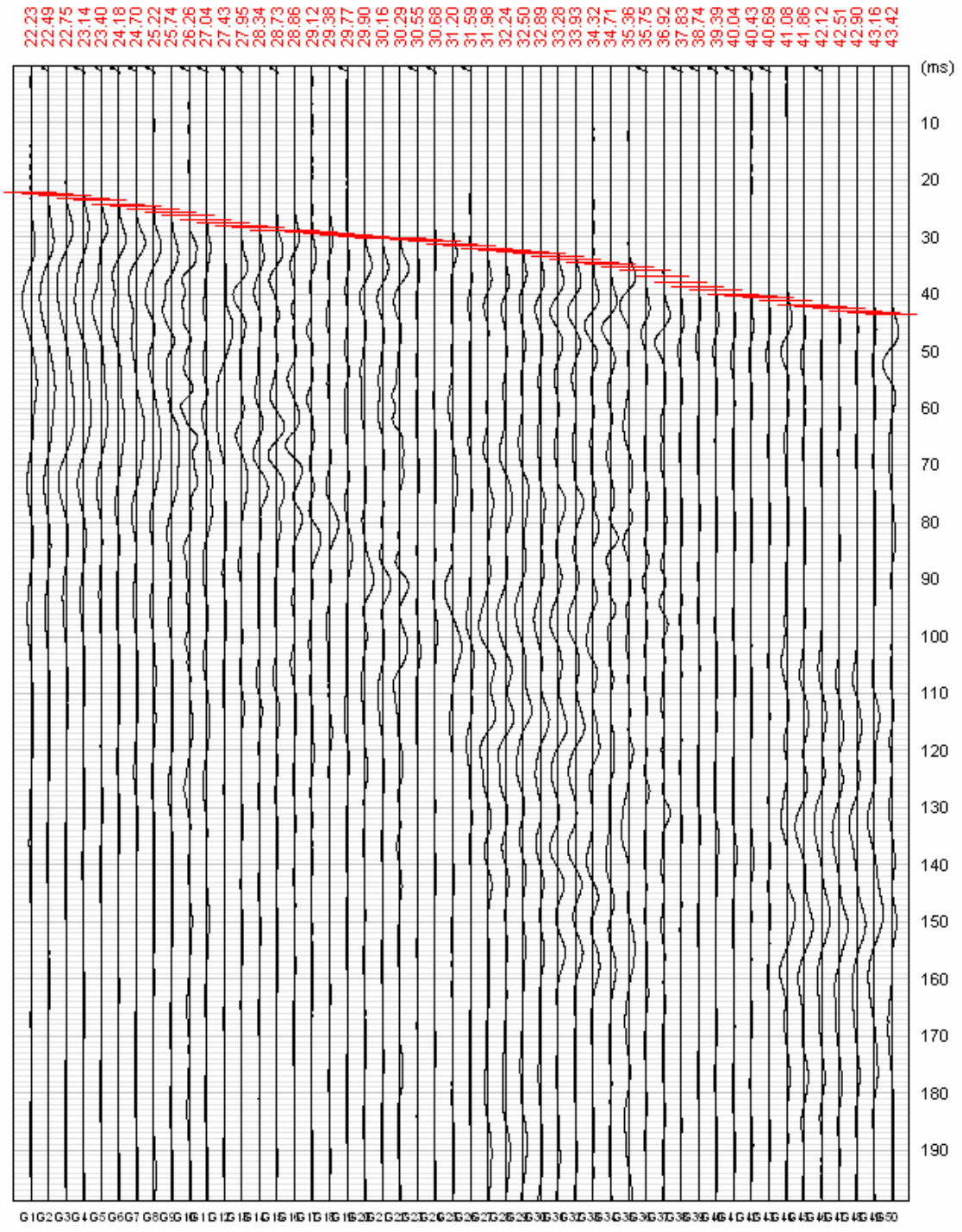
Il calcolo è stato eseguito con il metodo dell'intercetta, che nal caso specifico si è dimostrato efficace ed adatto. Nella pagine che seguono sono quindi riportati i diagrammi relativi alle dromocrone (primi arrivi) relativi alle onde P ed onde S, la ricostruzione stratigrafica che ne deriva, e l'interpretazione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

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

loc. Badia a Settimo

Committente: Provincia di Firenze

Geofoni verticali (onde P)

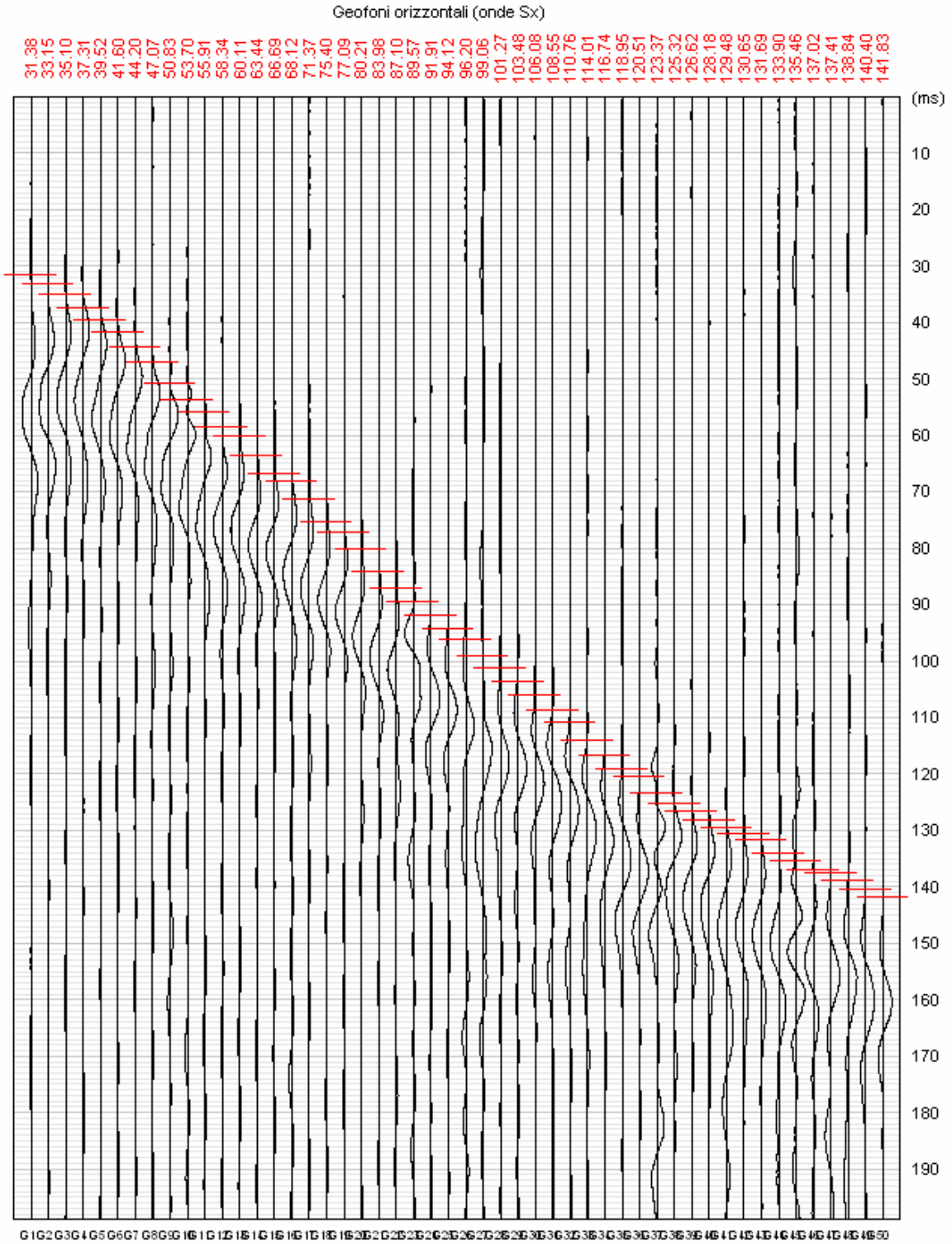


Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

loc. Badia a Settimo

Committente: Provincia di Firenze

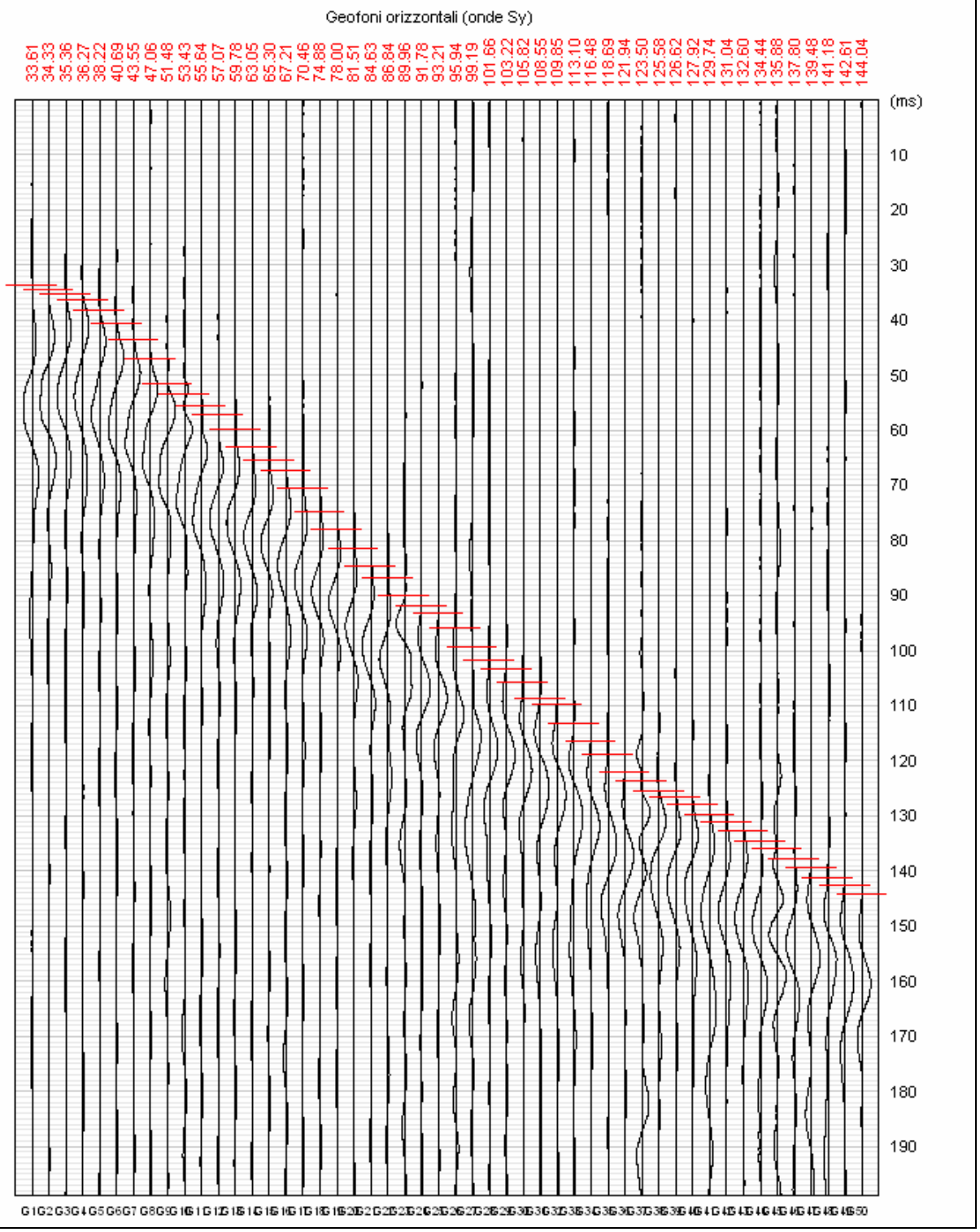


Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

loc. Badia a Settimo

Committente: Provincia di Firenze



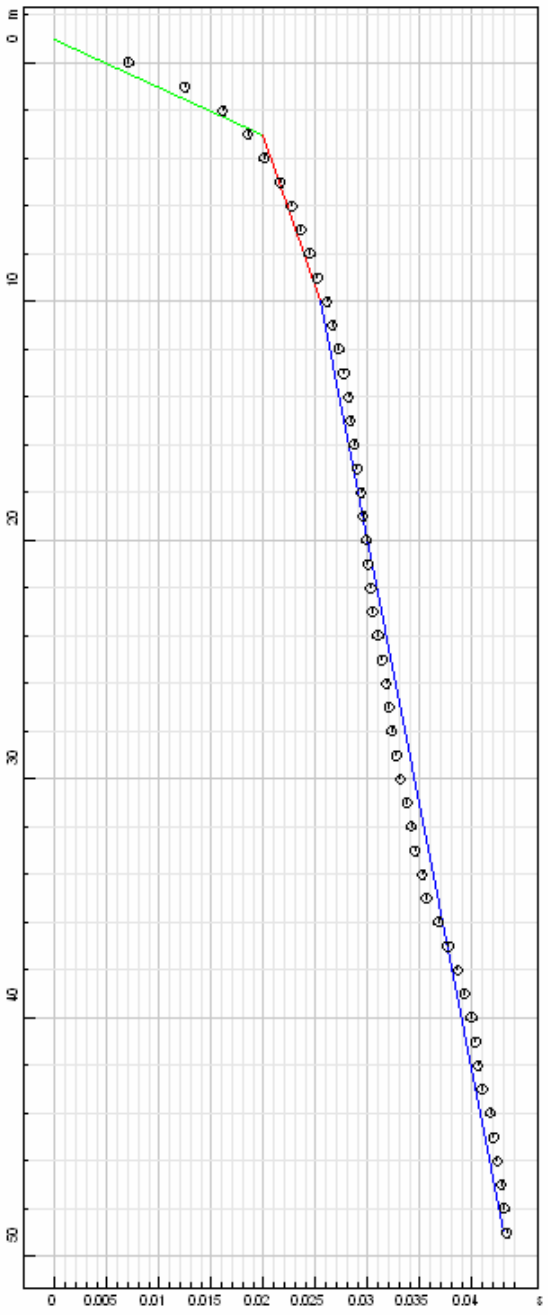
Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

loc. Badia a Settimo

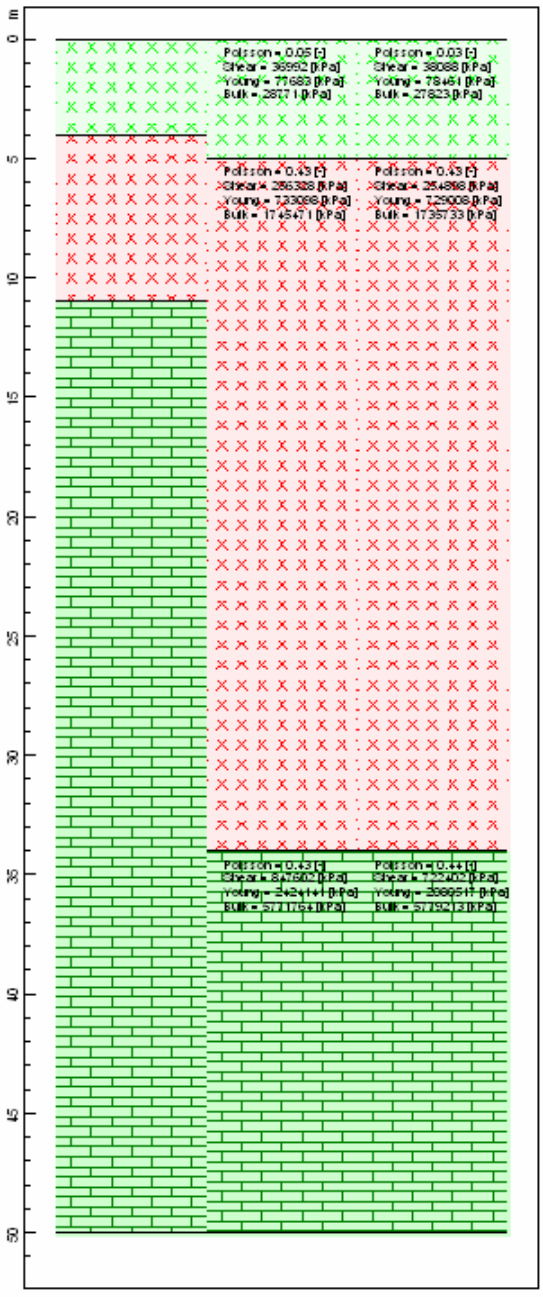
Committente: Provincia di Firenze

Dromocrona onde P



Sezioni verticali

P Sx Sy



P	201 m/s	P	1257 m/s	P	2223 m/s
Sx	136 m/s	Sx	358 m/s	Sx	651 m/s
Sy	138 m/s	Sy	357 m/s	Sy	601 m/s

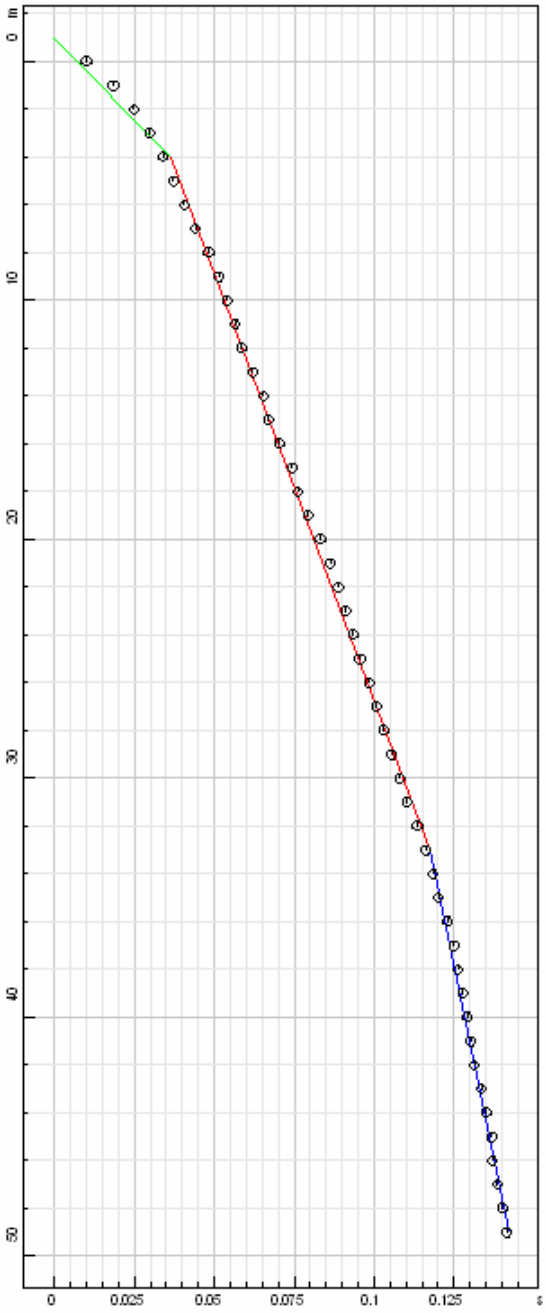
Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

loc. Badia a Settimo

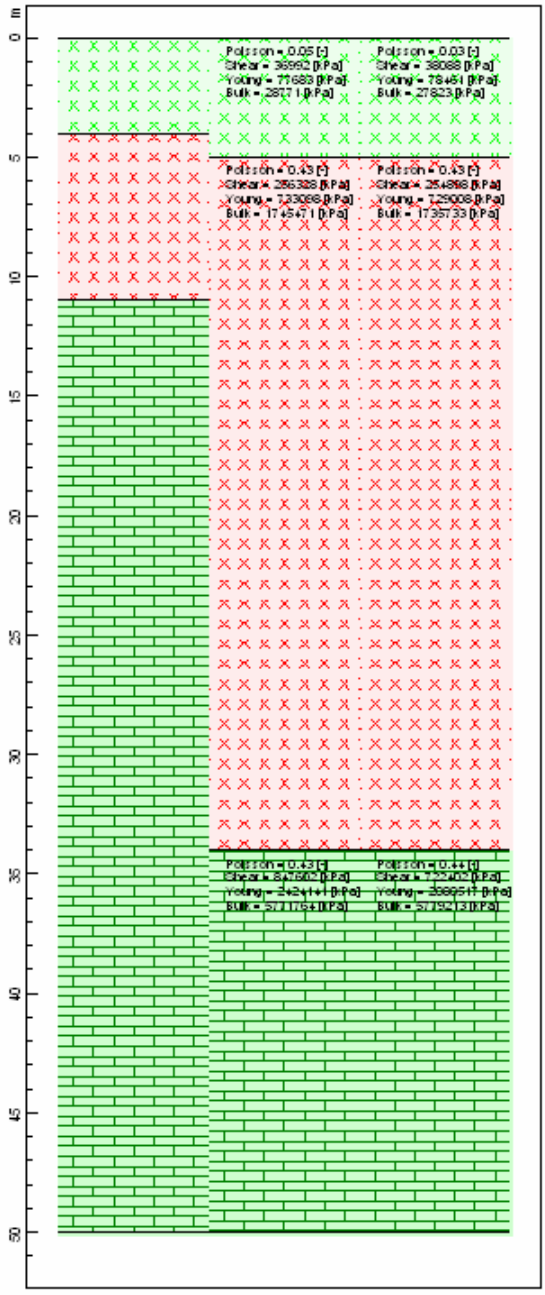
Committente: Provincia di Firenze

Dromocrona onde Sx



Sezioni verticali

P Sx Sy



P	201 m/s	P	1257 m/s	P	2223 m/s
Sx	136 m/s	Sx	358 m/s	Sx	651 m/s
Sy	138 m/s	Sy	357 m/s	Sy	601 m/s

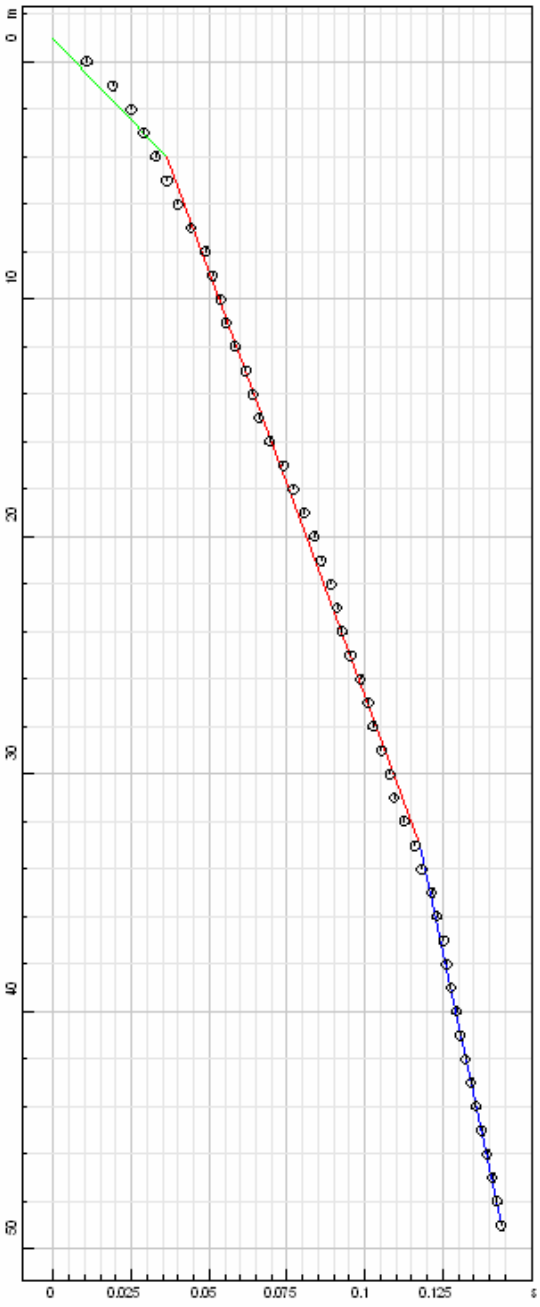
Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

loc. Badia a Settimo

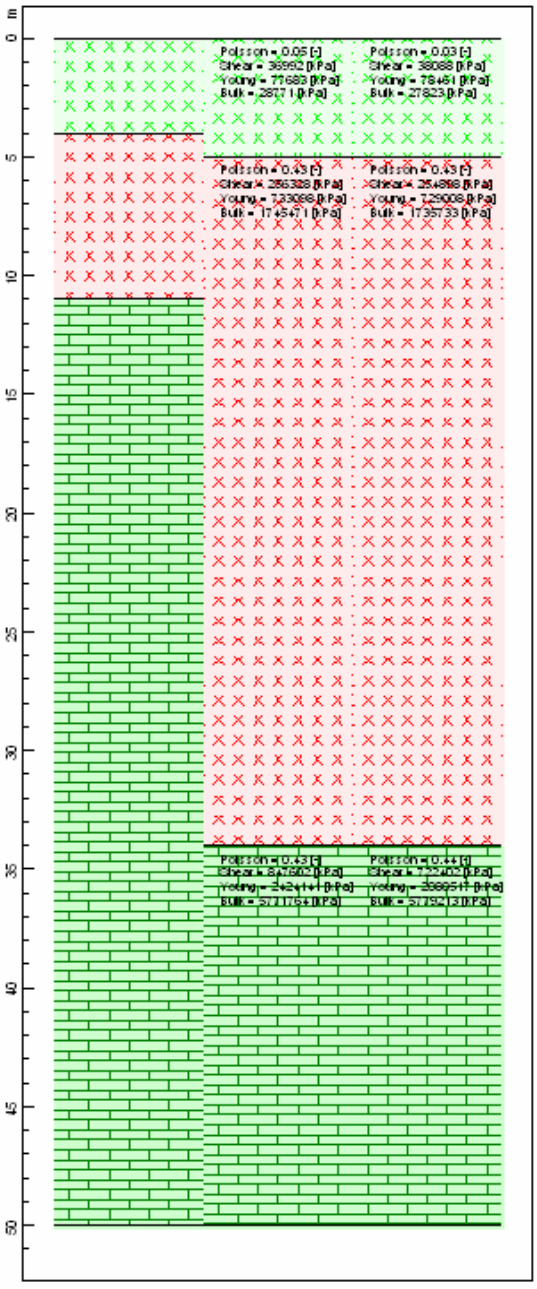
Committente: Provincia di Firenze

Dromocrona onde Sy



Sezioni verticali

P Sx Sy



P	201 m/s	P	1257 m/s	P	2223 m/s
Sx	136 m/s	Sx	358 m/s	Sx	651 m/s
Sy	138 m/s	Sy	357 m/s	Sy	601 m/s

Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale
loc. Badia a Settimo
Committente: Provincia di Firenze

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	22.23	31.38	33.61	7.03	9.92	10.63
2	2.00	22.49	33.15	34.33	12.48	18.39	19.04
3	3.00	22.75	35.10	35.36	16.09	24.82	25.00
4	4.00	23.14	37.31	36.27	18.51	29.85	29.02
5	5.00	23.40	39.52	38.22	20.07	33.89	32.77
6	6.00	24.18	41.60	40.69	21.63	37.21	36.39
7	7.00	24.70	44.20	43.55	22.70	40.63	40.03
8	8.00	25.22	47.07	47.06	23.61	44.08	44.06
9	9.00	25.74	50.83	51.48	24.42	48.22	48.84
10	10.00	26.26	53.70	53.43	25.15	51.44	51.18
11	11.00	27.04	55.91	55.64	26.09	53.94	53.68
12	12.00	27.43	58.34	57.07	26.61	56.60	55.37
13	13.00	27.95	60.11	59.78	27.23	58.57	58.25
14	14.00	28.34	63.44	63.05	27.71	62.03	61.65
15	15.00	28.73	66.69	65.30	28.17	65.39	64.03
16	16.00	28.86	68.12	67.21	28.37	66.95	66.06
17	17.00	29.12	71.37	70.46	28.68	70.28	69.39
18	18.00	29.38	75.40	74.88	28.98	74.37	73.86
19	19.00	29.77	77.09	78.00	29.41	76.15	77.05
20	20.00	29.90	80.21	81.51	29.57	79.32	80.61
21	21.00	30.16	83.98	84.63	29.86	83.14	83.78
22	22.00	30.29	87.10	86.84	30.01	86.30	86.04
23	23.00	30.55	89.57	89.96	30.29	88.82	89.20
24	24.00	30.68	91.91	91.78	30.44	91.20	91.07
25	25.00	31.20	94.12	93.21	30.98	93.45	92.55
26	26.00	31.59	96.20	95.94	31.38	95.57	95.31
27	27.00	31.98	99.06	99.19	31.78	98.45	98.58
28	28.00	32.24	101.27	101.66	32.06	100.69	101.08
29	29.00	32.50	103.48	103.22	32.33	102.93	102.67
30	30.00	32.89	106.08	105.82	32.73	105.55	105.29
31	31.00	33.28	108.55	108.55	33.13	108.05	108.05
32	32.00	33.93	110.76	109.85	33.78	110.28	109.37
33	33.00	34.32	114.01	113.10	34.18	113.54	112.64
34	34.00	34.71	116.74	116.48	34.58	116.29	116.03
35	35.00	35.36	118.95	118.69	35.23	118.52	118.26
36	36.00	35.75	120.51	121.94	35.63	120.09	121.52
37	37.00	36.92	123.37	123.50	36.80	122.97	123.10
38	38.00	37.83	125.32	125.58	37.71	124.93	125.19
39	39.00	38.74	126.62	126.62	38.63	126.25	126.25
40	40.00	39.39	128.18	127.92	39.28	127.82	127.56
41	41.00	40.04	129.48	129.74	39.93	129.13	129.39
42	42.00	40.43	130.65	131.04	40.33	130.32	130.71
43	43.00	40.69	131.69	132.60	40.59	131.37	132.28
44	44.00	41.08	133.90	134.44	40.98	133.59	134.13
45	45.00	41.86	135.46	135.88	41.77	135.16	135.58
46	46.00	42.12	137.02	137.80	42.03	136.73	137.51
43	43.00	40.69	131.69	132.60	40.59	131.37	132.28
44	44.00	41.08	133.90	134.44	40.98	133.59	134.13
45	45.00	41.86	135.46	135.88	41.77	135.16	135.58
46	46.00	42.12	137.02	137.80	42.03	136.73	137.51
50	50.00	43.42	141.83	144.04	43.34	141.58	143.78

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	201
2	11	1257
3	50	2223

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	5	136	0.05	36992.0	77683.0	28771.0
2	34	358	0.43	256328..	733098..	1745471.0
3	50	651	0.43	847602..	2424141.0	5771764.0

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	5	138	0.03	38088.0	78461.0	27823.0
2	34	357	0.43	254898..	729008..	1735733.0
3	50	601	0.44	722402..	2080517.0	5779213.0

Dai dati riportati nelle tavole e nei tabulati allegati si fa riferimento a valori delle velocità delle onde Sh di circa 136 m/s per uno spessore di circa 5.0 m; al di sotto di tale profondità si evidenzia un incremento delle onde longitudinali con velocità di circa 358 m/s fino ad una profondità di circa 34.0 m da p.c.. Dalla profondità di circa 34.0 m e fino alla profondità di 50.0 m, si osserva un ulteriore incremento della velocità delle onde longitudinali fino ad una velocità di circa 651 m/s. L'andamento delle velocità delle onde P ricalca in linea di massima quello delle onde di taglio, con una velocità pari a circa 201 m/s fino ad una profondità di circa 4.0 m; al di sotto dei 3.0 e fino ad una profondità di circa 11.0 m si verifica un notevole incremento della velocità fino a circa 1257 m/s (da mettere in relazione con l'individuazione di un orizzonte saturo). Dalla profondità di 11.0 m e fino alla profondità di 50.0 m si osserva un ulteriore incremento della velocità che si stabilizza attorno al valore di 2223 m/s.

Spianate, 15 gennaio 2013.

Mappo Geognostica

Geol. **Massimo Benedetti**

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55010 SPIANATE (LU)
Tel. 0583-20799 - 335-7215712
C.F. e P. IVA 02019570460
Reg. Imprese di Lucca 02019570460
Capitale versato € 12.000,00

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI PARCHEGGIO SCAMBIATORE E PASSERELLA CICLOPEDONALE DI COLLEGAMENTO CON LA STAZIONE FERROVIARIA DI S. DONNINO

LOC. SAN DONNINO
(Down Hole realizzato nel foro di sondaggio S3)

Comm.te:
PROVINCIA DI FIRENZE

GENNAIO 2014

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI PARCHEGGIO SCAMBIATORE E PASSERELLA CICLOPEDONALE DI COLLEGAMENTO CON LA STAZIONE FERROVIARIA DI S. DONNINO

Comm.te: PROVINCIA DI FIRENZE

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine sismica "down hole" eseguita, su incarico della committenza, in loc. San Donnino, per la realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale di collegamento con la stazione ferroviaria di S. Donnino.

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 36 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).

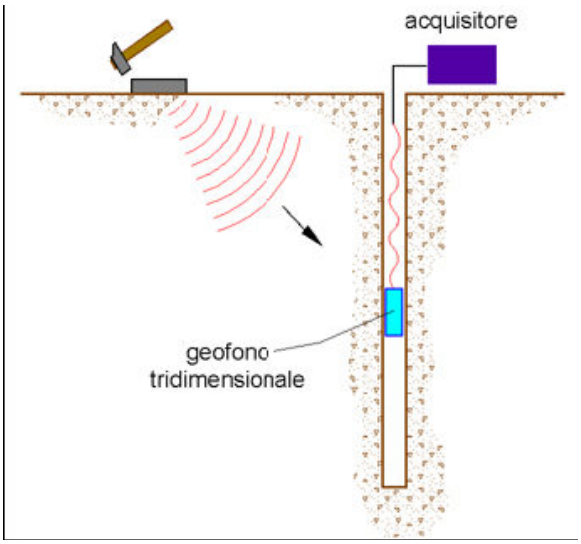


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

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 ϕ < 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 Vp 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 onda Vs, 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 (tcorr) mediante la seguente formula di conversione:

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

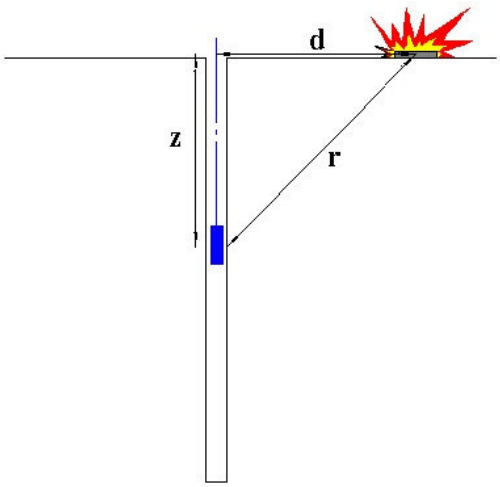


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

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).

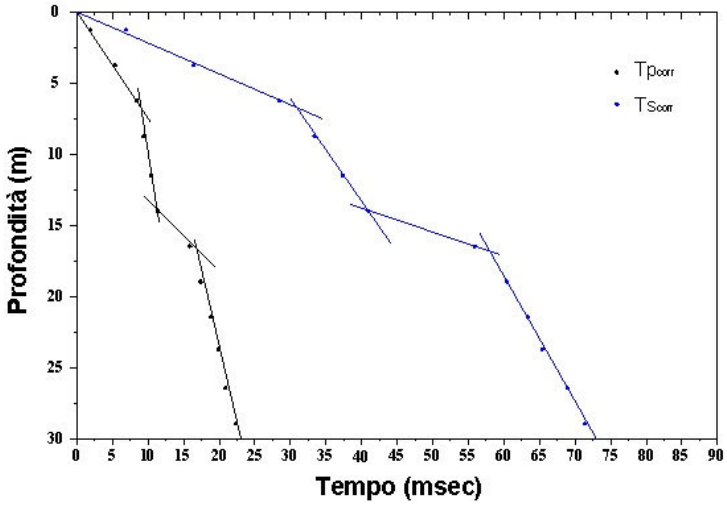


Figura 3 – Grafico delle dromocrone

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

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu = (0{,}5\ (Vp/Vs)^2 - 1) / ((Vp/Vs)^2 - 1)$$

2) modulo di Young medio:

$$E = Vs^2\ \gamma\ ((3Vp^2 - 4Vs^2) / (Vp^2 - Vs^2))$$

3) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$K = \gamma\ (Vp^2 - 4/3\ Vs^2)$$

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).

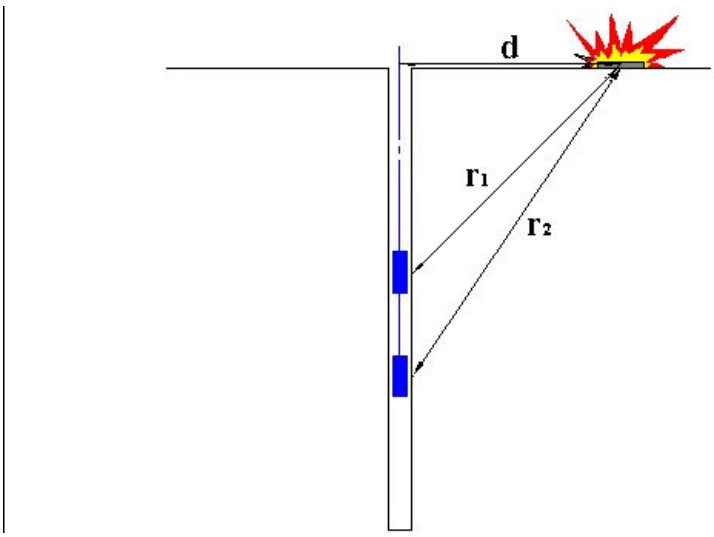


Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo

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:

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

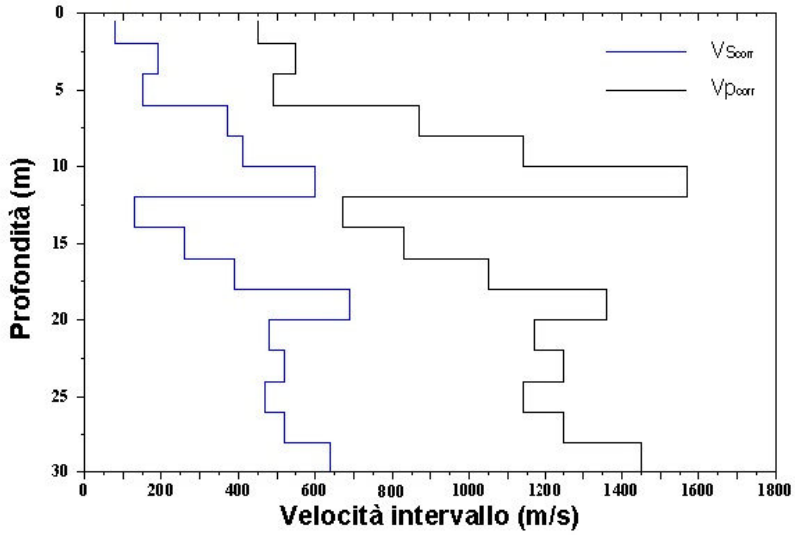


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

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 :

a) esso non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;

b) non è applicabile nel caso in cui $t2_{corr} < t1_{corr}$.

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 è "ECHO 2002" vers. 7.00.

L'attrezzatura è 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 è 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 è iniziata da - 36 m da p.c., fino alla quota di -1 m da p.c.

INTERPRETAZIONE DEI DATI

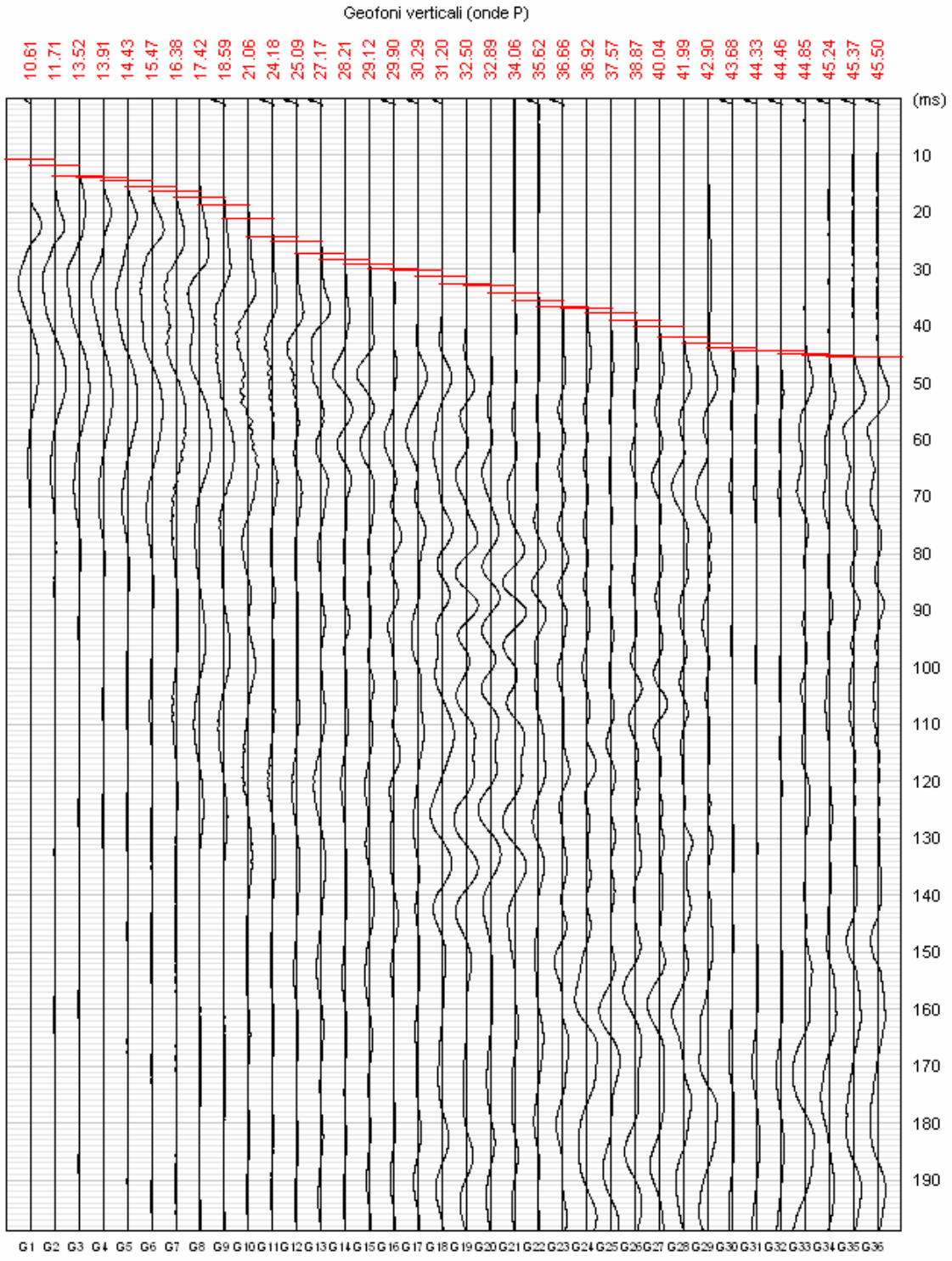
Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Intersism 2.0* della *geo&soft international*. Tale programma è in grado di operare direttamente con i dati della strumentazione *Ambrogeo* (*.dat *.sgy) per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone*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

Il calcolo è stato eseguito con il metodo dell'intercetta, che nal caso specifico si è 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 può non corrispondere esattamente con quella geologica e geotecnica, dato che essa considera maggiormante le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che la stratigrafia caratteristica.

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

Loc. San Donnino

Committente: Provincia di Firenze

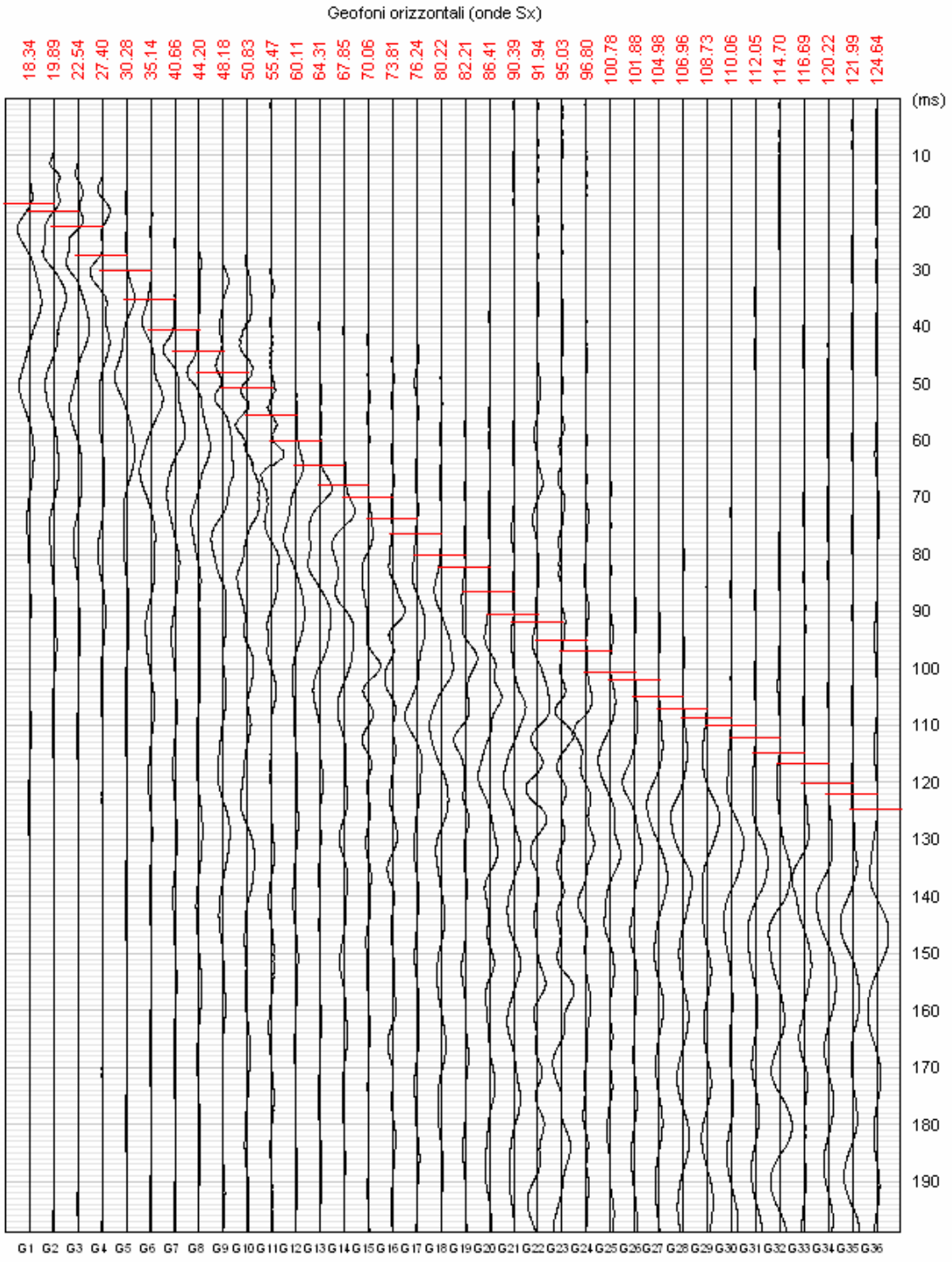


Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

Loc. San Donnino

Committente: Provincia di Firenze

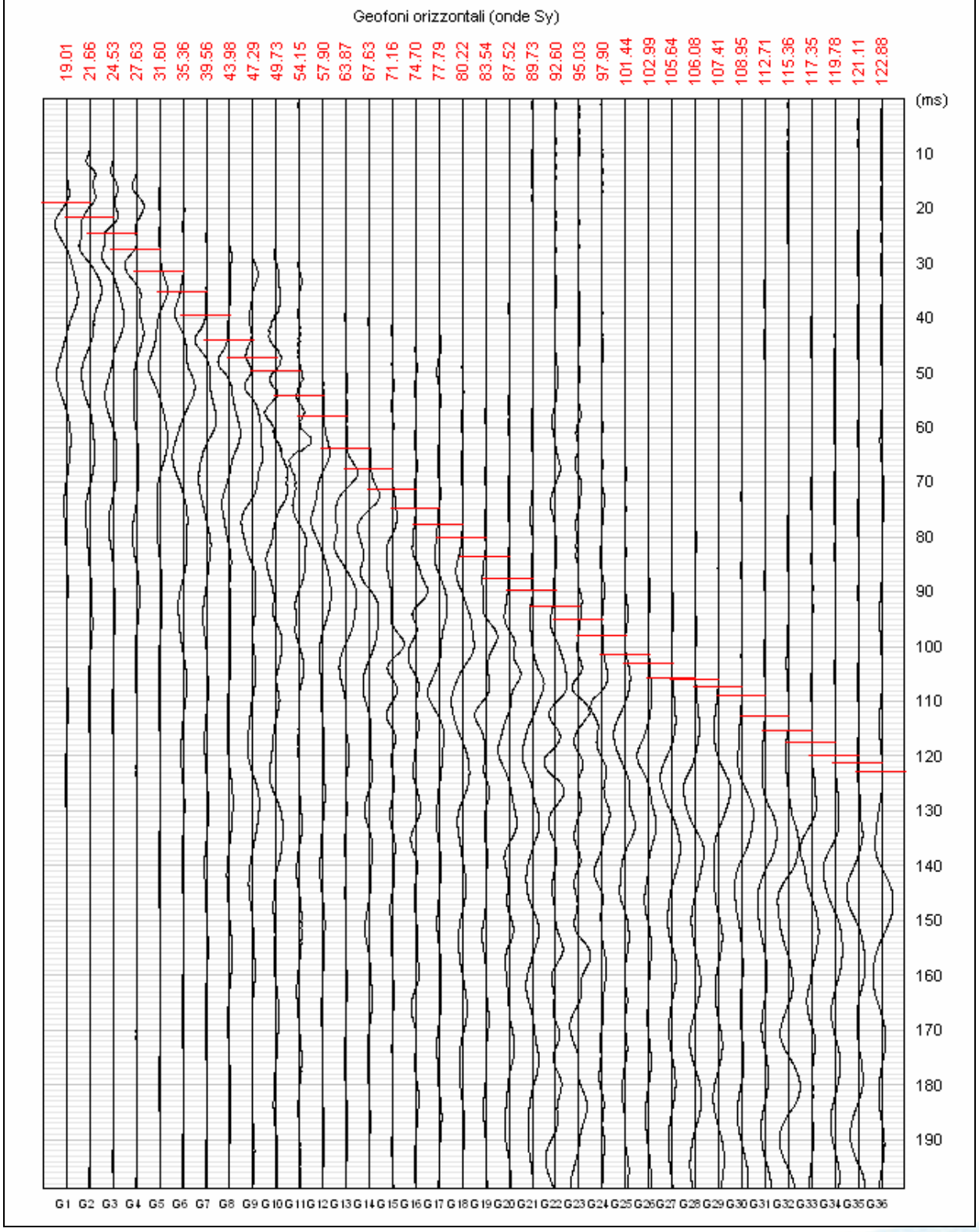


Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

Loc. San Donnino

Committente: Provincia di Firenze



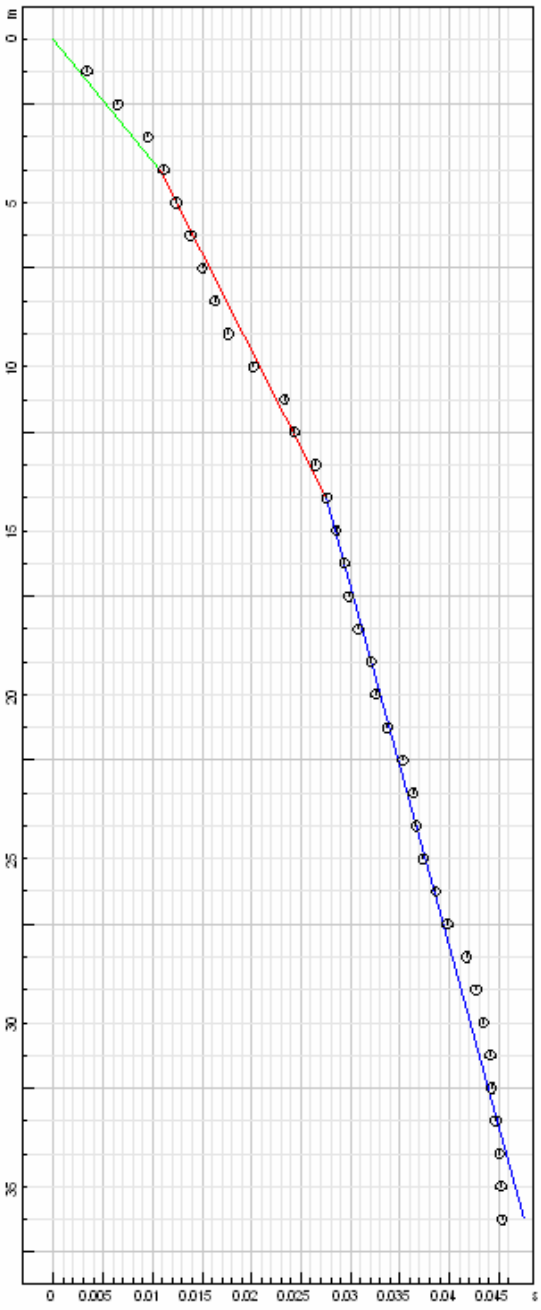
Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

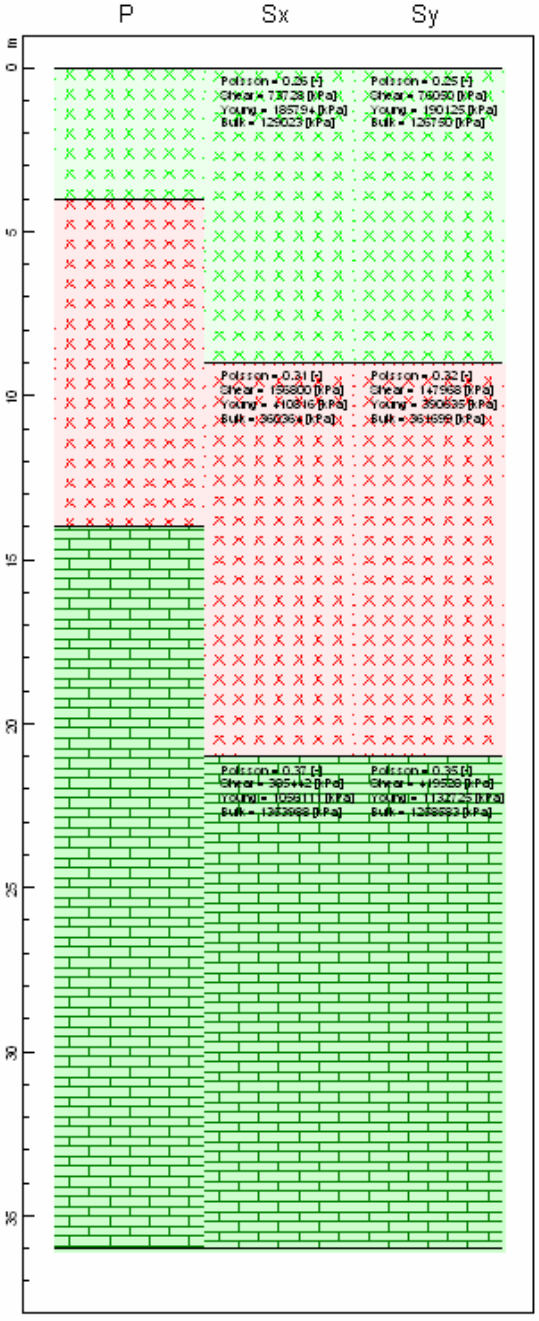
Loc. San Donnino

Committente: Provincia di Firenze

Dromocrona onde P



Sezioni verticali



P	370 m/s	P	596 m/s	P	1103 m/s
Sx	192 m/s	Sx	280 m/s	Sx	439 m/s
Sy	195 m/s	Sy	272 m/s	Sy	458 m/s

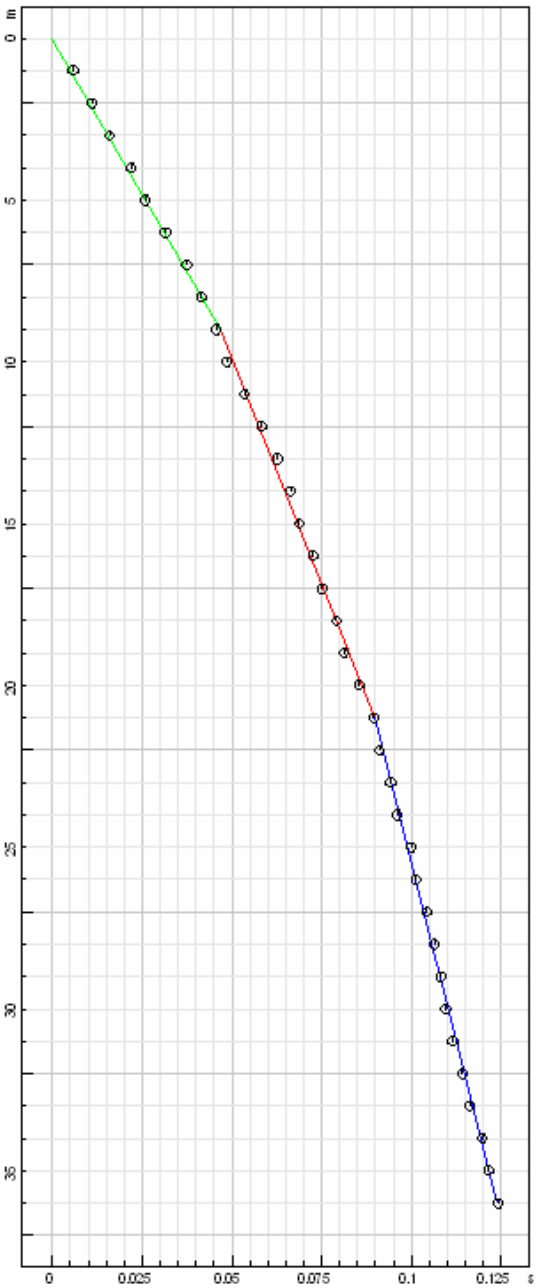
Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

Loc. San Donnino

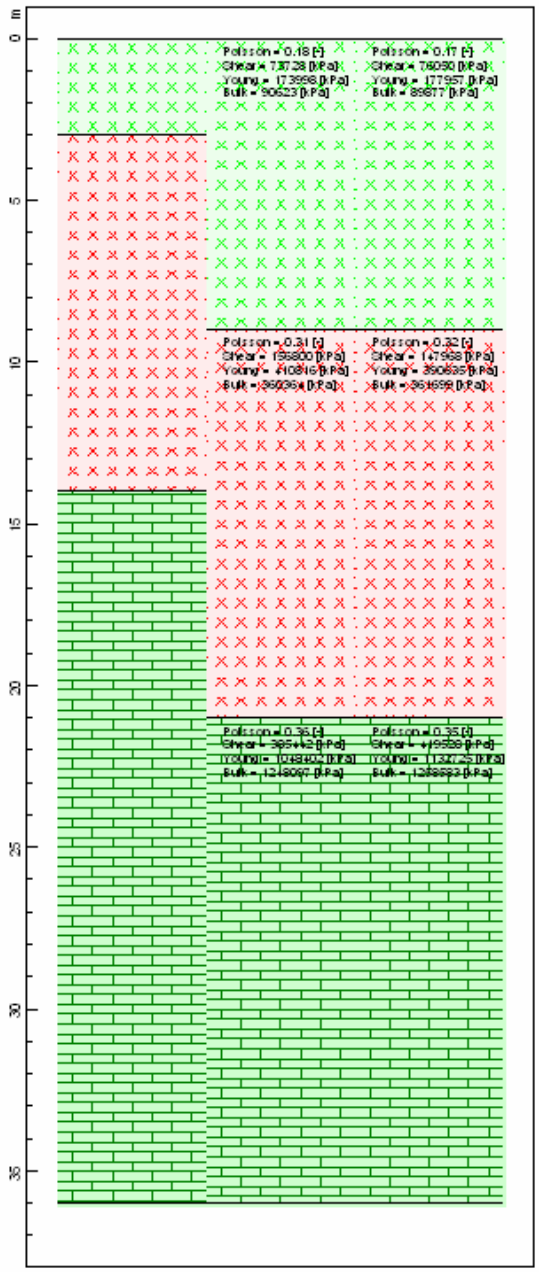
Committente: Provincia di Firenze

Dromocrona onde Sx



Sezioni verticali

P Sx Sy



P	328 m/s	P	599 m/s	P	1088 m/s
Sx	192 m/s	Sx	280 m/s	Sx	439 m/s
Sy	195 m/s	Sy	272 m/s	Sy	458 m/s

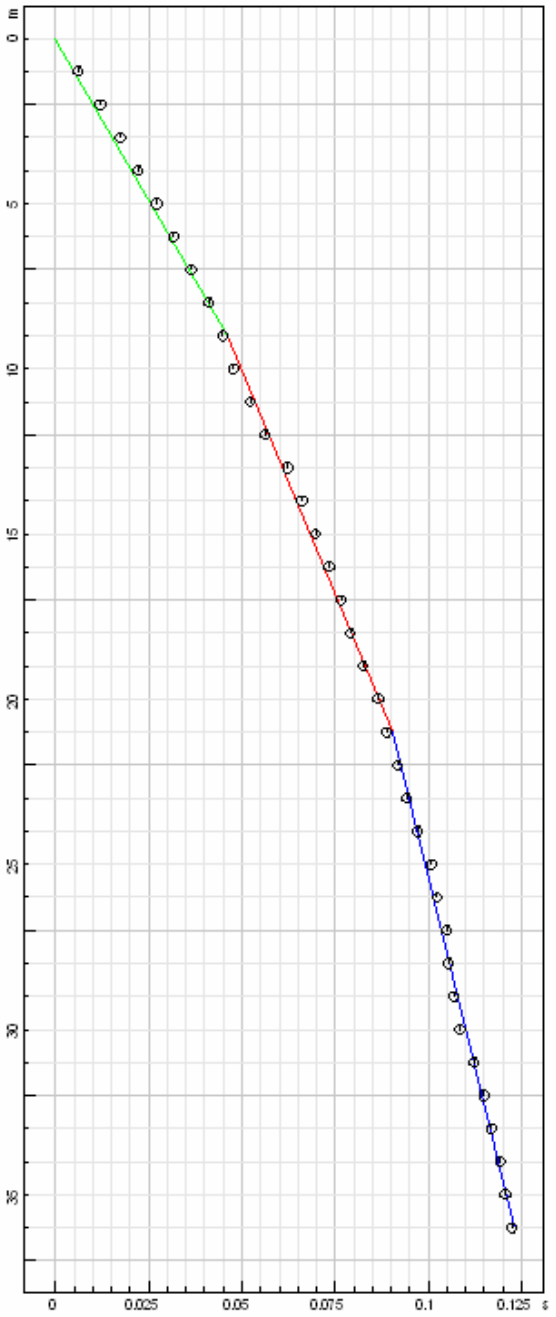
Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale

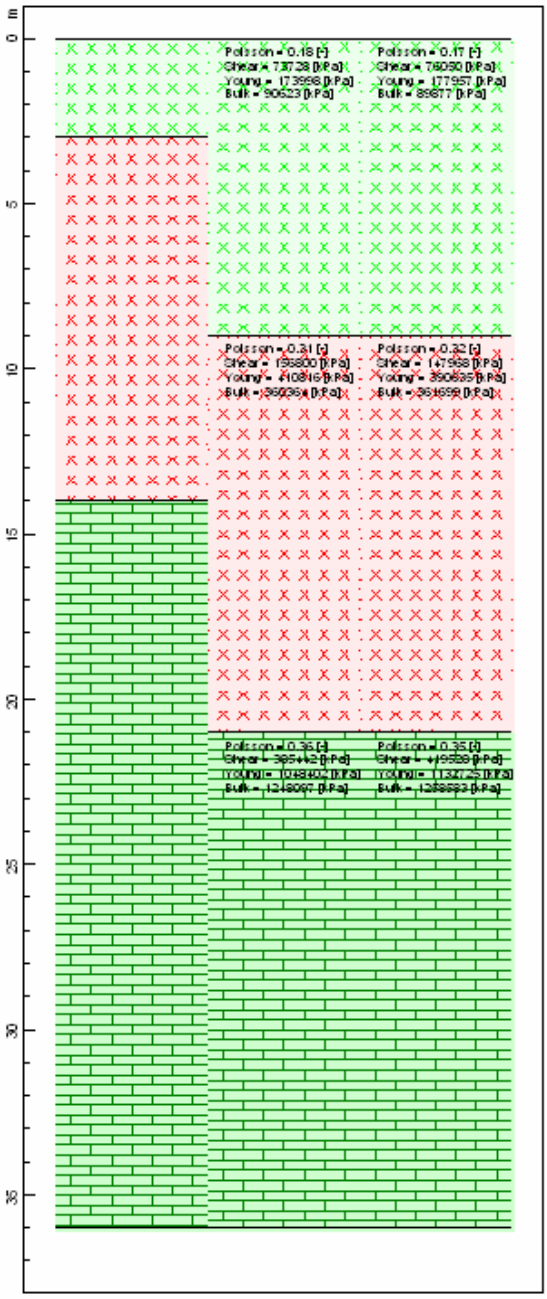
Loc. San Donnino

Committente: Provincia di Firenze

Dromocrona onde Sy



Sezioni verticali



P	328 m/s	P	599 m/s	P	1088 m/s
Sx	192 m/s	Sx	280 m/s	Sx	439 m/s
Sy	195 m/s	Sy	272 m/s	Sy	458 m/s

Mappo Geognostica Srl
Loc. Biagioni, 60
55010 Spianate (LU)
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069
P.IVA 02019570460
www.mappogeognostica.it

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Realizzazione di parcheggio scambiatore e passerella ciclopedonale
Loc. San Donnino
Committente: Provincia di Firenze

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	10.61	18.34	19.01	3.35	5.80	6.01
2	2.00	11.71	19.89	21.66	6.50	11.03	12.01
3	3.00	13.52	22.54	24.53	9.56	15.94	17.35
4	4.00	13.91	27.40	27.63	11.13	21.92	22.10
5	5.00	14.43	30.28	31.60	12.37	25.96	27.10
6	6.00	15.47	35.14	35.36	13.84	31.43	31.63
7	7.00	16.38	40.66	39.56	15.06	37.38	36.36
8	8.00	17.42	44.20	43.98	16.31	41.39	41.18
9	9.00	18.59	48.18	47.29	17.64	45.71	44.87
10	10.00	21.06	50.83	49.73	20.17	48.69	47.63
11	11.00	24.18	55.47	54.15	23.33	53.52	52.24
12	12.00	25.09	60.11	57.90	24.34	58.32	56.17
13	13.00	27.17	64.31	63.87	26.47	62.66	62.23
14	14.00	28.21	67.85	67.63	27.58	66.34	66.12
15	15.00	29.12	70.06	71.16	28.55	68.70	69.78
16	16.00	29.90	73.81	74.70	29.39	72.55	73.42
17	17.00	30.29	76.25	77.79	29.83	75.08	76.61
18	18.00	31.20	80.22	80.22	30.78	79.13	79.13
19	19.00	32.50	82.21	83.54	32.10	81.21	82.52
20	20.00	32.89	86.41	87.52	32.53	85.45	86.55
21	21.00	34.06	90.39	89.73	33.72	89.48	88.82
22	22.00	35.62	91.94	92.60	35.29	91.09	91.75
23	23.00	36.66	95.03	95.03	36.35	94.23	94.23
24	24.00	36.92	96.80	97.90	36.63	96.05	97.15
25	25.00	37.57	100.78	101.44	37.30	100.06	100.72
26	26.00	38.87	101.88	102.99	38.61	101.21	102.31
27	27.00	40.04	104.98	105.64	39.80	104.33	104.99
28	28.00	41.99	106.96	106.08	41.75	106.36	105.48
29	29.00	42.90	108.73	107.41	42.67	108.15	106.84
30	30.00	43.68	110.06	108.95	43.46	109.51	108.41
31	31.00	44.33	112.05	112.71	44.12	111.53	112.19
32	32.00	44.46	114.70	115.36	44.27	114.20	114.86
33	33.00	44.85	116.69	117.35	44.67	116.21	116.87
34	34.00	45.24	120.22	119.78	45.06	119.76	119.32
35	35.00	45.37	121.99	121.11	45.20	121.55	120.67
36	36.00	45.50	124.64	122.88	45.34	124.21	122.45

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	370
2	14	596
3	36	1103

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	9	192	0.26	73728.0	185794	129023
2	21	280	0.31	156800..	410816	360364
3	36	439	0.37	385442..	1056111	1353988

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	9	195	0.25	76050.0	190125	126750
2	21	272	0.32	147968..	390635	361699
3	36	458	0.35	419528..	1132725	1258583

Dai dati riportati nelle tavole e nei tabulati allegati si fa riferimento a valori delle velocità delle onde Sh di circa 192 m/s per uno spessore di circa 9.0 m; al di sotto di tale profondità si evidenzia un incremento delle onde longitudinali con velocità di circa 280 m/s fino ad una profondità di circa 21.0 m da p.c.. Dalla profondità di circa 21.0 m e fino alla profondità di 36.0 m, si osserva un ulteriore incremento della velocità delle onde longitudinali fino ad una velocità di circa 439 m/s. L'andamento delle velocità delle onde P ricalca in linea di massima quello delle onde di taglio, con una velocità pari a circa 328 m/s fino ad una profondità di circa 3.0 m; al di sotto dei 3.0 e fino ad una profondità di circa 14.0 m si verifica un incremento della velocità fino a circa 599 m/s. Dalla profondità di 14.0 m e fino alla profondità di 36.0 m si osserva un notevole incremento della velocità che si stabilizza attorno al valore di 1088 m/s (da mettere in relazione con l'individuazione di un orizzonte saturo).

Spianate, 16 gennaio 2014.

Mappo Geognostica

Geol. **Massimo Benedetti**

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
Loc. Biagioni, 60 - 55010 SPIANATE (LU)
Tel. 0583-20799 - 335-7215712
C.F. e P. IVA 02019570460
Reg. Imprese di Lucca 02019570460
Capitale versato € 12.000,00

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

Rapporto di prova n. 00136 del 24/01/2014 **V.A. 334/2708 del 11/12/2013**

COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
INDIRIZZO: Via Cavour, 1 – Firenze.
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella Pedociclabile San Donnino – Badia a Settimo (FI)
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 2 pagine.

RELAZIONE

Il giorno 11/12/2013 sono stati consegnati al Laboratorio 3 campioni contrassegnati nel modo seguente:

Campione S3C3: campione 3 prelevato dal sondaggio 3 a profondità compresa tra 17.0m e 17.5m dal piano campagna.
Campione S3C4: campione 4 prelevato dal sondaggio 3 a profondità compresa tra 30.0m e 30.5m dal piano campagna.
Campione S3C5: campione 5 prelevato dal sondaggio 3 a profondità compresa tra 8.0m e 8.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:
1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2) sui campioni S3C4 e S3C5.
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Analisi granulometrica per via umida e per sedimentazione (Raccomandazioni AGI 1994).
4. Determinazione dei limiti di Atterberg liquido, plastico e di ritiro (UNI CEN ISO/TS 17892-12) sul campione S3C4.
5. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sul campione S3C4.
6. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S3C4.
7. Prova di taglio diretto CD compreso la determinazione della resistenza residua (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sul campione S3C4.
8. Prova di compressione ELL (UNI CEN ISO/TS 17892-7) sul campione S3C4.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 45/G al 54/G.

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio CD permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Campione S3C4

Angolo di attrito	$\phi' = 26.5°$
Coesione drenata	$c' = 25kPa$
Angolo di attrito residuo	$\phi_r = 13.0°$
Coesione drenata residua	$c_r = 9kPa$

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 45/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 3
PROFONDITA', m: 17.0-17.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 8.63
UNI CEN ISO/TS 17892-1
PESO DI VOLUME kN/m3
UNI CEN ISO/TS 17892-2
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m3
UNI CEN ISO/TS 17892-3

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3
INDICE DEI VUOTI
POROSITA'
GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA: la granulometria non ha permesso la preparazione del provino per la determinazione del peso di volume.

Data esecuzione prove: 14/01/14-15/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

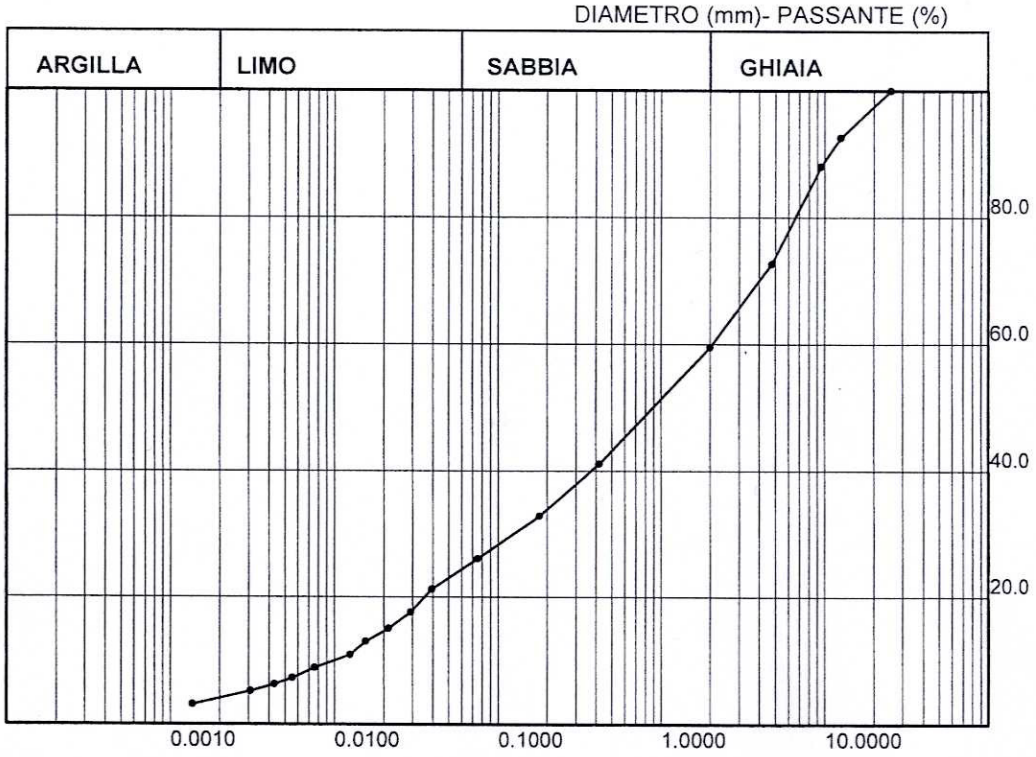
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 46/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 3
PROFONDITA', m: 17.0-17.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 457.40

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
25.400	0.00	100.00
12.500	33.89	92.59
9.500	20.96	88.01
4.750	70.36	72.63
2.000	60.30	59.44
0.420	84.06	41.06
0.180	37.72	32.82
0.075	30.96	26.05

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0395	1.024	21.20
0.0293	1.020	17.58
0.0214	1.018	15.00
0.0155	1.016	12.93
0.0125	1.014	10.86
0.0076	1.012	8.79
0.0056	1.010	7.24
0.0043	1.010	6.21
0.0031	1.008	5.17
0.0014	1.006	3.10

GHIAIA, %= 40.56
SABBIA, %= 35.44
LIMO, %= 20.14
ARGILLA, %= 3.86

Tipo di campione: Q3

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 20/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

LTC - 10.008 - 7/13

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 47/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % (UNI CEN ISO/TS 17892-1)	= 22.91
PESO DI VOLUME kN/m3 (UNI CEN ISO/TS 17892-2)	= 19.98
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3 (UNI CEN ISO/TS 17892-3)	= 2.76

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 16.25
INDICE DEI VUOTI	= 0.664
POROSITA'	= 0.399
GRADO DI SATURAZIONE %	= 95.14

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 08/01/14-09/01/14

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

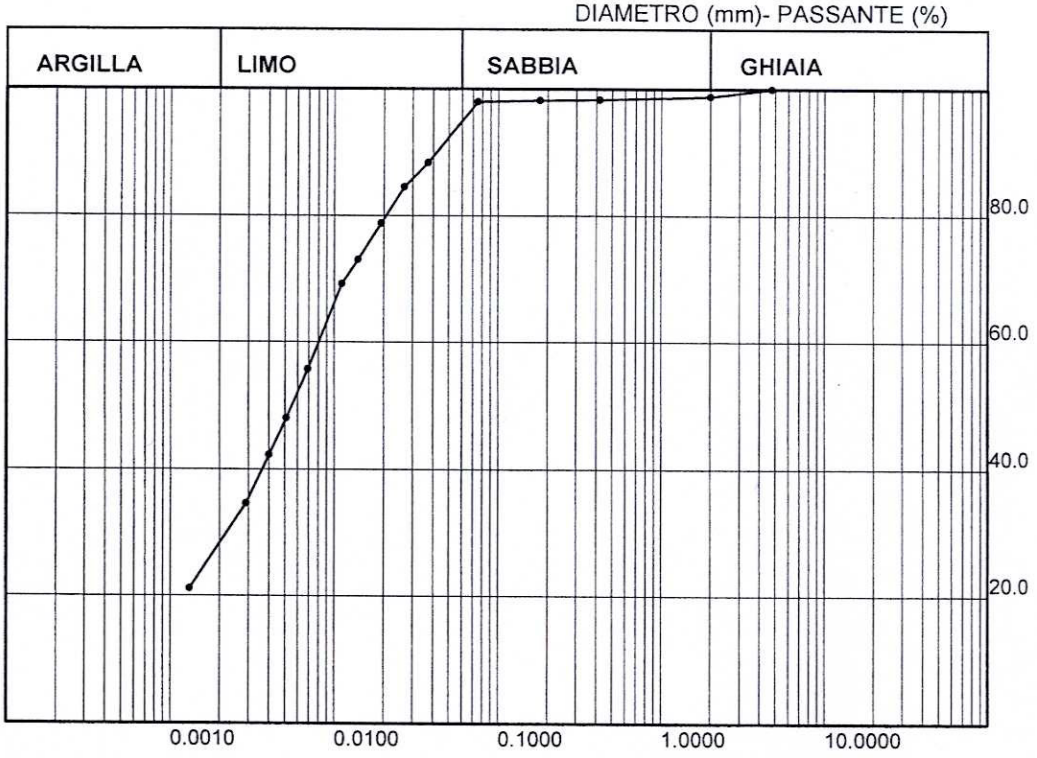
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 48/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 213.70

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
4.750	0.00	100.00
2.000	2.55	98.81
0.420	1.07	98.31
0.180	0.17	98.23
0.075	0.54	97.97

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0372	1.026	88.34
0.0267	1.026	84.50
0.0194	1.024	78.74
0.0140	1.022	72.98
0.0111	1.022	69.14
0.0069	1.018	55.69
0.0051	1.016	48.01
0.0040	1.014	42.25
0.0029	1.012	34.57
0.0013	1.009	21.12

GHIAIA, %= 1.19
SABBIA, %= 4.66
LIMO, %= 67.22
ARGILLA, %= 26.93

Tipo di campione: Q3

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 20/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

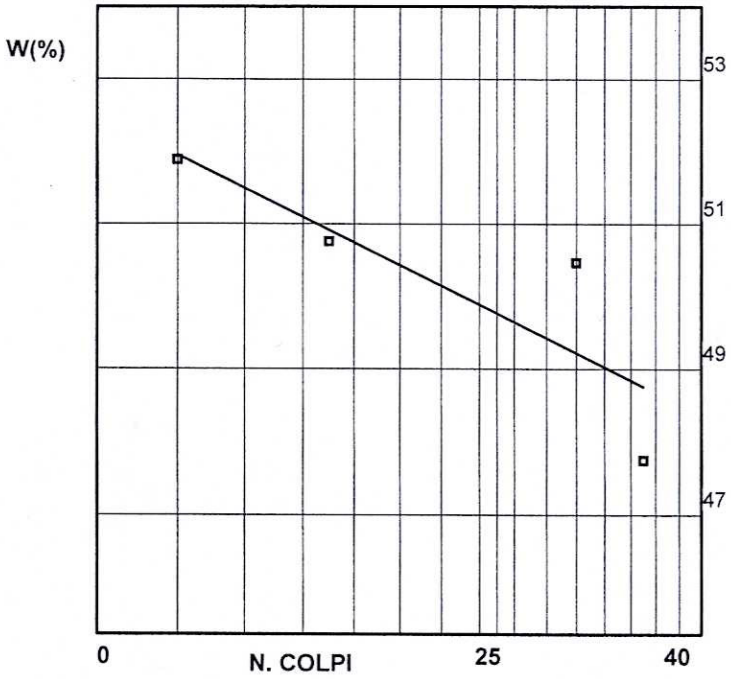
Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 49/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

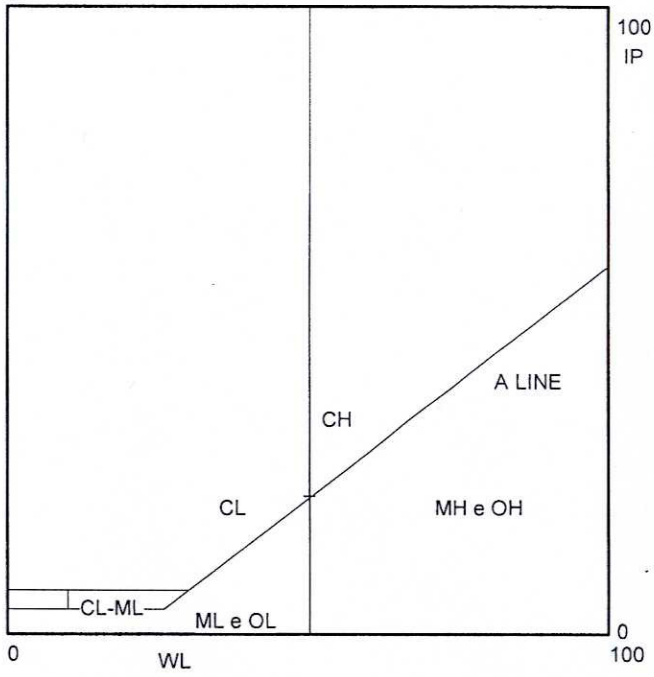
Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 22.91
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 50
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 28
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 22

INDICE DI CONSISTENZA= 1.23

INDICE DI GRUPPO= 15

PESO DI VOLUME kN/m^3= 19.98
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= 26.9

ATTIVITA'= 0.8

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-7-6

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	98.81
40	0.420	98.31
200	0.074	97.97

LIMITE DI RITIRO %= 25
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 17/01/14-22/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 50/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche del campione

diametro, cm= 5.05
altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	24.43	23.27
grado di saturazione, %	92.44	-
peso di volume, kN/m^3	19.46	0.00
densità secca, kN/m^3	15.64	0.00
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.76	2.76
Indice dei vuoti, -	0.73	-

Pressioni Kpa	Cedimenti mm	H/H %	Indice Vuoti -	Mod. Edom. KPa
25.00	0.083	0.41	0.722	-
49.00	0.147	0.73	0.716	7456.88
98.00	0.298	1.49	0.703	6417.86
196.00	0.571	2.85	0.680	7023.51
392.00	1.013	5.07	0.641	8517.57
785.00	1.679	8.39	0.584	11007.54
1569.00	2.414	12.07	0.520	19150.40
392.00	2.170	10.85	0.541	-
98.00	1.865	9.32	0.568	-
25.00	1.627	8.13	0.588	-

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

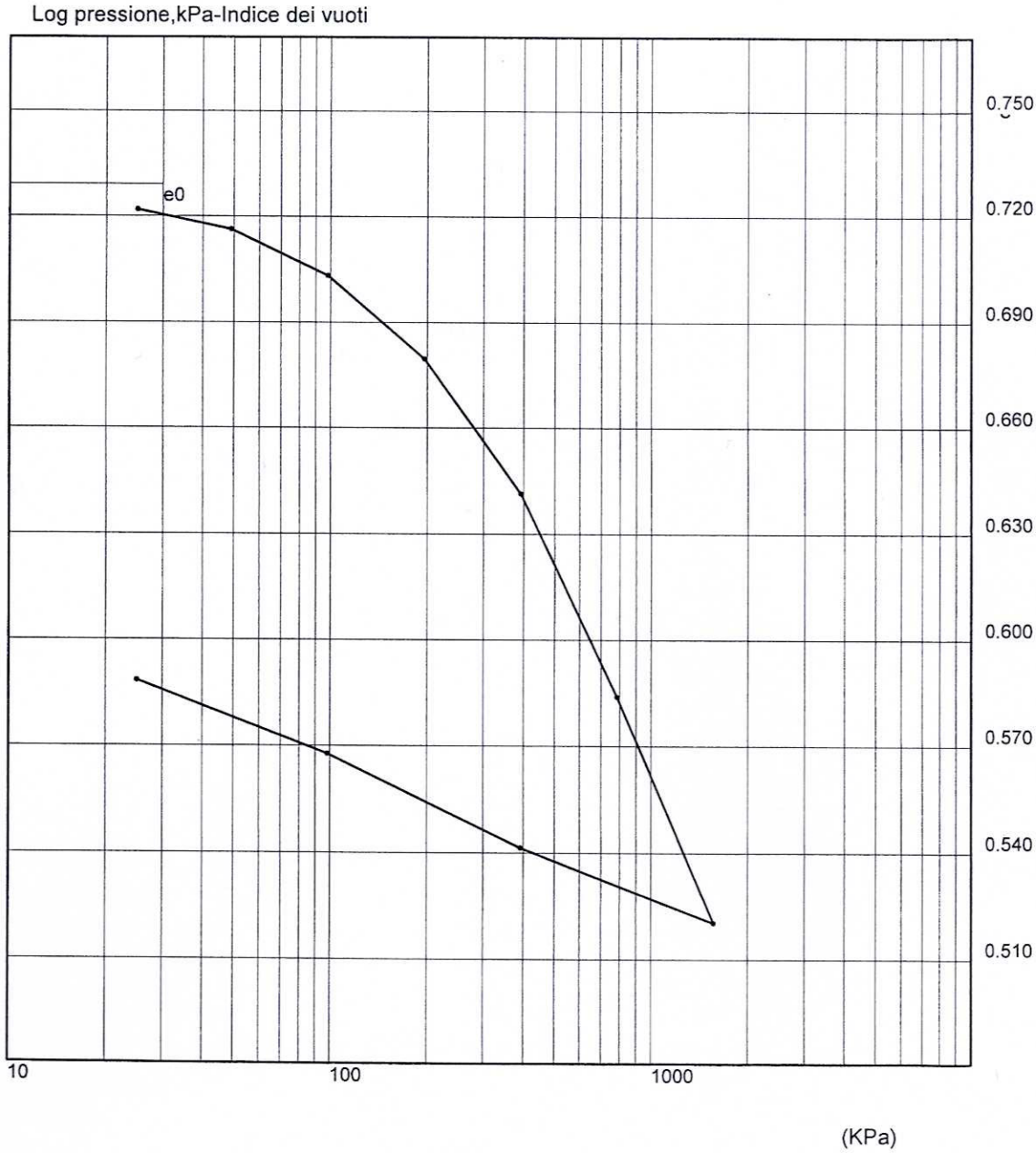
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 50/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5



NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : Lo Sperimentatore Geol.G.Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 08/01/14-23/01/14
Il Direttore del laboratorio Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

LEC - 10.000 - 7/13

9

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

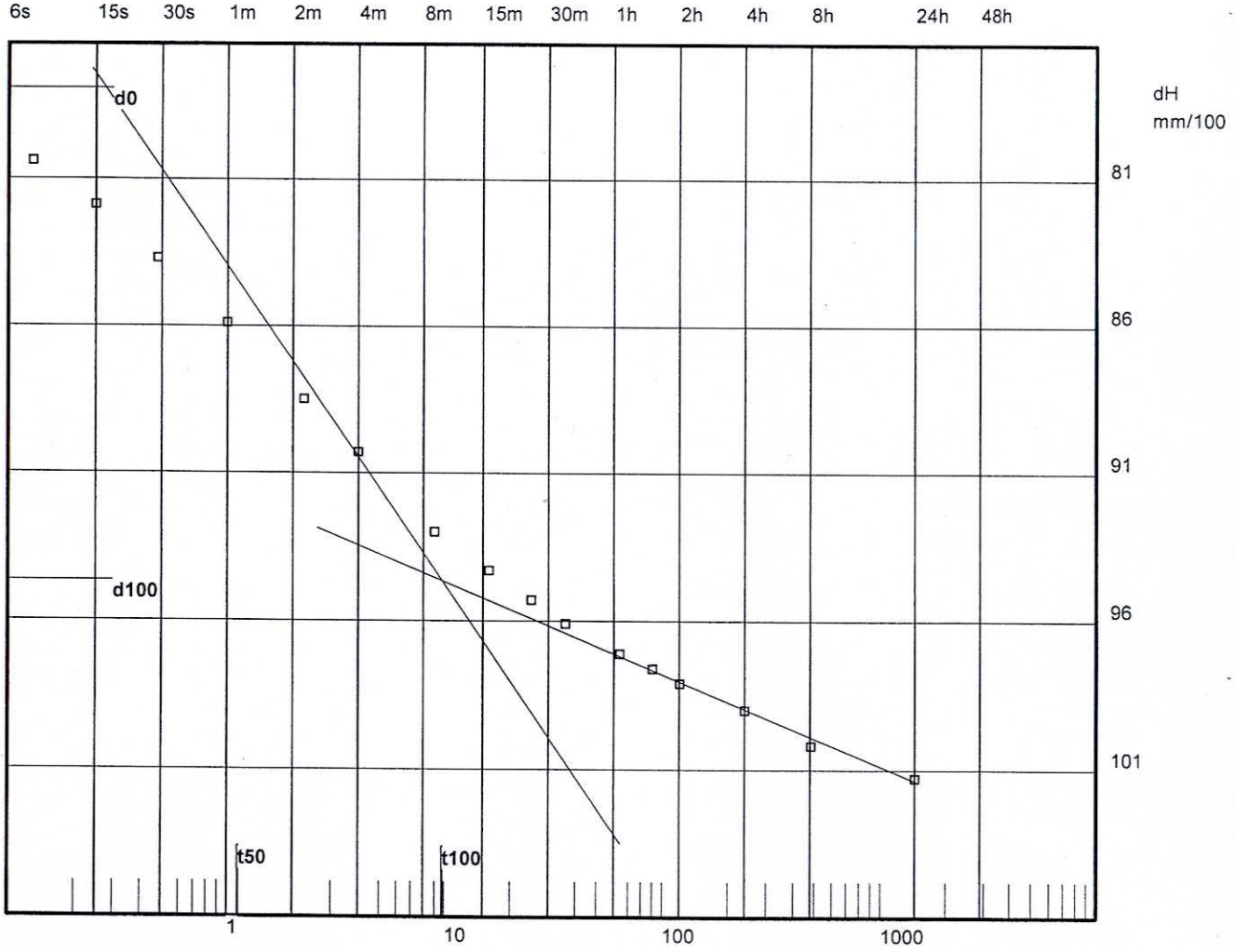
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 50/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE:

PRESSIONE da 196.00 kPa a 392.00 kPa

t50= 68 sec

Cv= 2.67E-03 cm^2/sec

k= 3.04E-08 cm/sec

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

10

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

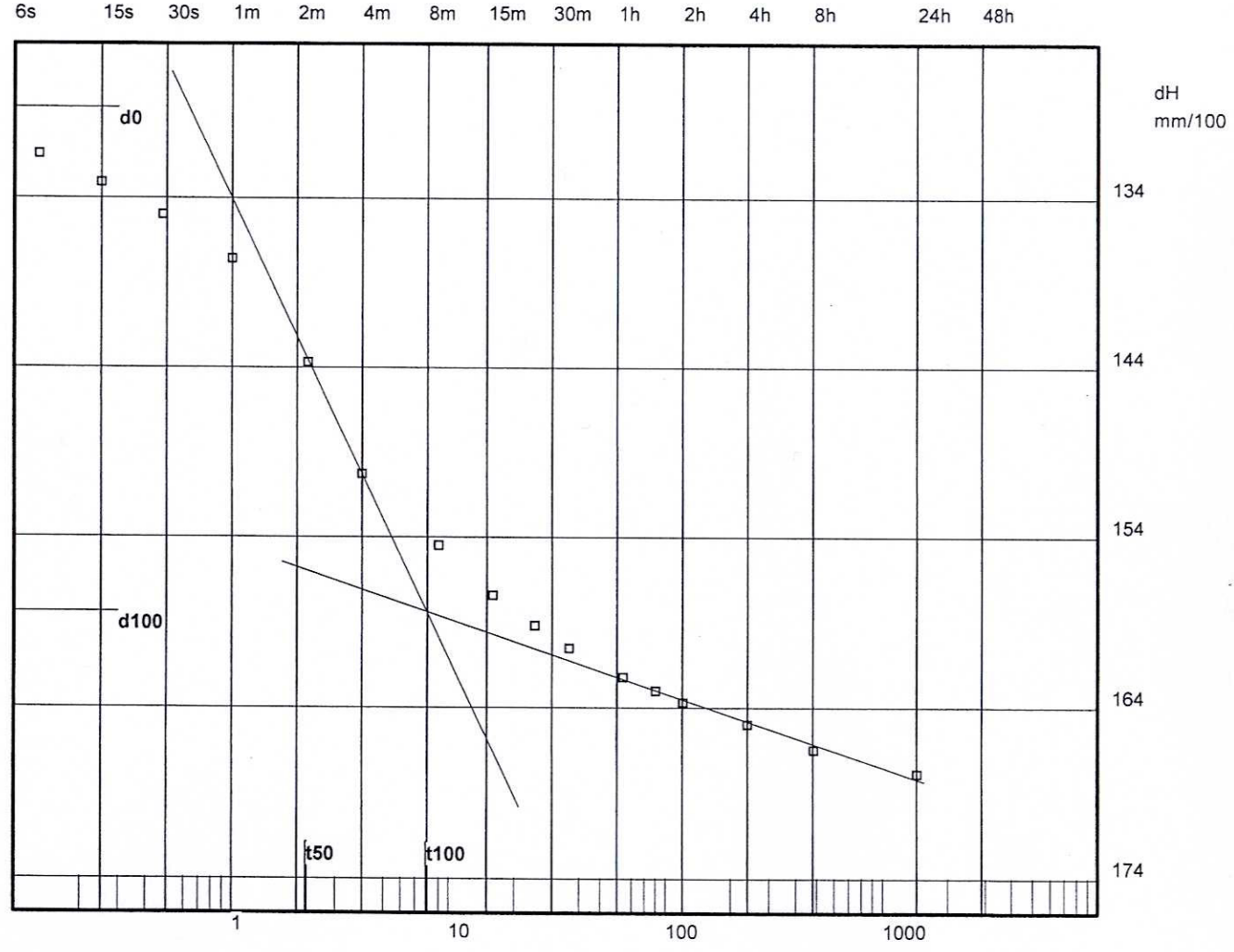
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 50/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1
PRESSIONE da 392.00 kPa a 785.00 kPa
t50= 132 sec
Cv= 1.28E-03 cm^2/sec
k= 1.12E-08 cm/sec

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 51/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	22.85	23.55	22.48
grado di saturazione, %	86.12	88.25	90.91
peso di volume, kN/m^3	19.18	19.24	19.68
densità secca, kN/m^3	15.61	15.57	16.07
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.76	2.76	2.76
Indice dei vuoti, -	0.73	0.74	0.68

PRESSIONI VERTICALI kPa	RESISTENZA AL TAGLIO kPa	RESISTENZA RESIDUA kPa
343.25	196.69	85.66
490.35	268.18	129.76
637.46	343.61	153.79

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO kPa	DEF. ORIZZONTALE mm	DEF. VERTICALE mm/100
196.69	3.59	-41.00
268.18	1.86	-32.40
343.61	1.69	-38.20

Velocità di taglio= 0.0022 mm/minuto

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-14/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

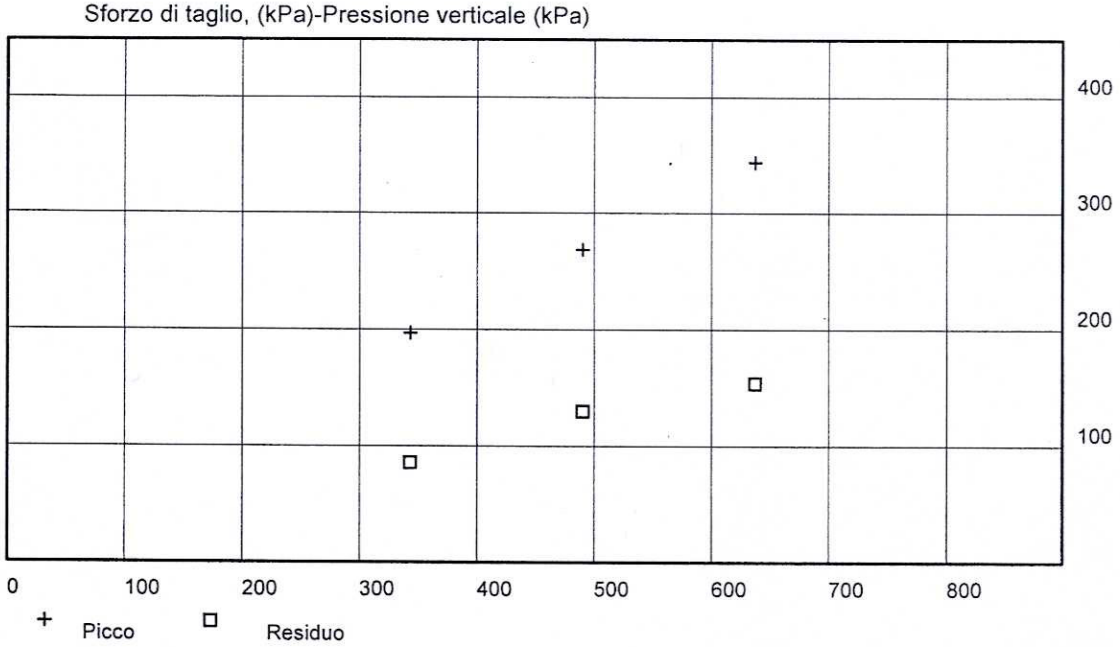
12

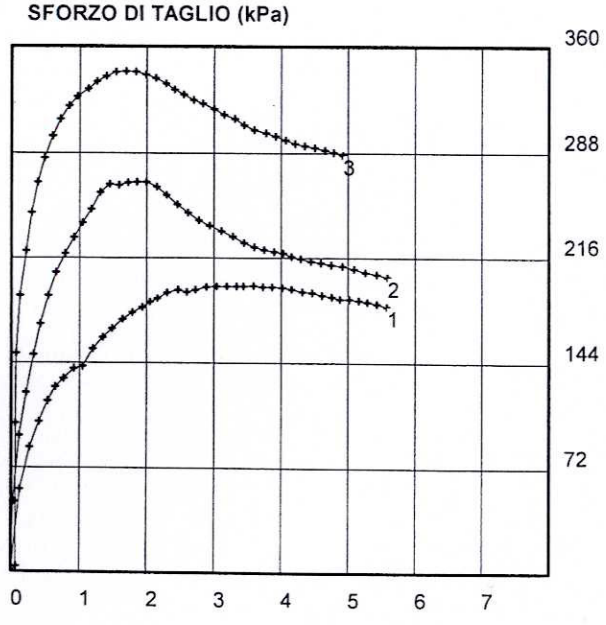
Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

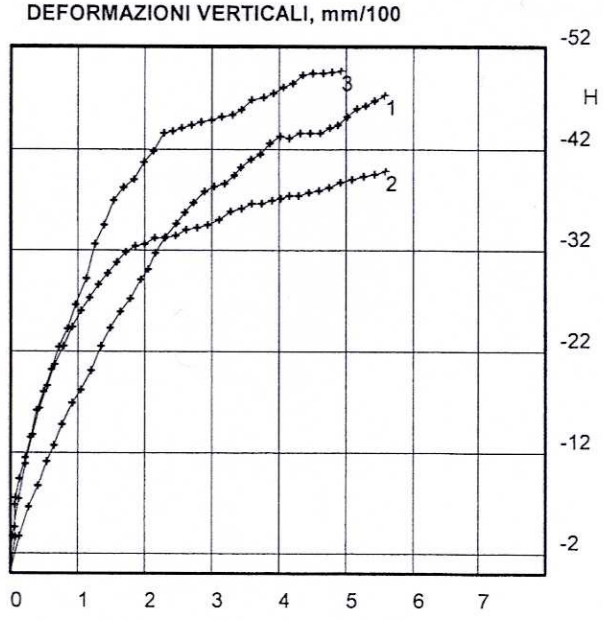
N. di certificato: 51/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 30.0-30.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10







Deformazione orizzontale (mm)

NOTA:

Pagina: 2/2

Data esecuzione prove: 08/01/14-14/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Marcelli

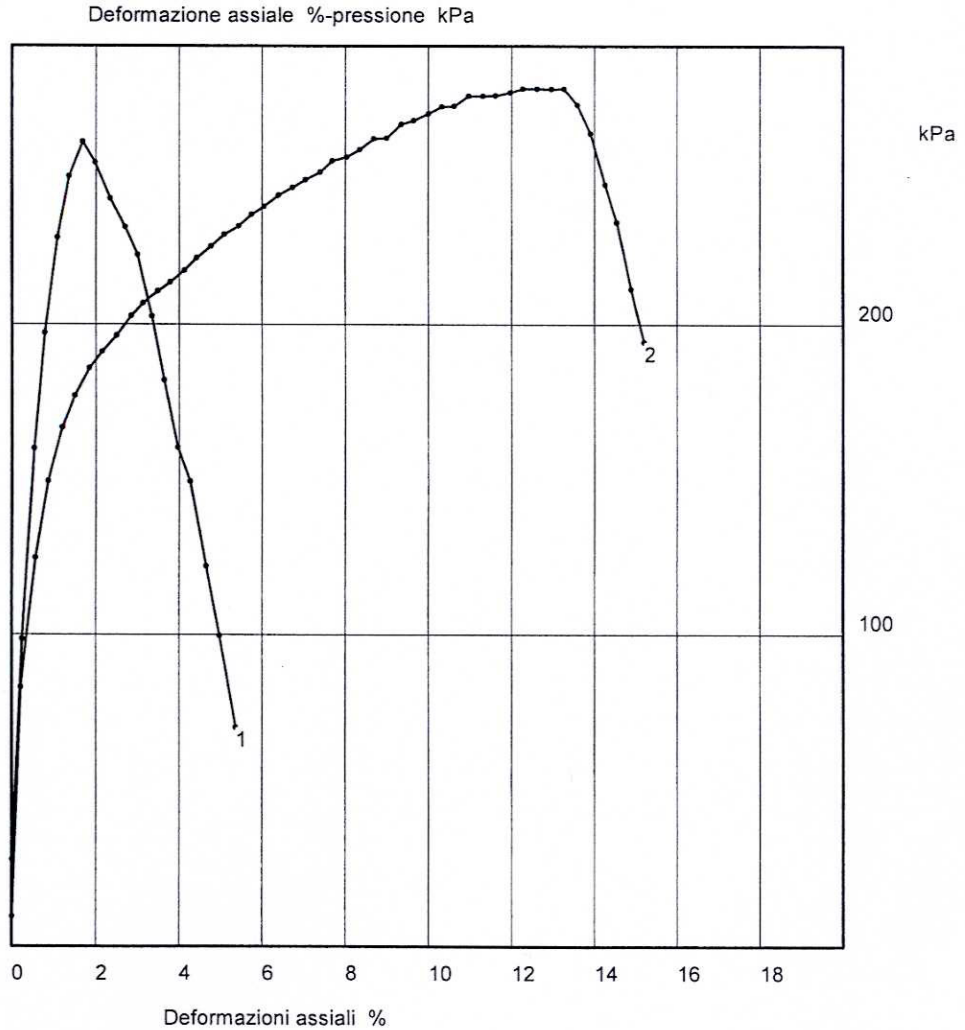
Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 52/G del 24/01/14 **Verbale di accettazione: 334/2708**
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE **SOND.:** 3 **CAMP.:** 4
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl **PROFONDITA', m:** 30.0-30.5
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Diametro: 3.80 cm
Altezza: 7.60 cm
Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 25.97 %
Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 19.68 kN/m^3



	Provino n. = 1	Provino n. = 2
Pressione a rottura kPa=	258.79	276.05
Deformazione a rottura %=	1.69	13.27

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5
Angolo di rottura (°)= 45
Condizioni del campione: Q1

NOTA:

Pagina: 1/1 **Data esecuzione prove: 08/01/14-09/01/14**

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : **Lo Sperimentatore** **Il Direttore del laboratorio**
Geol.G.Gambetta Vianna **Ing.A.Manuelli**

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 53/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 8.0-8.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % UNI CEN ISO/TS 17892-1	= 28.79
PESO DI VOLUME kN/m3 UNI CEN ISO/TS 17892-2	= 19.27
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3 UNI CEN ISO/TS 17892-3	

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 14.96
INDICE DEI VUOTI	
POROSITA'	
GRADO DI SATURAZIONE %	

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 14/01/14-15/01/14
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

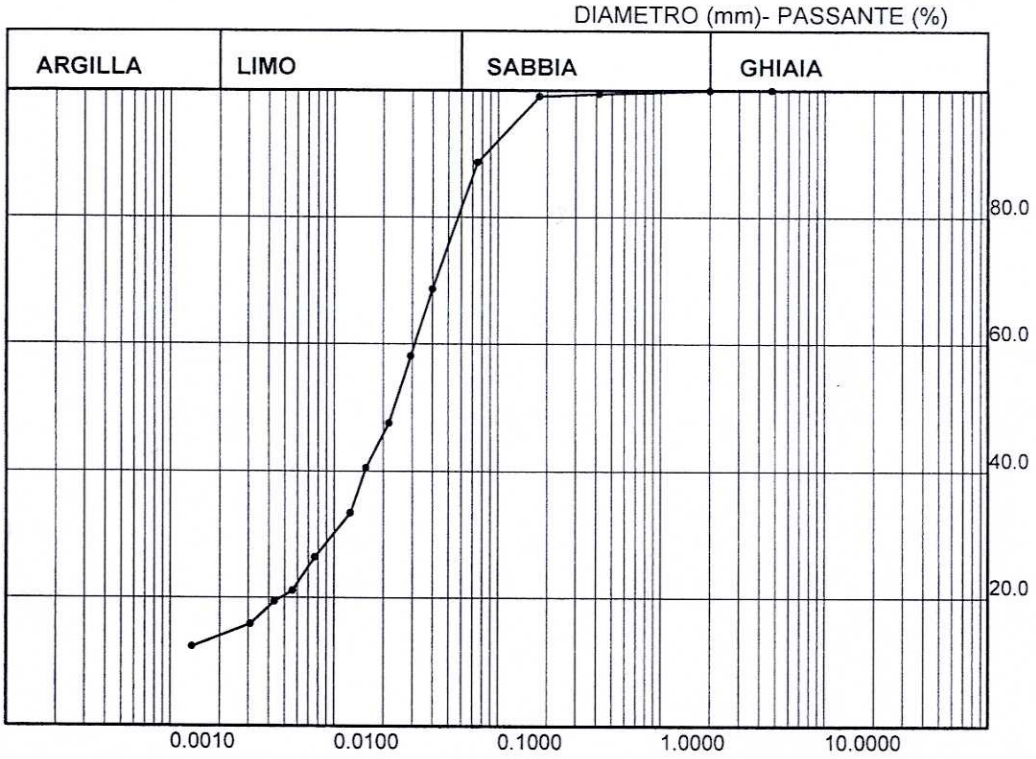
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 54/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 334/2708
SOND.: 3 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 8.0-8.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 219.70

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
4.750	0.00	100.00
2.000	0.09	99.96
0.420	1.18	99.42
0.180	0.84	99.04
0.075	22.90	88.62

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0401	1.023	68.62
0.0295	1.020	58.06
0.0217	1.017	47.50
0.0157	1.015	40.47
0.0126	1.013	33.43
0.0077	1.011	26.39
0.0056	1.010	21.11
0.0043	1.009	19.35
0.0031	1.008	15.83
0.0014	1.007	12.32

GHIAIA, %= 0.04
SABBIA, %= 19.93
LIMO, %= 66.42
ARGILLA, %= 13.61

Tipo di campione: Q3

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 20/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

Rapporto di prova n. 00135 del 24/01/2014 **V.A. 330/2693 del 10/12/2013**

COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
INDIRIZZO: Via Cavour, 1 – Firenze.
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella Pedociclabile San Donnino – Badia a Settimo (FI)
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 2 pagine.

RELAZIONE

Il giorno 10/12/2013 sono stati consegnati al Laboratorio 9 campioni contrassegnati nel modo seguente:

Campione S1C1:	campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 6.0m e 6.5m dal piano campagna.
Campione S1C2:	campione 2 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 24.0m e 24.5m dal piano campagna.
Campione S1C3:	campione 3 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 4.0m e 4.5m dal piano campagna.
Campione S1C4:	campione 4 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 22.0m e 22.5m dal piano campagna.
Campione S2C1:	campione 1 prelevato dal sondaggio 2 a profondità compresa tra 19.5m e 20.0m dal piano campagna.
Campione S2C3:	campione 3 prelevato dal sondaggio 2 a profondità compresa tra 14.0m e 14.5m dal piano campagna.
Campione S2C4:	campione 4 prelevato dal sondaggio 2 a profondità compresa tra 6.0m e 6.5m dal piano campagna.
Campione S2C5:	campione 5 prelevato dal sondaggio 2 a profondità compresa tra 46.8m e 47.3m dal piano campagna.
Campione S2C6:	campione 6 prelevato dal sondaggio 2 a profondità compresa tra 37.0m e 37.5m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2) sui campioni S1C1, S1C2, S1C3, S2C1 e S2C5.
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1) su tutti i campioni eccetto S2C4.
3. Analisi granulometrica per via umida e per sedimentazione (Raccomandazioni AGI 1994).
4. Determinazione dei limiti di Atterberg liquido, plastico e di ritiro (UNI CEN ISO/TS 17892-12) sui campioni S1C1, S1C2, S2C1 e S2C5.
5. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sui campioni S1C2 e S2C5.

6. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sui campioni S1C2 e S2C5.
7. Prova di taglio diretto CD compreso la determinazione della resistenza residua (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sui campioni S1C1, S1C2, S2C1 e S2C5.
8. Prova di compressione ELL (UNI CEN ISO/TS 17892-7) sui campioni S1C2 e S2C5.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 16/G al 44/G.

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio CD permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Campione S1C1

Angolo di attrito	$\phi' = 29.9°$
Coesione drenata	$c' = 21kPa$
Angolo di attrito residuo	$\phi_r = 20.0°$
Coesione drenata residua	$c_r = 6kPa$

Campione S1C2

Angolo di attrito	$\phi' = 22.8°$
Coesione drenata	$c' = 29kPa$
Angolo di attrito residuo	$\phi_r = 16.5°$
Coesione drenata residua	$c_r = 19kPa$

Campione S2C1

Angolo di attrito	$\phi' = 17.9°$
Coesione drenata	$c' = 33kPa$
Angolo di attrito residuo	$\phi_r = 12.9°$
Coesione drenata residua	$c_r = 20kPa$

Campione S2C5

Angolo di attrito	$\phi' = 33.2°$
Coesione drenata	$c' = 4kPa$
Angolo di attrito residuo	$\phi_r = 31.5°$
Coesione drenata residua	$c_r = 0$

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 16/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 6.0-6.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % UNI CEN ISO/TS 17892-1	= 21.26
PESO DI VOLUME kN/m3 UNI CEN ISO/TS 17892-2	= 18.78
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3 UNI CEN ISO/TS 17892-3	

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 15.49
INDICE DEI VUOTI	
POROSITA'	
GRADO DI SATURAZIONE %	

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 13/01/14-14/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

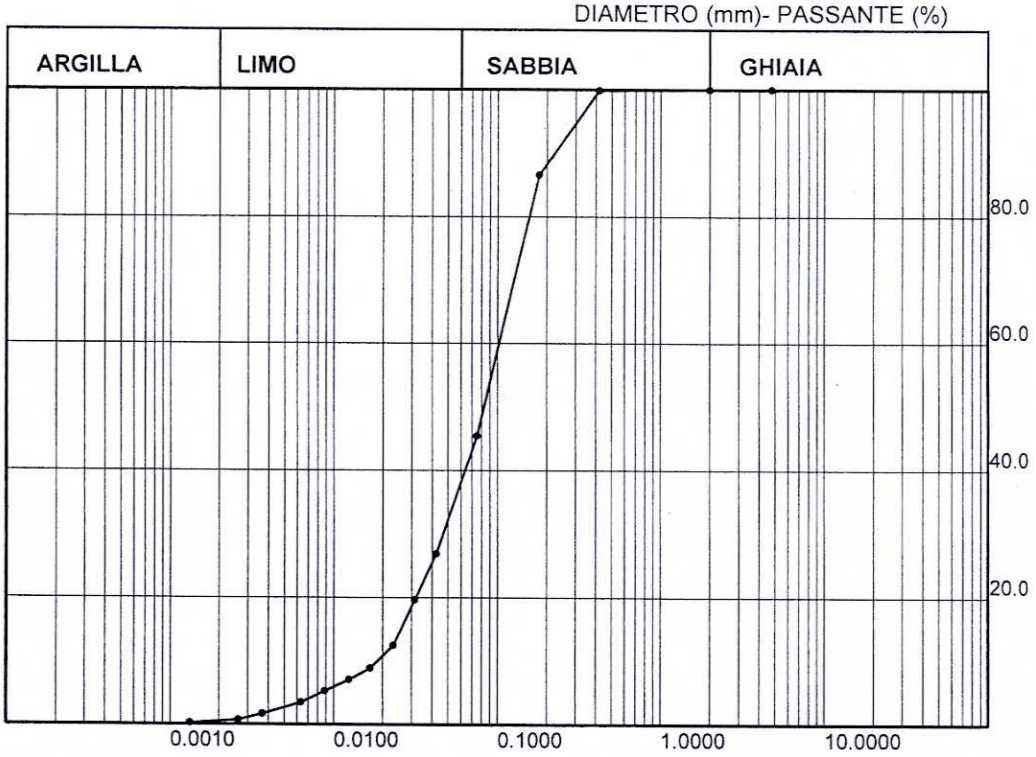
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 17/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 6.0-6.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 278.80

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
4.750	0.00	100.00
2.000	0.12	99.96
0.420	0.34	99.84
0.180	37.08	86.54
0.075	114.79	45.36

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0424	1.019	26.84
0.0314	1.015	19.63
0.0233	1.011	12.43
0.0168	1.009	8.83
0.0124	1.008	7.02
0.0089	1.007	5.22
0.0063	1.006	3.42
0.0037	1.005	1.62
0.0026	1.004	0.72
0.0013	1.004	0.18

GHIAIA, %= 0.04
SABBIA, %= 63.12
LIMO, %= 36.38
ARGILLA, %= 0.46

Tipo di campione:

NOTA:

Data esecuzione prove: 15/01/14-17/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

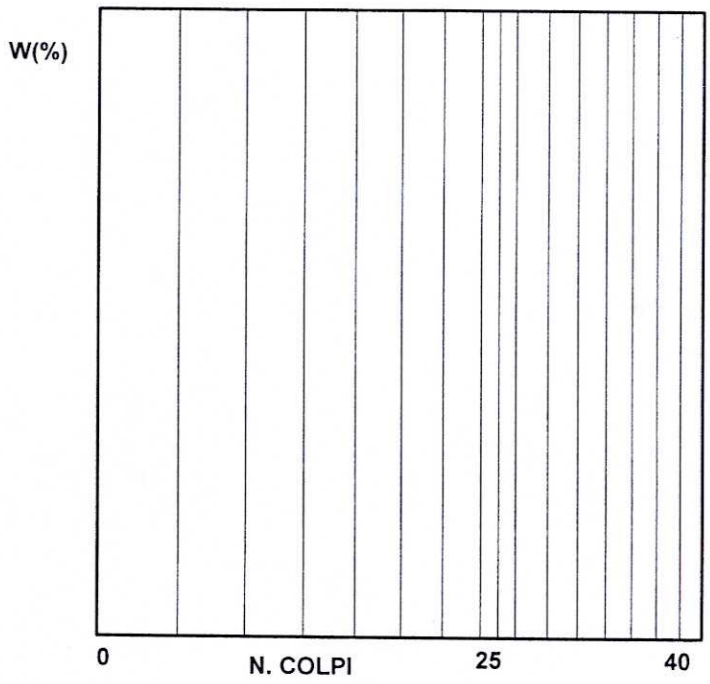
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 18/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

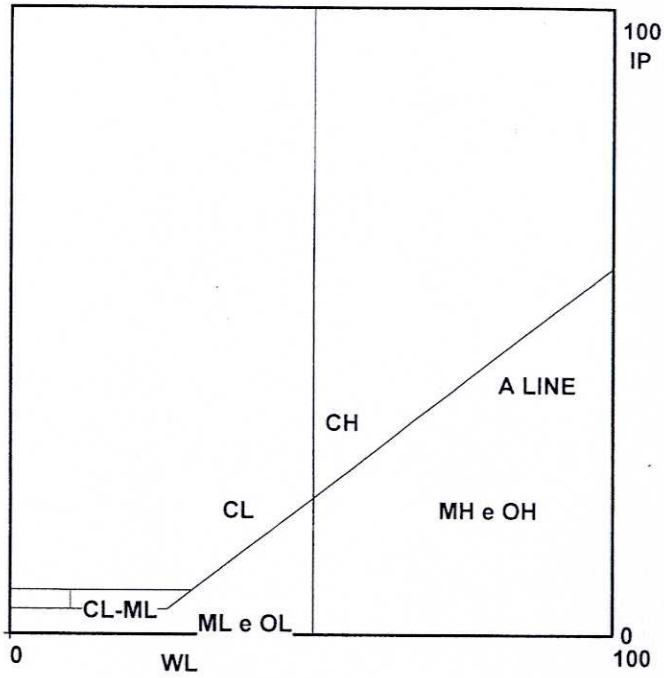
Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 6.0-6.5

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 21.26
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= N.D.
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= N.P.
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= 2

PESO DI VOLUME kN/m^3= 18.78
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= 0.5

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-4

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	99.96
40	0.420	99.84
200	0.074	45.36

LIMITE DI RITIRO %= -
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 15/01/14-22/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 19/G del 24/01/14 **Verbale di accettazione: 330/2693**
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE **SOND.:** 1 **CAMP.:** 1
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl **PROFONDITA', m:** 6.0-6.5
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	17.03	13.52	22.07
grado di saturazione, %	-	-	-
peso di volume, kN/m^3	17.44	18.72	19.12
densità secca, kN/m^3	14.90	16.49	15.66
Peso specifico dei grani, t/m^3	-	-	-
Indice dei vuoti, -	-	-	-

PRESSIONI VERTICALI kPa	RESISTENZA AL TAGLIO kPa	RESISTENZA RESIDUA kPa
98.07	76.05	41.40
196.14	136.69	78.27
294.21	188.89	112.72

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO kPa	DEF. ORIZZONTALE mm	DEF. VERTICALE mm/100
76.05	4.60	-22.20
136.69	3.48	-20.40
188.89	5.50	-37.60

Velocità di taglio= 0.0056 mm/minuto

NOTA:

Pagina: 1/2 **Data esecuzione prove: 13/01/14-22/01/14**

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : **Lo Sperimentatore** **Il Direttore del laboratorio**
Geol.G.Gambetta Vianna **Ing.A.Mandelli**

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

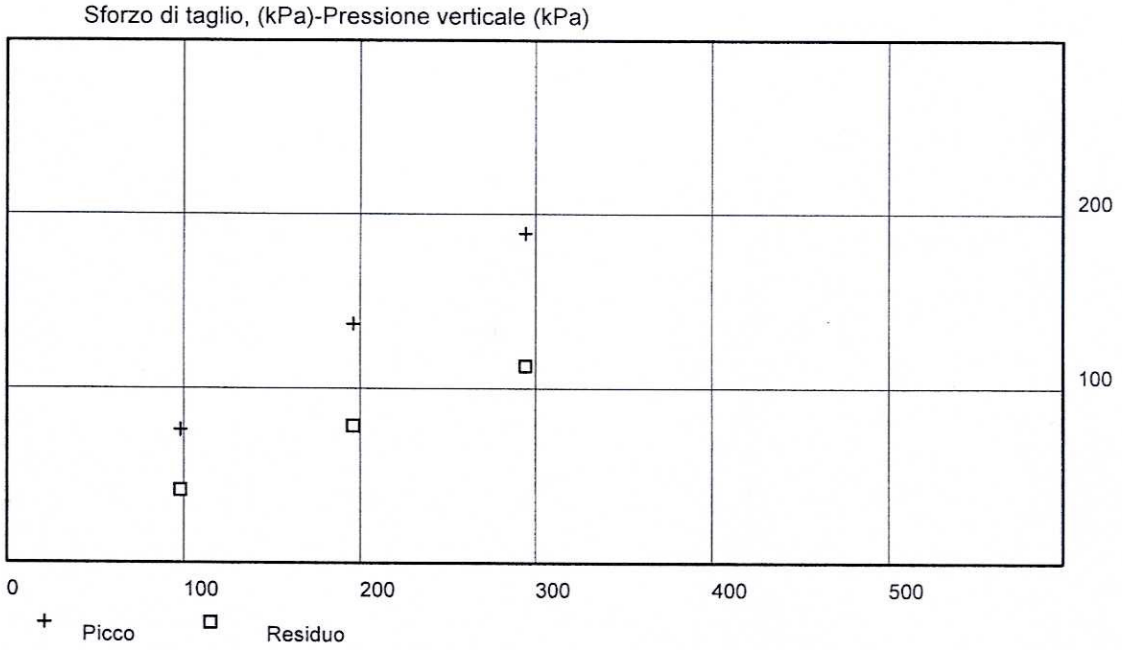
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

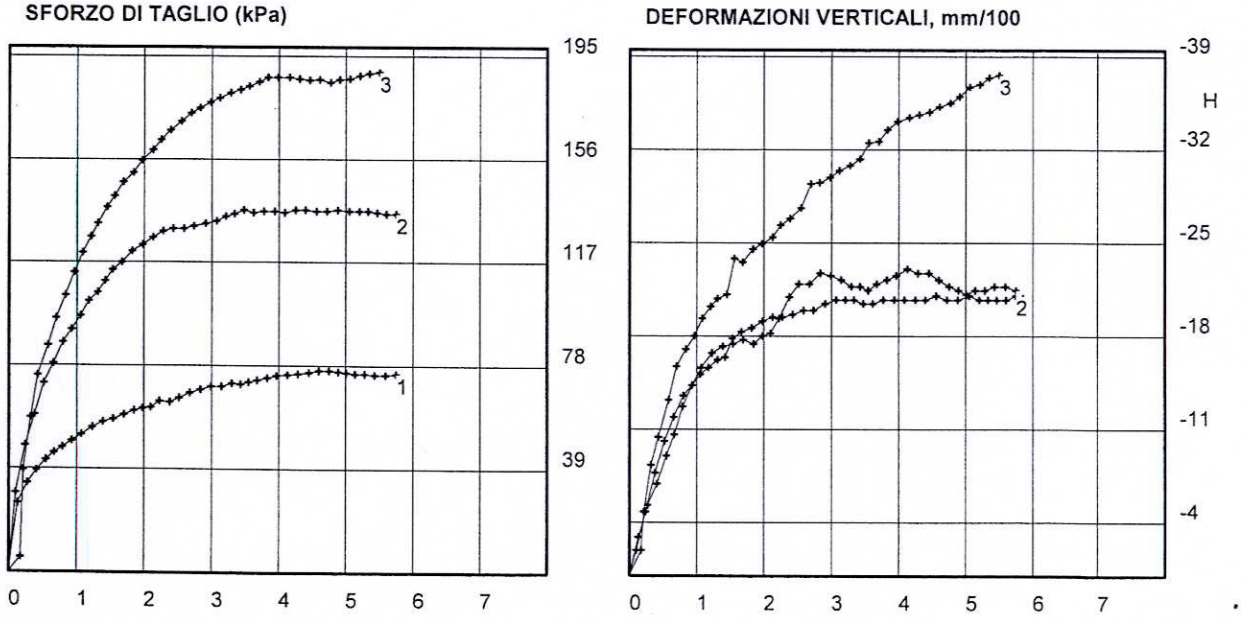
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 19/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 6.0-6.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10





NOTA:

Pagina: 2/2

Data esecuzione prove: 13/01/14-22/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

LTC - 18.000 - 7/13

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 20/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % (UNI CEN ISO/TS 17892-1)	= 23.23
PESO DI VOLUME kN/m3 (UNI CEN ISO/TS 17892-2)	= 20.21
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3 (UNI CEN ISO/TS 17892-3)	= 2.75

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 16.40
INDICE DEI VUOTI	= 0.644
POROSITA'	= 0.392
GRADO DI SATURAZIONE %	= 99.18

NOTA:

Pagina: 1/1
Data esecuzione prove: 07/01/14-08/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

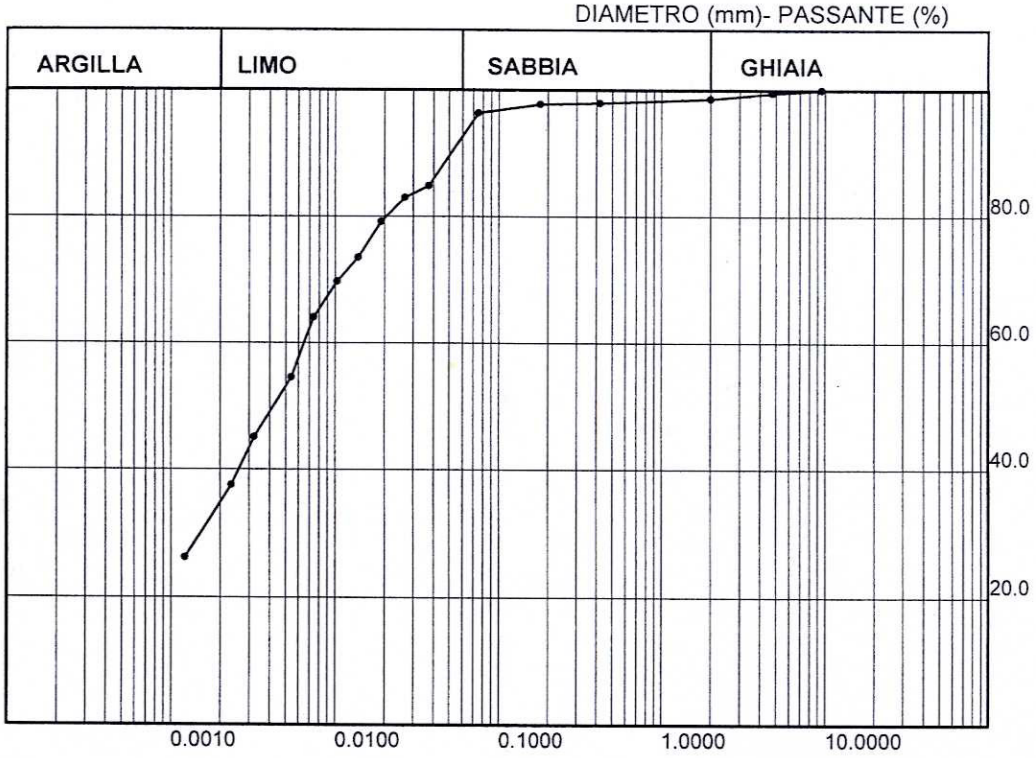
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 21/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 215.80

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
9.500	0.00	100.00
4.750	1.09	99.49
2.000	1.97	98.58
0.420	1.35	97.96
0.180	0.44	97.75
0.075	2.97	96.38

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0374	1.026	84.81
0.0267	1.026	82.92
0.0192	1.025	79.13
0.0139	1.024	73.46
0.0103	1.022	69.67
0.0074	1.021	63.99
0.0054	1.018	54.52
0.0032	1.016	45.06
0.0023	1.014	37.48
0.0012	1.011	26.13

GHIAIA, %= 1.42
SABBIA, %= 6.82
LIMO, %= 57.75
ARGILLA, %= 34.01

Tipo di campione:

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 15/01/14-17/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

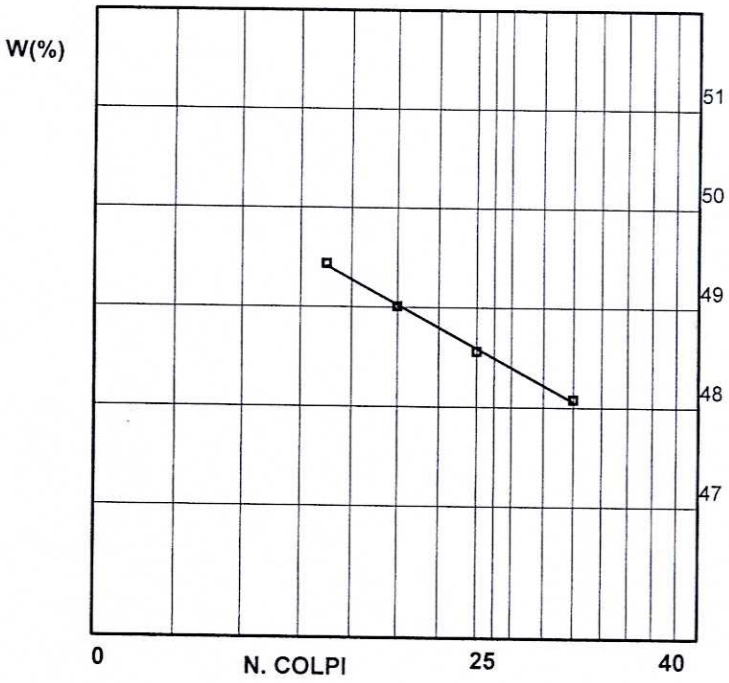
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 22/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

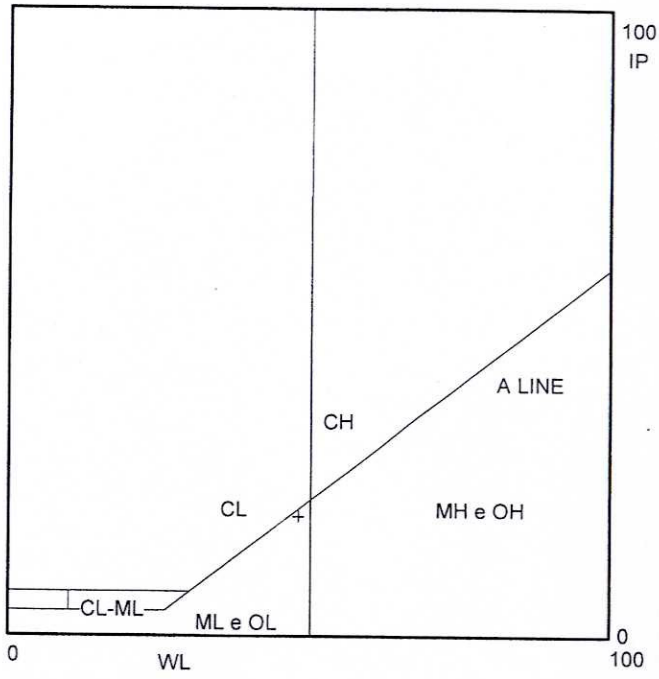
Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 23.23
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 48
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 29
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 19

INDICE DI CONSISTENZA= 1.30

INDICE DI GRUPPO= 13

PESO DI VOLUME kN/m^3= 20.21
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= 34.4

ATTIVITA'= 0.6

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-7-6

CLASSIFICAZIONE USCS :ML

NOTA:

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	98.58
40	0.420	97.96
200	0.074	96.38

LIMITE DI RITIRO %= 19
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 15/01/14-22/01/14
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

10

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 23/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche del campione

diametro, cm= 5.05
altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	21.92	19.80
grado di saturazione, %	100.31	-
peso di volume, kN/m^3	20.52	0.00
densità secca, kN/m^3	16.83	0.00
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.75	2.75
Indice dei vuoti, -	0.60	-

Pressioni Kpa	Cedimenti mm	H/H %	Indice Vuoti -	Mod. Edom. KPa
49.00	0.045	0.22	0.597	-
98.00	0.239	1.20	0.582	5015.68
196.00	0.545	2.73	0.557	6279.69
392.00	0.985	4.92	0.522	8568.32
785.00	1.616	8.08	0.472	11646.44
1569.00	2.335	11.68	0.414	19653.97
3138.00	3.148	15.74	0.349	33306.99
785.00	2.881	14.41	0.370	-
196.00	2.432	12.16	0.406	-
49.00	2.028	10.14	0.439	-

NOTA:

Data esecuzione prove: 07/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

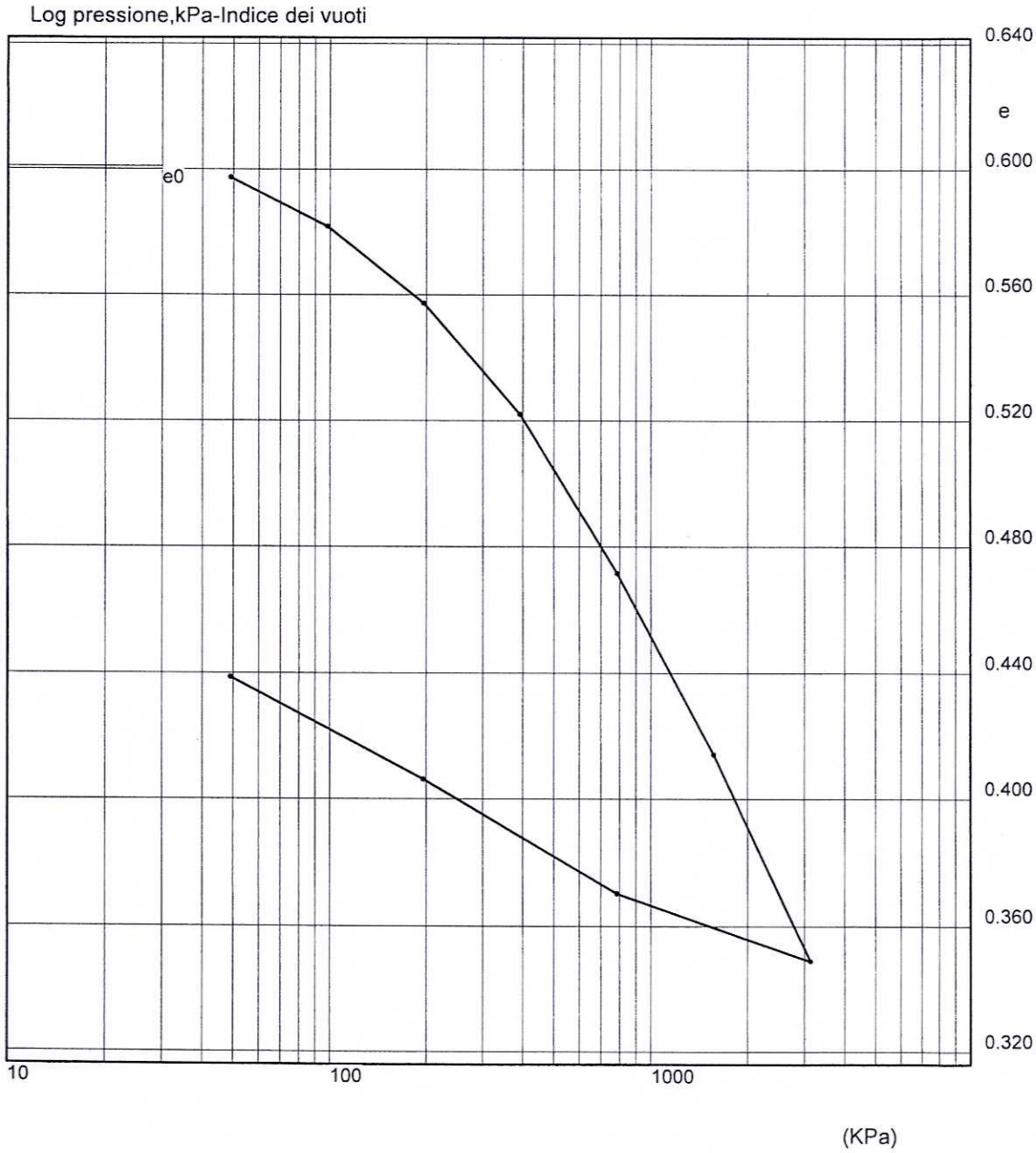
LTC - 10.000 - 7/13

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 23/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5



NOTA:

Data esecuzione prove: 07/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : **Lo Sperimentatore** Geol.G.Gambetta Vianna — **Il Direttore del laboratorio** Ing.A.Manuelli

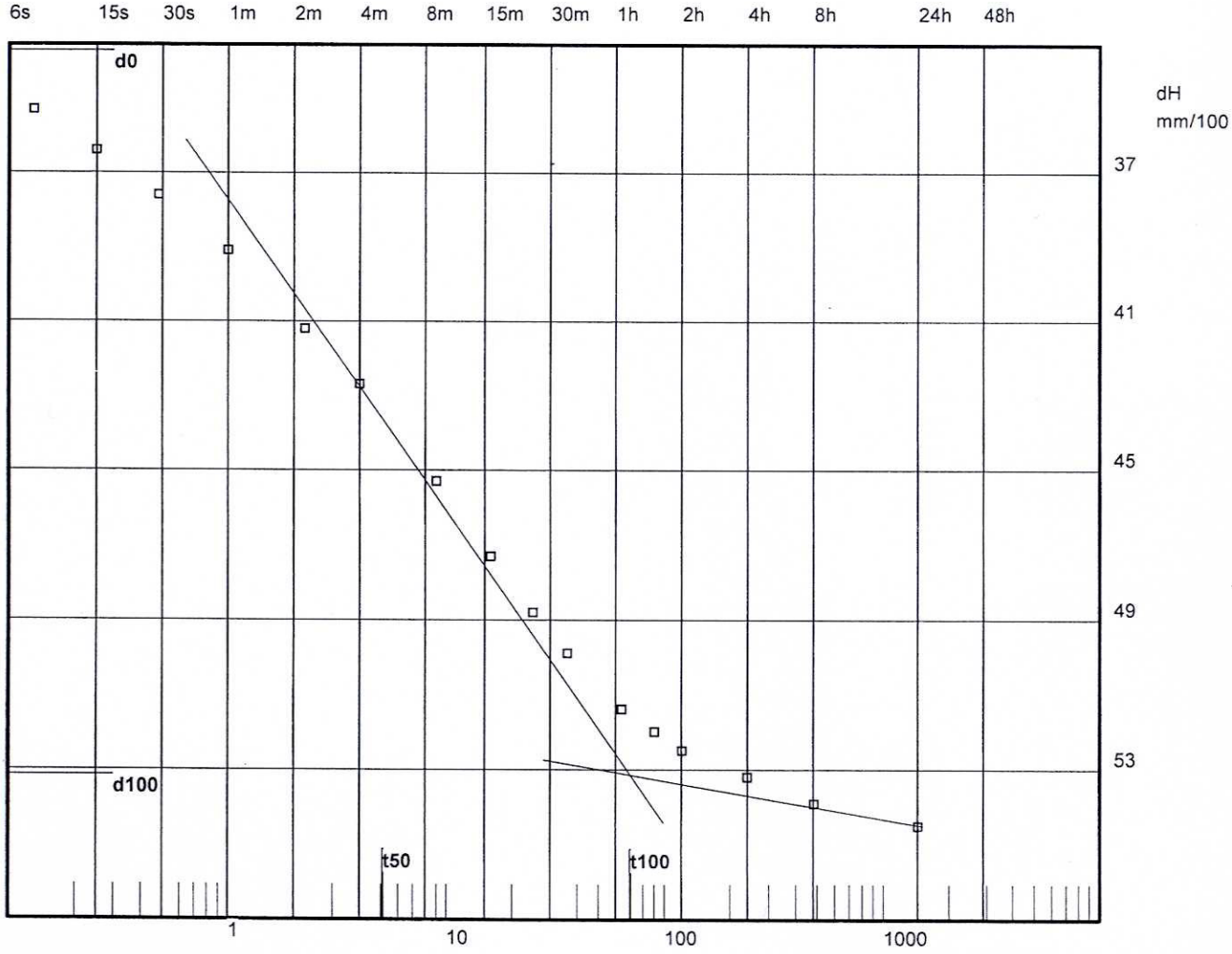
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 23/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1
PRESSIONE da 98.00 kPa a 196.00 kPa
t50= 307 sec
Cv= 6.14E-04 cm²/sec
k= 9.52E-09 cm/sec

NOTA:

Data esecuzione prove: 07/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

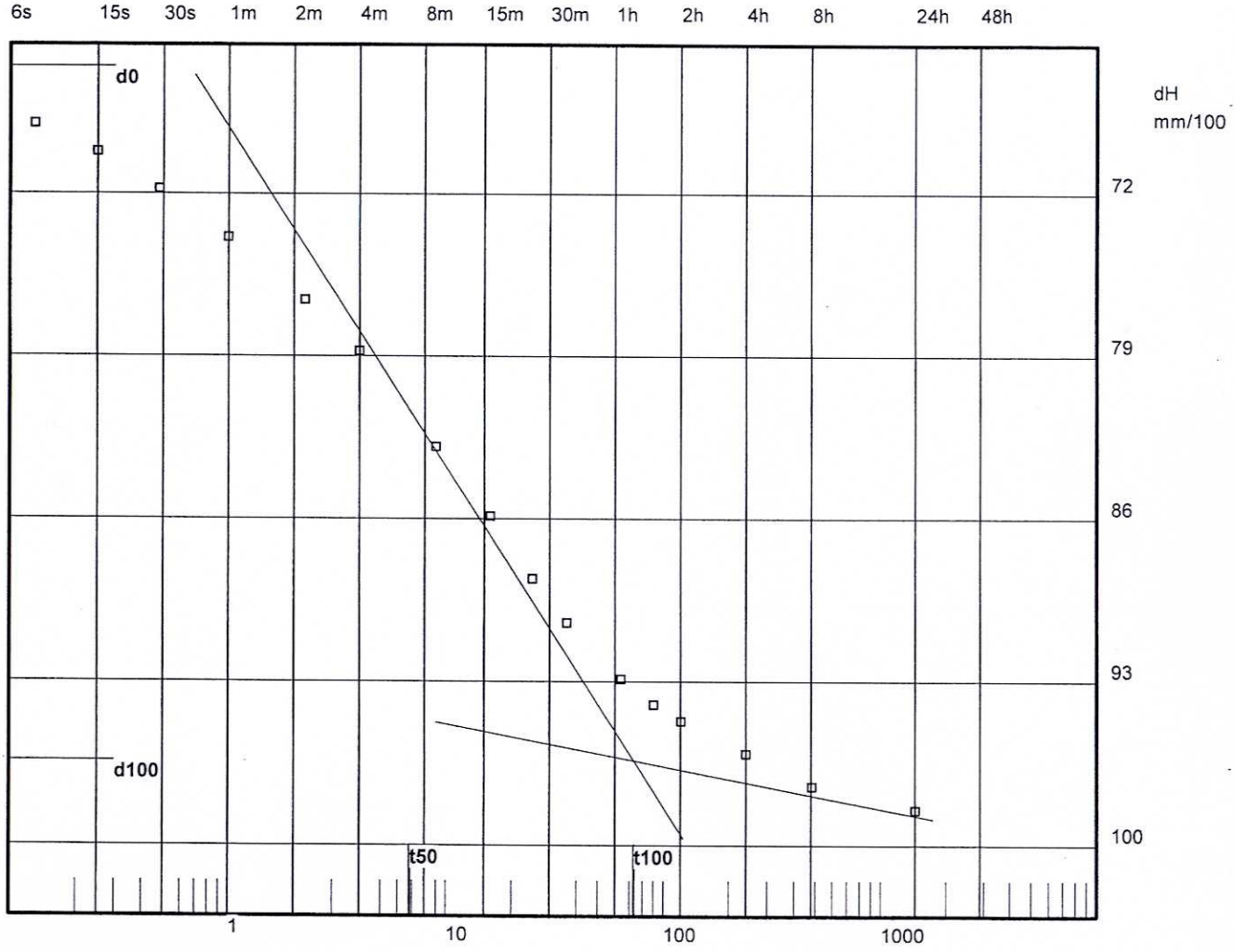
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 23/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1
PRESSIONE da 196.00 kPa a 392.00 kPa
t50= 409 sec
Cv= 4.43E-04 cm²/sec
k= 5.01E-09 cm/sec

NOTA:

Pagina: 4/4

Data esecuzione prove: 07/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 24/G del 24/01/14 **Verbale di accettazione: 330/2693**
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE **SOND.:** 1 **CAMP.:** 2
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl **PROFONDITA', m:** 24.0-24.5
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Indisturbato

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	22.93	24.27	22.04
grado di saturazione, %	95.98	95.56	95.23
peso di volume, kN/m^3	19.99	19.72	20.10
densità secca, kN/m^3	16.26	15.87	16.47
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.75	2.75	2.75
Indice dei vuoti, -	0.66	0.70	0.64

PRESSIONI VERTICALI kPa	RESISTENZA AL TAGLIO kPa	RESISTENZA RESIDUA kPa
245.18	134.97	94.15
392.28	189.01	129.56
539.38	258.61	181.44

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO kPa	DEF. ORIZZONTALE mm	DEF. VERTICALE mm/100
134.97	2.57	-35.70
189.01	2.01	-17.20
258.61	2.32	-39.90

Velocità di taglio= 0.0026 mm/minuto

NOTA:

Data esecuzione prove: 07/01/14-13/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : **Lo Sperimentatore** Geol.G.Gambetta Vianna **Il Direttore del laboratorio** Ing.A.Manuelli

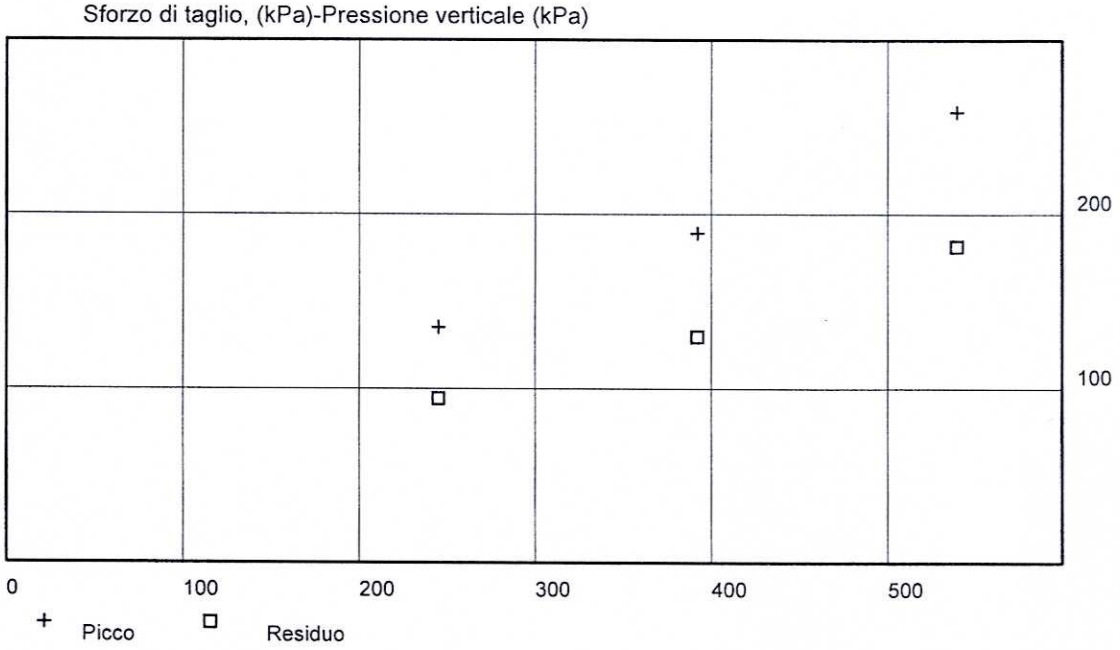
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

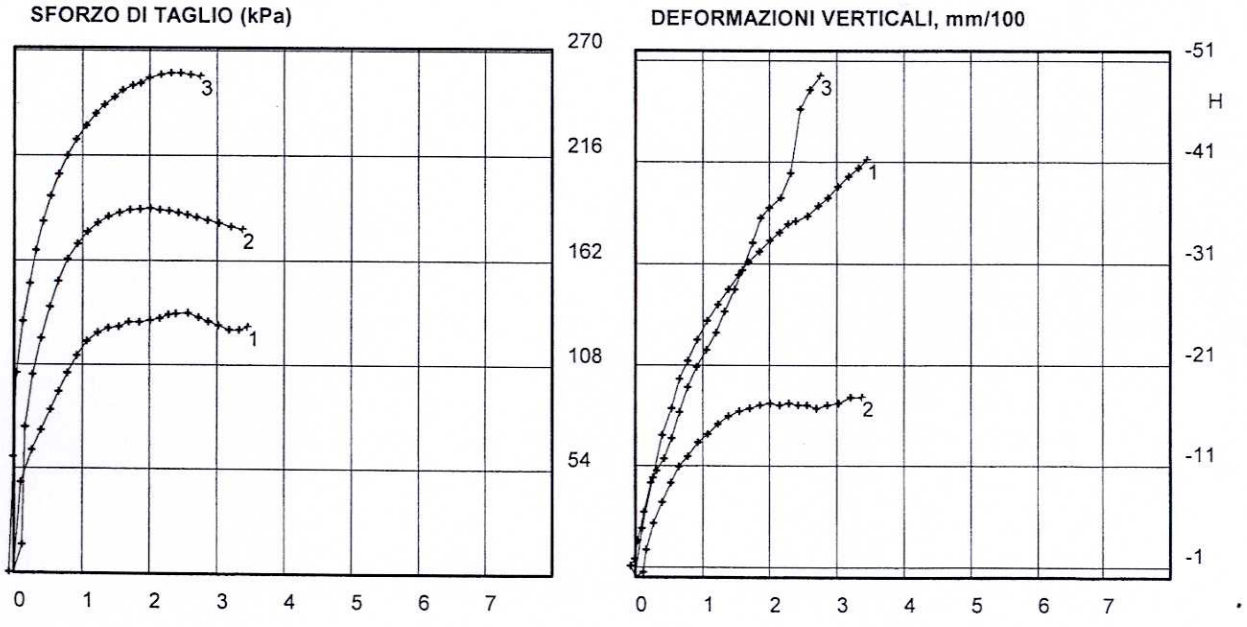
Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 24/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10





NOTA:

Data esecuzione prove: 07/01/14-13/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 25/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

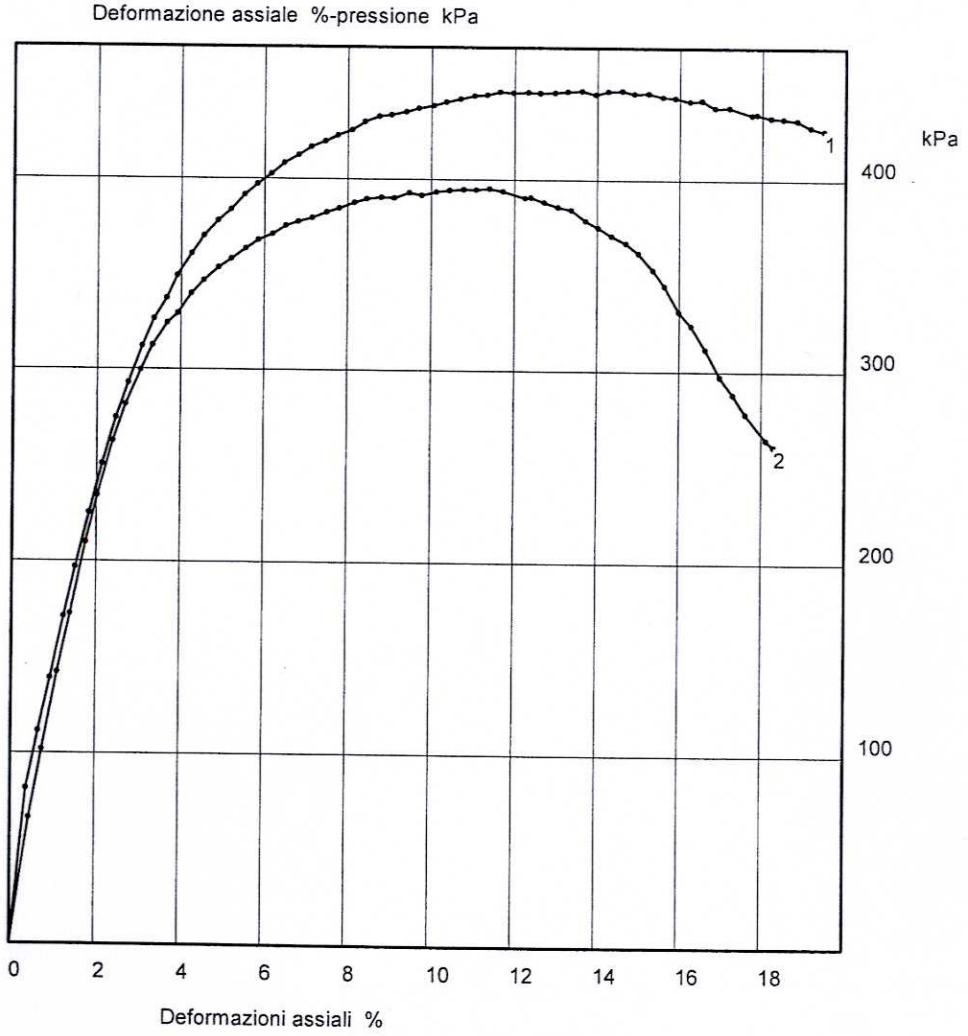
Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 2
PROFONDITA', m: 24.0-24.5

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Diametro: 3.80 cm
Altezza: 7.60 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 21.37 %
Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 20.24 kN/m^3



	Provino n. = 1	Provino n. = 2
Pressione a rottura kPa=	446.48	395.25
Deformazione a rottura %=	14.60	11.40

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5
Angolo di rottura (°)= 45
Condizioni del campione: Q1

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 07/01/14-08/01/14
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 26/G del 24/01/14 **Verbale di accettazione: 330/2693**
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE **SOND.:** 1 **CAMP.:** 3
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl **PROFONDITA', m:** 4.0-4.5
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA %	= 24.37
UNI CEN ISO/TS 17892-1	
PESO DI VOLUME kN/m3	= 20.06
UNI CEN ISO/TS 17892-2	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3	
UNI CEN ISO/TS 17892-3	

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 16.13
INDICE DEI VUOTI	
POROSITA'	
GRADO DI SATURAZIONE %	

NOTA:

Data esecuzione prove: 07/01/14-08/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : Lo Sperimentatore Geol.G.Gambetta Vianna — Il Direttore del laboratorio Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

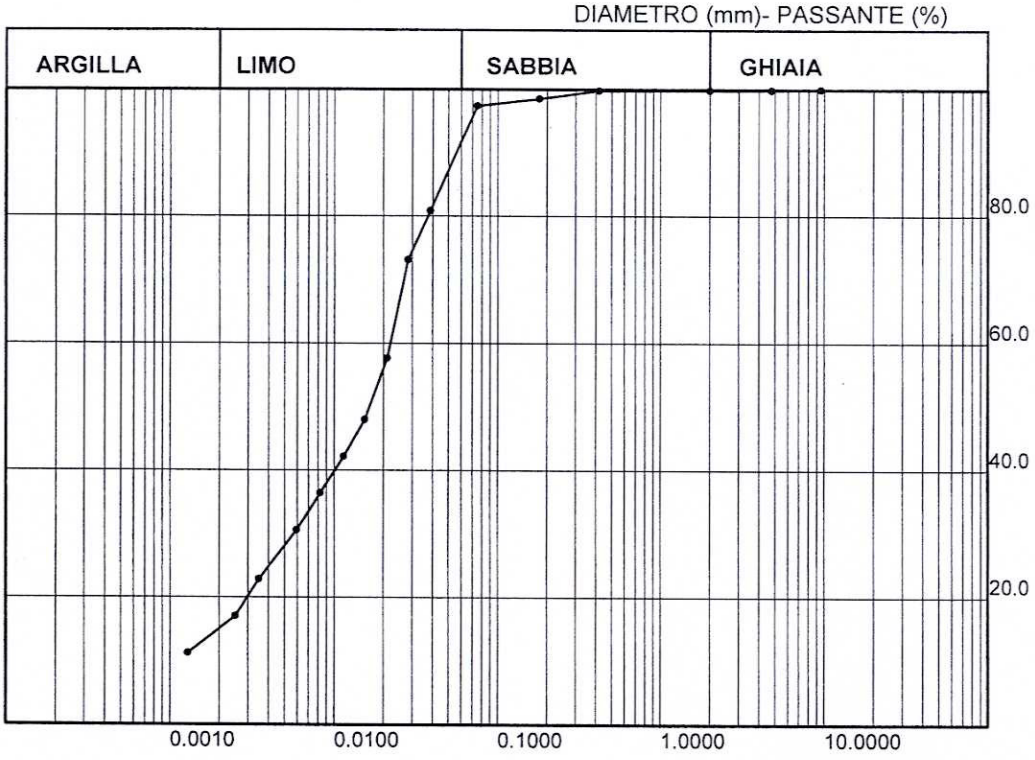
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 27/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 3
PROFONDITA', m: 4.0-4.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 260.80

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
9.500	0.00	100.00
4.750	0.25	99.90
2.000	0.08	99.87
0.420	0.25	99.78
0.180	3.33	98.50
0.075	2.97	97.36

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0389	1.025	80.79
0.0282	1.023	73.06
0.0211	1.019	57.60
0.0154	1.016	47.94
0.0115	1.015	42.14
0.0083	1.014	36.34
0.0059	1.012	30.54
0.0035	1.010	22.81
0.0025	1.008	17.01
0.0013	1.007	11.21

GHIAIA, %= 0.13
SABBIA, %= 9.39
LIMO, %= 75.92
ARGILLA, %= 14.57

Tipo di campione: Q2

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 15/01/14-17/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 28/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 22.0-22.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 11.83
UNI CEN ISO/TS 17892-1
PESO DI VOLUME kN/m3
UNI CEN ISO/TS 17892-2
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3
UNI CEN ISO/TS 17892-3

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3
INDICE DEI VUOTI
POROSITA'
GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA: la granulometria non ha permesso la preparazione del provino per la determinazione del peso di volume.

Pagina: 1/1
Data esecuzione prove: 10/01/14-13/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

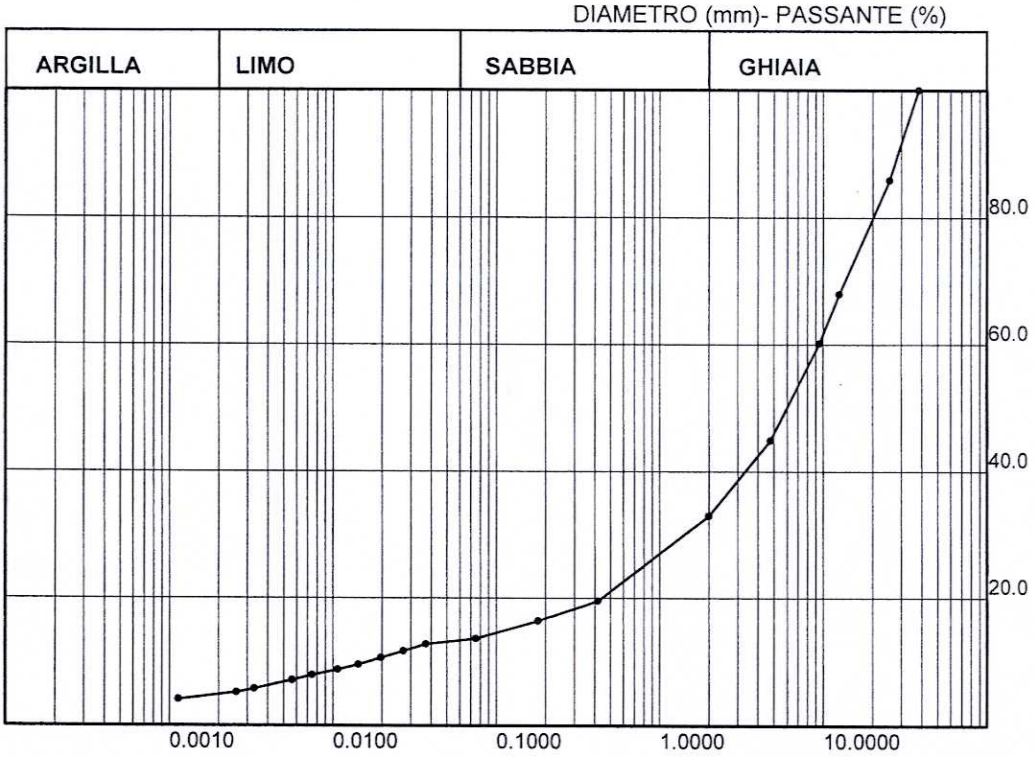
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 29/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 1 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 22.0-22.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 757.10

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	107.57	85.79
12.500	135.26	67.93
9.500	58.91	60.15
4.750	115.91	44.84
2.000	89.73	32.98
0.420	102.09	19.50
0.180	23.73	16.37
0.075	20.81	13.62

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0371	1.027	12.71
0.0271	1.025	11.63
0.0198	1.023	10.55
0.0144	1.021	9.46
0.0107	1.020	8.65
0.0075	1.018	7.84
0.0056	1.016	7.03
0.0033	1.014	5.68
0.0026	1.013	5.14
0.0011	1.011	4.06

GHIAIA, %= 67.02
SABBIA, %= 19.73
LIMO, %= 8.55
ARGILLA, %= 4.71

Tipo di campione: Q3

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 17/01/14-21/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 30/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 19.5-20.0

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA %	= 30.05
UNI CEN ISO/TS 17892-1	
PESO DI VOLUME kN/m3	= 19.43
UNI CEN ISO/TS 17892-2	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3	
UNI CEN ISO/TS 17892-3	

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 14.94
INDICE DEI VUOTI	
POROSITA'	
GRADO DI SATURAZIONE %	

NOTA:

Data esecuzione prove: 14/01/14-15/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

LTC - 10.000 - 7/13

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

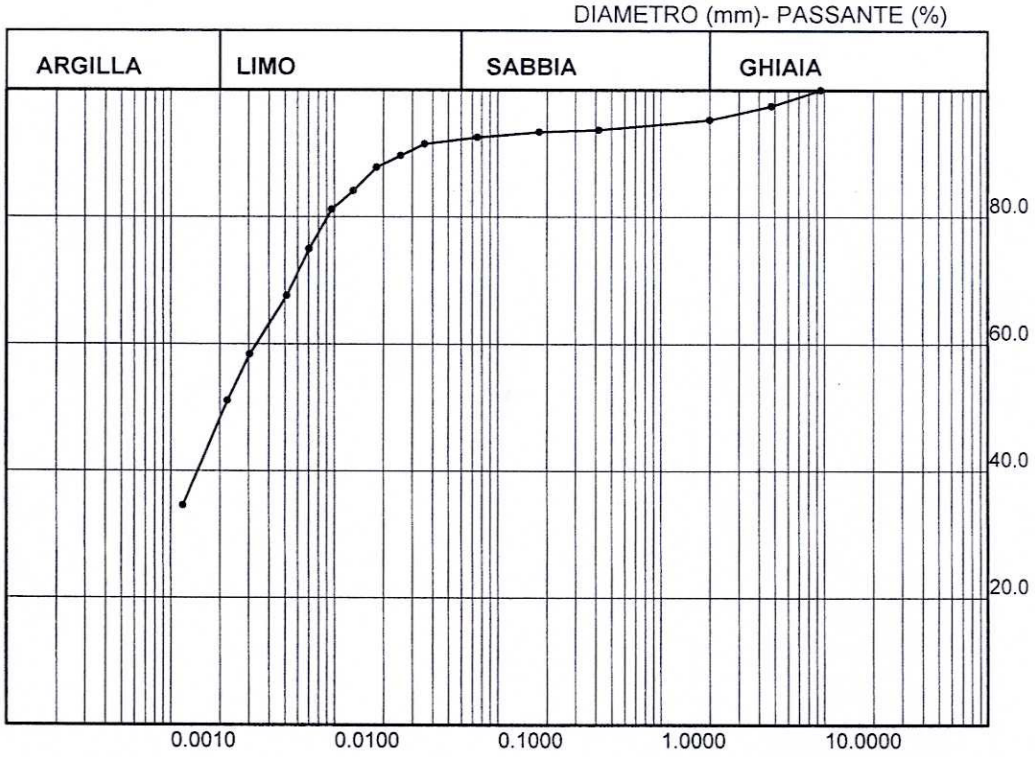
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 31/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 19.5-20.0

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 101.50

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
9.500	0.00	100.00
4.750	2.58	97.46
2.000	2.24	95.25
0.420	1.62	93.66
0.180	0.32	93.34
0.075	0.89	92.46

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0358	1.029	91.41
0.0255	1.028	89.58
0.0182	1.028	87.74
0.0131	1.027	84.07
0.0097	1.026	81.13
0.0070	1.024	74.89
0.0051	1.022	67.55
0.0031	1.020	58.37
0.0022	1.018	51.03
0.0012	1.014	34.51

GHIAIA, %= 4.75
SABBIA, %= 3.19
LIMO, %= 44.69
ARGILLA, %= 47.38

Tipo di campione: Q4

NOTA:

Data esecuzione prove: 15/01/14-17/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

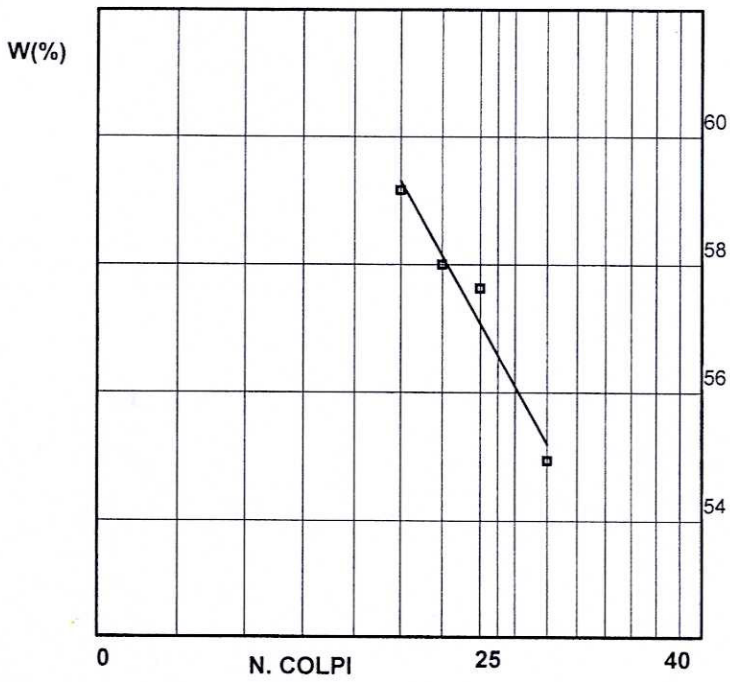
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 32/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

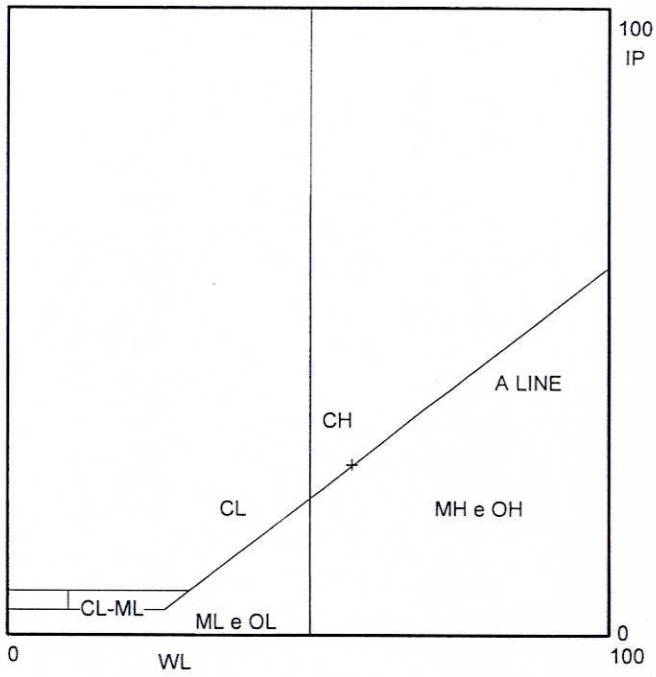
Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 19.5-20.0

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 30.05
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 57
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 30
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 27

INDICE DI CONSISTENZA= 1.00

INDICE DI GRUPPO= 18

PESO DI VOLUME kN/m^3= 19.43
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= 47.4

ATTIVITA'= 0.6

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-7-5

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	95.25
40	0.420	93.66
200	0.074	92.46

LIMITE DI RITIRO %= 21
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 15/01/14-22/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 33/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 19.5-20.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	27.21	30.65	29.22
grado di saturazione, %	-	-	-
peso di volume, kN/m^3	19.44	19.37	19.49
densità secca, kN/m^3	15.28	14.82	15.09
Peso specifico dei grani, t/m^3	-	-	-
Indice dei vuoti, -	-	-	-

PRESSIONI VERTICALI kPa	RESISTENZA AL TAGLIO kPa	RESISTENZA RESIDUA kPa
196.14	95.16	65.23
343.25	146.12	97.22
490.35	190.28	132.73

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO kPa	DEF. ORIZZONTALE mm	DEF. VERTICALE mm/100
95.16	2.52	-21.10
146.12	2.62	-25.50
190.28	3.04	-39.60

Velocità di taglio= 0.0037 mm/minuto

NOTA:

Data esecuzione prove: 14/01/14-24/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

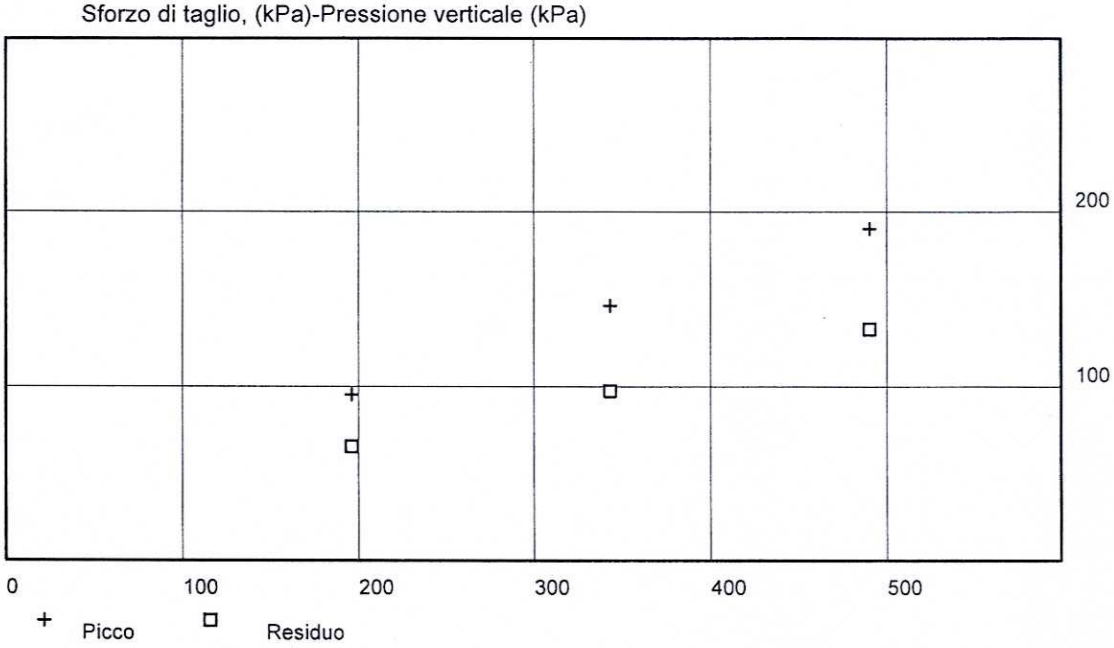
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

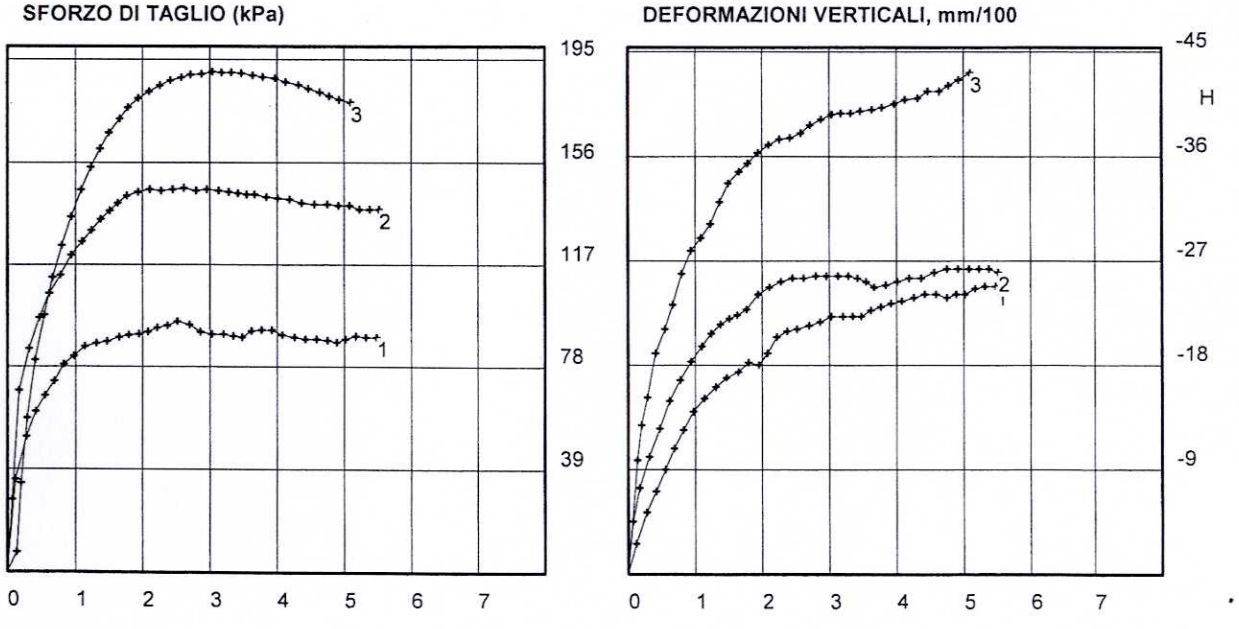
Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 33/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 19.5-20.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10





NOTA:

Pagina: 2/2

Data esecuzione prove: 14/01/14-24/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 34/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 3
PROFONDITA', m: 14.0-14.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 10.03
UNI CEN ISO/TS 17892-1
PESO DI VOLUME kN/m3
UNI CEN ISO/TS 17892-2
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m3
UNI CEN ISO/TS 17892-3

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3
INDICE DEI VUOTI
POROSITA'
GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA: la granulometria non ha permesso la preparazione del provino per la determinazione del peso di volume.

Pagina: 1/1
Data esecuzione prove: 10/01/14-11/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.S.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

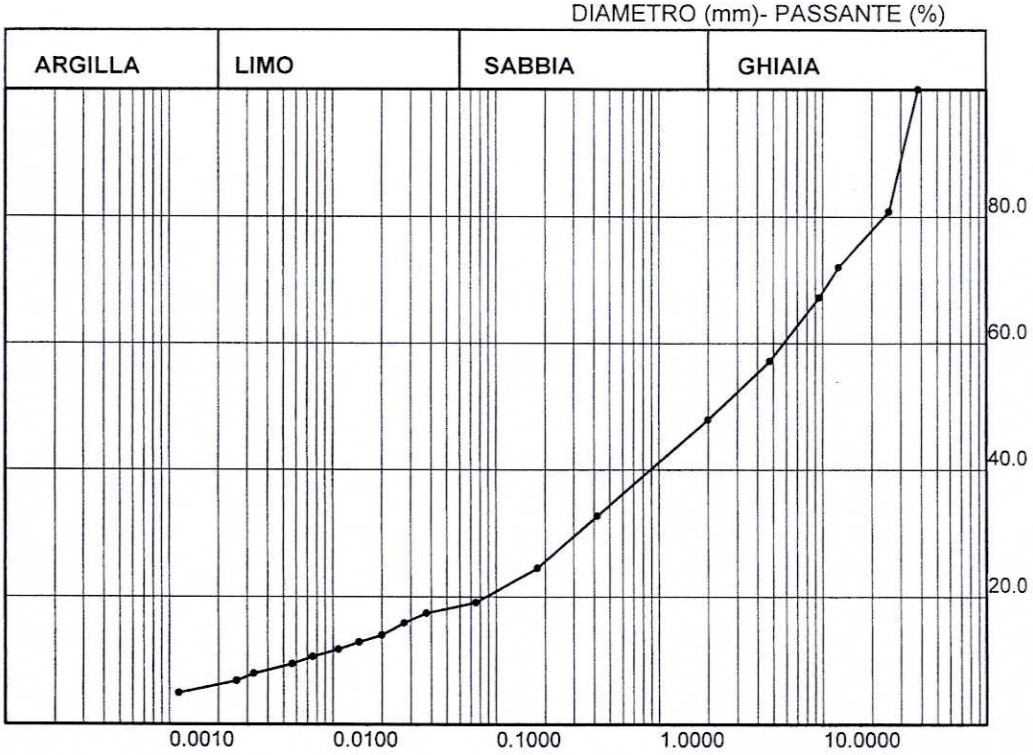
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 35/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 3
PROFONDITA', m: 14.0-14.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 1207.90

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	232.02	80.79
12.500	106.81	71.95
9.500	57.60	67.18
4.750	120.77	57.18
2.000	112.35	47.88
0.420	183.96	32.65
0.180	98.91	24.46
0.075	65.06	19.08

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0374	1.026	17.42
0.0273	1.024	15.91
0.0200	1.022	14.02
0.0145	1.020	12.88
0.0108	1.019	11.74
0.0075	1.018	10.61
0.0057	1.016	9.47
0.0033	1.014	7.95
0.0026	1.012	6.82
0.0011	1.010	4.92

GHIAIA, %= 52.12
SABBIA, %= 29.46
LIMO, %= 12.37
ARGILLA, %= 6.05

Tipo di campione:

NOTA:

Data esecuzione prove: 17/01/14-21/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

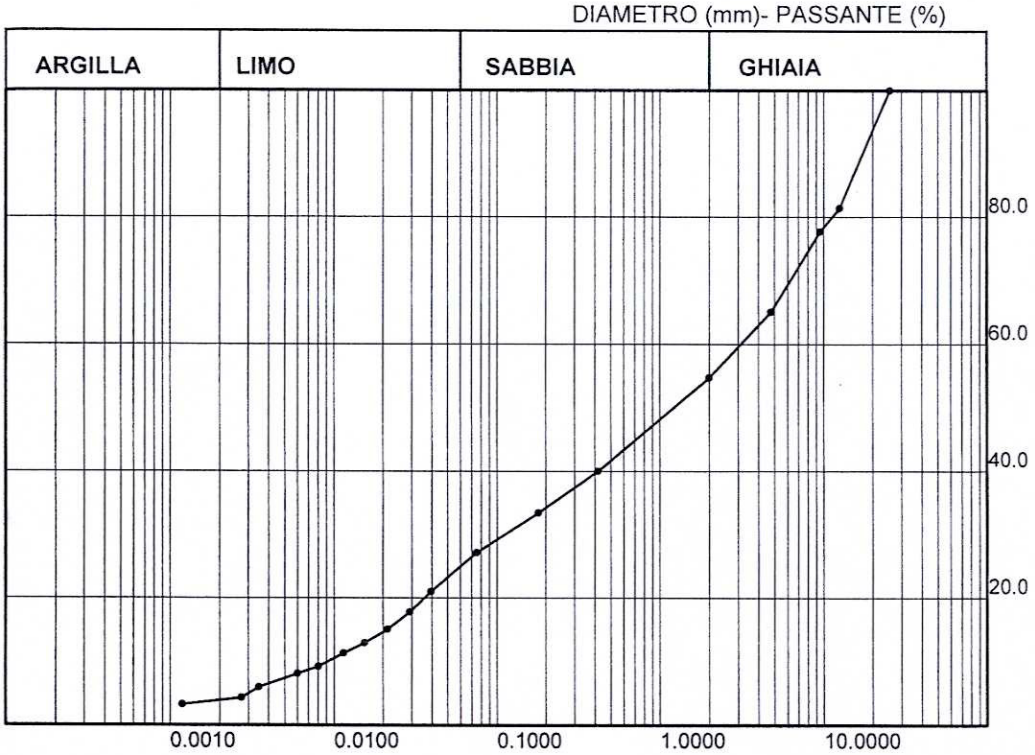
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 36/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 4
PROFONDITA', m: 6.0-6.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 726.00

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
25.400	0.00	100.00
12.500	135.60	81.32
9.500	26.66	77.65
4.750	91.49	65.05
2.000	75.30	54.68
0.420	107.01	39.94
0.180	47.71	33.37
0.075	45.50	27.10

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0395	1.023	20.98
0.0292	1.020	17.75
0.0213	1.018	15.06
0.0154	1.016	12.91
0.0115	1.014	11.30
0.0080	1.012	9.15
0.0060	1.011	8.07
0.0035	1.009	5.92
0.0027	1.008	4.30
0.0012	1.006	3.23

GHIAIA, %= 45.32
SABBIA, %= 30.16
LIMO, %= 20.72
ARGILLA, %= 3.79

Tipo di campione: Q4

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 17/01/14-21/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 37/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % (UNI CEN ISO/TS 17892-1)	= 17.23
PESO DI VOLUME kN/m3 (UNI CEN ISO/TS 17892-2)	= 20.32
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m3 (UNI CEN ISO/TS 17892-3)	= 2.74

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 17.33
INDICE DEI VUOTI	= 0.550
POROSITA'	= 0.355
GRADO DI SATURAZIONE %	= 85.81

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 08/01/14-09/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

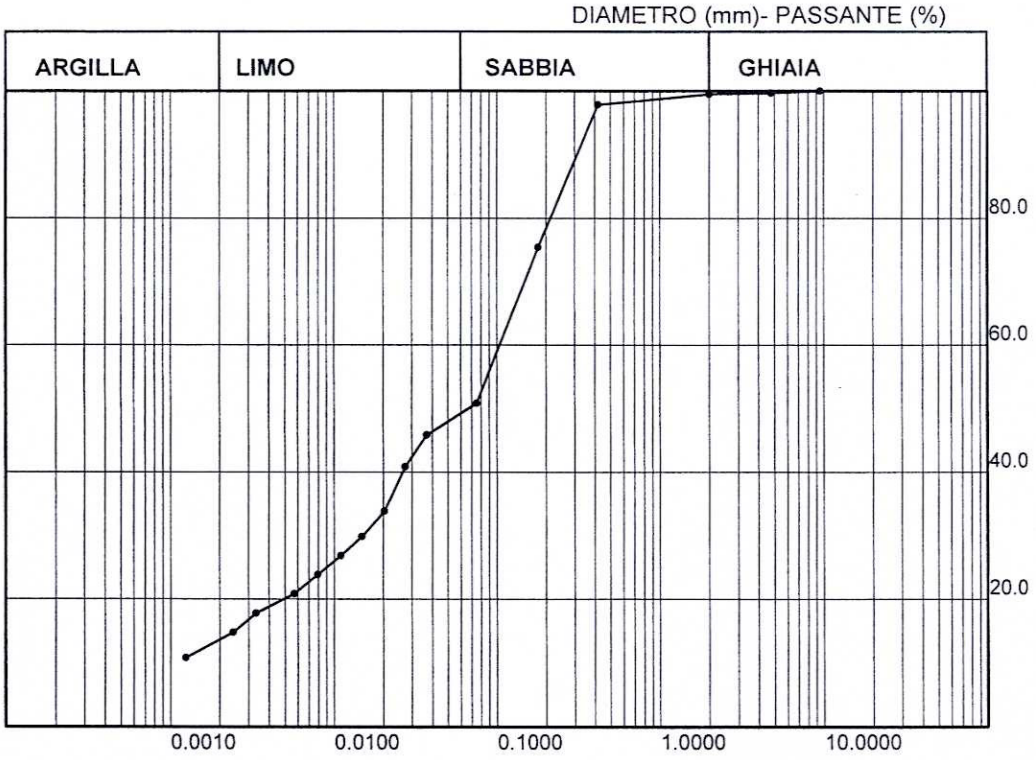
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 38/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 282.10

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
9.500	0.00	100.00
4.750	1.05	99.63
2.000	0.43	99.48
0.420	4.68	97.82
0.180	63.19	75.42
0.075	69.44	50.80

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0371	1.027	45.80
0.0273	1.024	40.80
0.0203	1.021	33.80
0.0148	1.019	29.80
0.0110	1.018	26.80
0.0079	1.016	23.80
0.0057	1.014	20.80
0.0033	1.013	17.80
0.0024	1.012	14.80
0.0012	1.010	10.80

GHIAIA, %= 0.52
SABBIA, %= 50.66
LIMO, %= 35.43
ARGILLA, %= 13.39

Tipo di campione: Q1

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 15/01/14-17/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

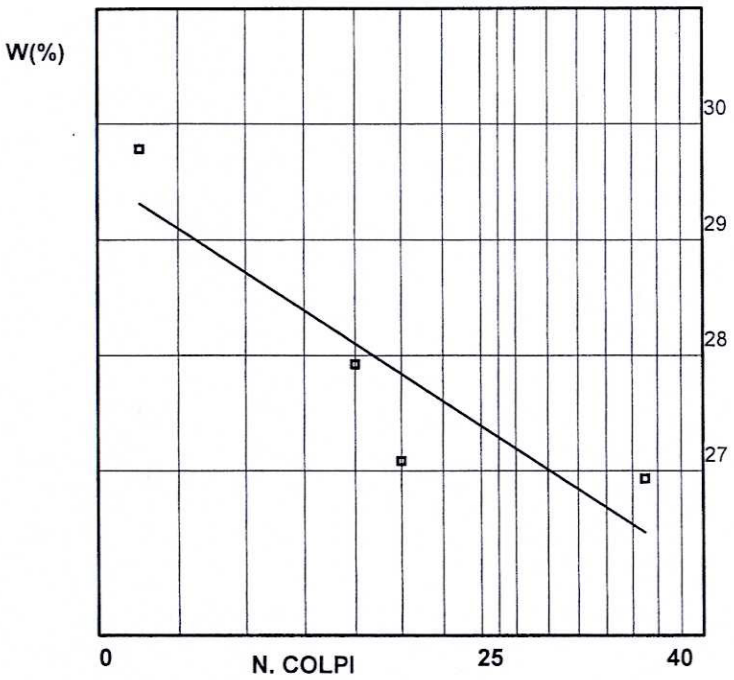
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 39/G del 14/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

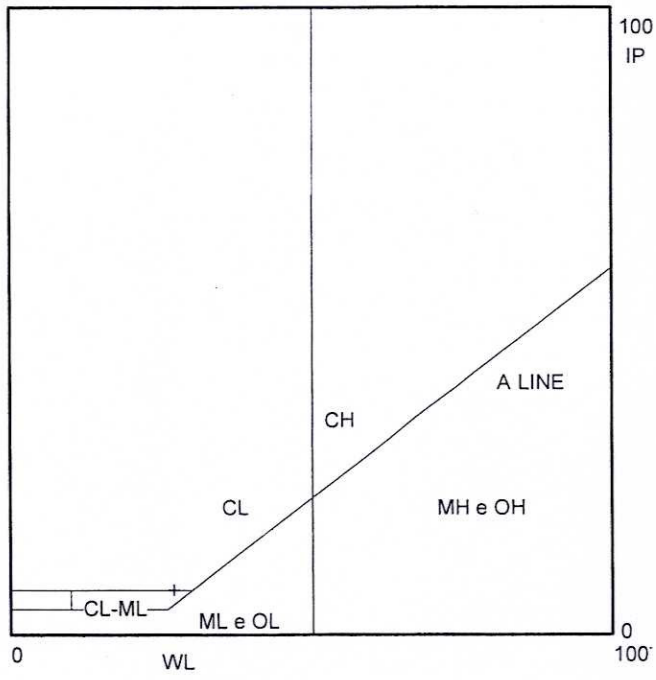
Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 17.23
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 27
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 20
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 7

INDICE DI CONSISTENZA= 1.40

INDICE DI GRUPPO= 3

PESO DI VOLUME kN/m^3= 20.32
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= 13.4

ATTIVITA'= 0.5

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-4

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	99.48
40	0.420	97.82
200	0.074	50.80

LIMITE DI RITIRO %= 19
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 17/01/14-21/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

N. di certificato: 40/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche del campione

diametro, cm= 5.05
altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	18.35	17.78
grado di saturazione, %	89.34	-
peso di volume, kN/m^3	20.33	0.00
densità secca, kN/m^3	17.18	0.00
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.74	2.74
Indice dei vuoti, -	0.56	-

Pressioni Kpa	Cedimenti mm	H/H %	Indice Vuoti -	Mod. Edom. KPa
25.00	0.305	1.52	0.539	-
49.00	0.387	1.93	0.533	5752.39
98.00	0.532	2.66	0.521	6603.34
196.00	0.800	4.00	0.500	7069.90
392.00	1.078	5.39	0.479	13438.69
785.00	1.461	7.31	0.449	19219.55
1569.00	2.020	10.10	0.405	25609.03
392.00	1.894	9.47	0.415	-
98.00	1.752	8.76	0.426	-
25.00	1.604	8.02	0.438	-

NOTA:

Data esecuzione prove: 14/01/14-24/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Marcelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

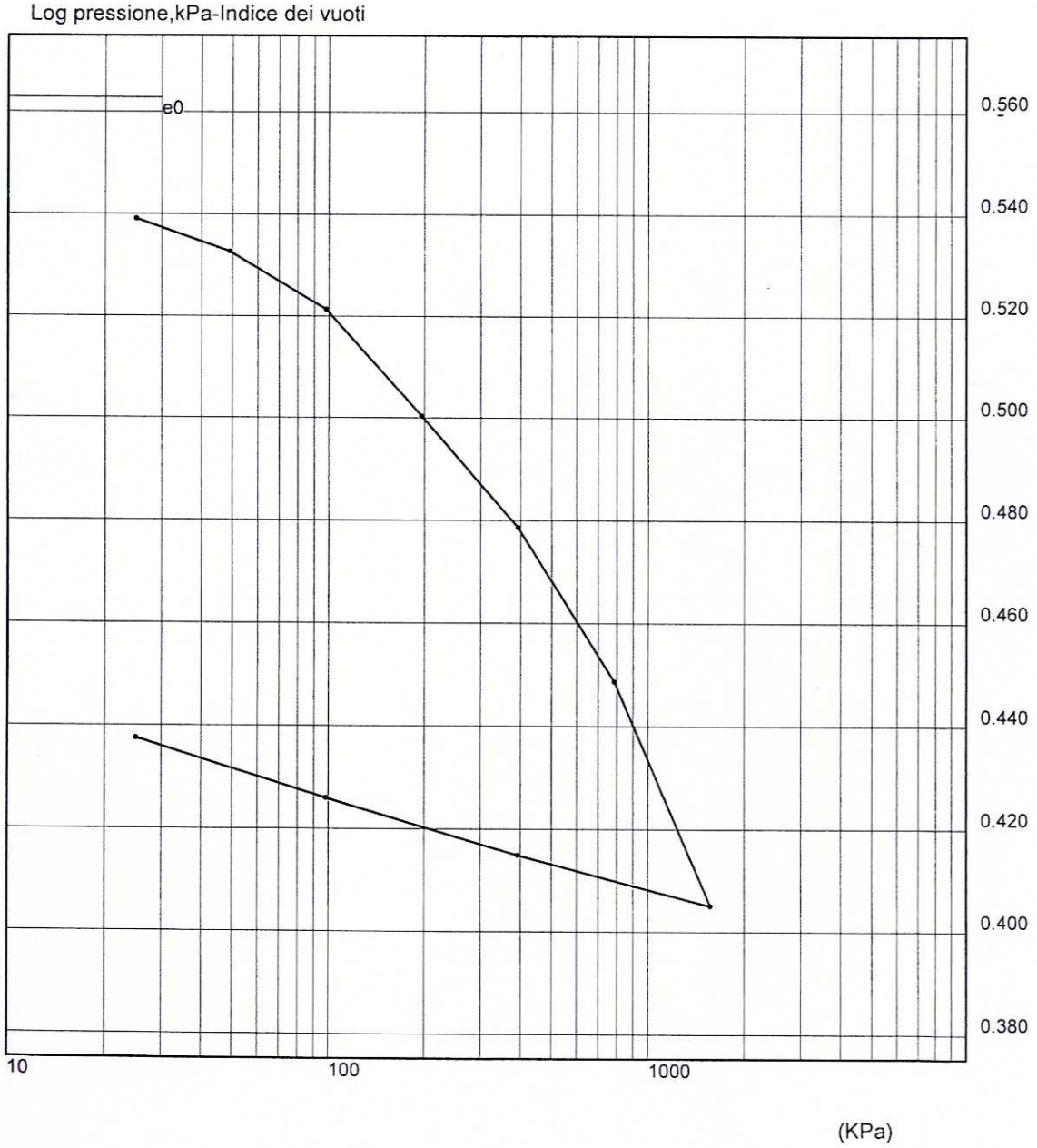
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 40/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5



NOTA:

Data esecuzione prove: 14/01/14-24/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

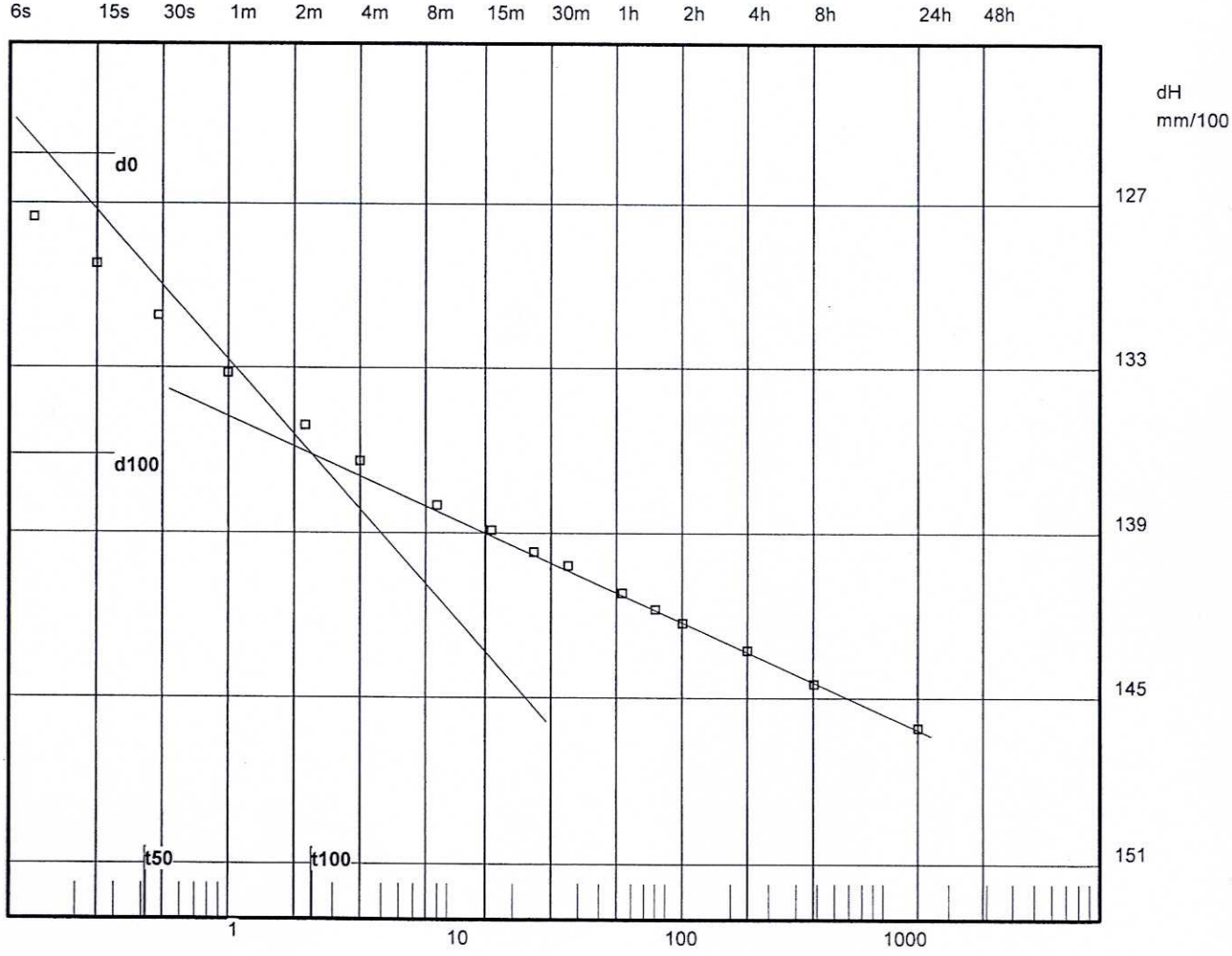
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 40/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1
PRESSIONE da 392.00 kPa a 785.00 kPa
t50= 25 sec
Cv= 6.87E-03 cm2/sec
k= 3.47E-08 cm/sec

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

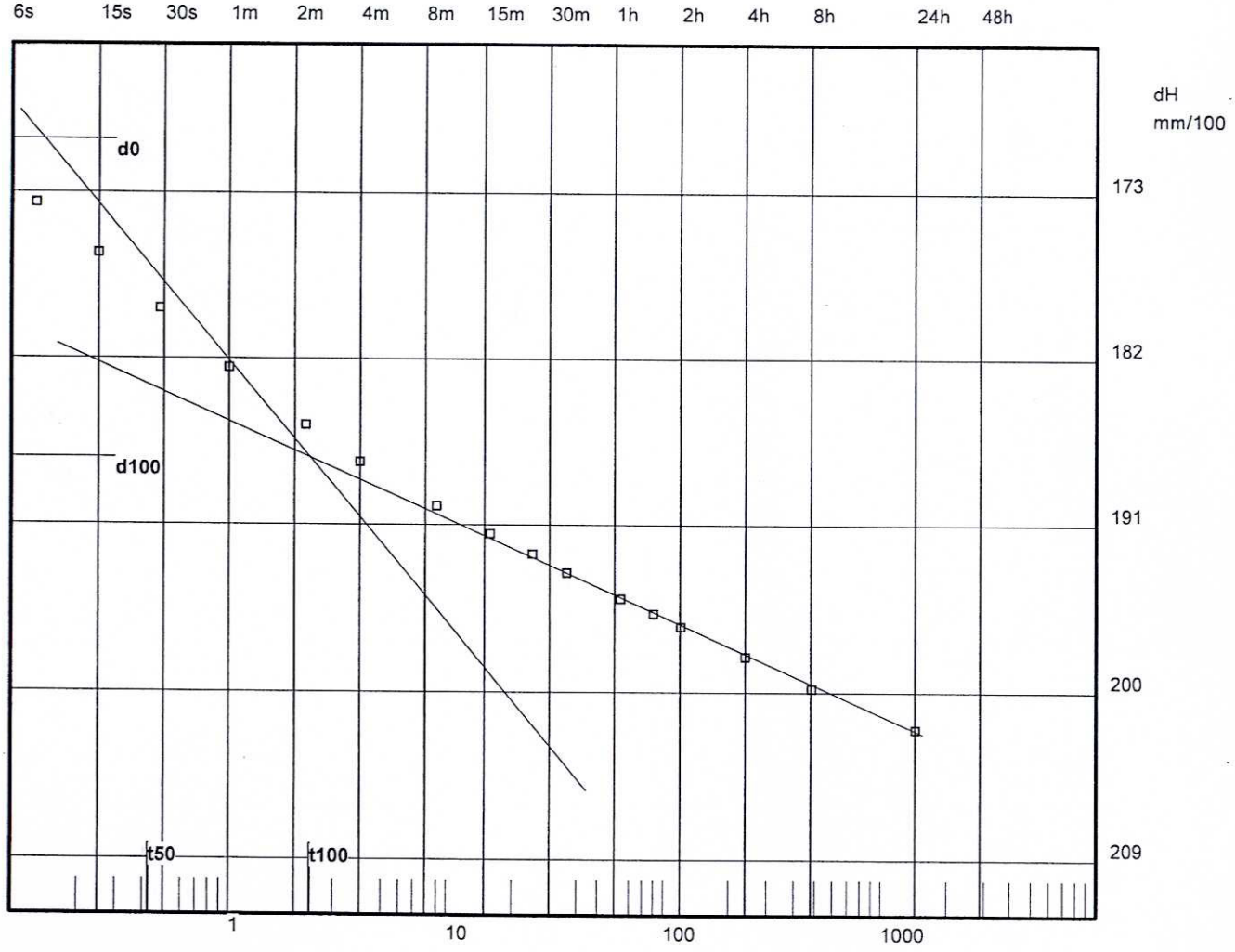
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 40/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1
PRESSIONE da 785.00 kPa a 1569.00 kPa
t50= 26 sec
Cv= 6.40E-03 cm2/sec
k= 2.41E-08 cm/sec

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-23/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 41/G del 24/01/14 — **Verbale di accettazione: 330/2693**
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE — **SOND.:** 2 **CAMP.:** 5
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl — **PROFONDITA', m:** 46.8-47.3
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Indisturbato

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	16.99	17.02	17.31
grado di saturazione, %	91.48	91.46	92.96
peso di volume, kN/m^3	20.82	20.81	20.86
densità secca, kN/m^3	17.79	17.78	17.78
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.74	2.74	2.74
Indice dei vuoti, -	0.51	0.51	0.51

PRESSIONI VERTICALI kPa	RESISTENZA AL TAGLIO kPa	RESISTENZA RESIDUA kPa
392.28	254.42	228.77
539.38	369.11	349.76
686.49	446.67	412.45

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO kPa	DEF. ORIZZONTALE mm	DEF. VERTICALE mm/100
254.42	4.10	-38.30
369.11	3.45	-27.30
446.67	3.47	-31.00

Velocità di taglio= 0.0035 mm/minuto

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-16/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : Lo Sperimentatore Geol.G.Gambetta Vianna — Il Direttore del laboratorio Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

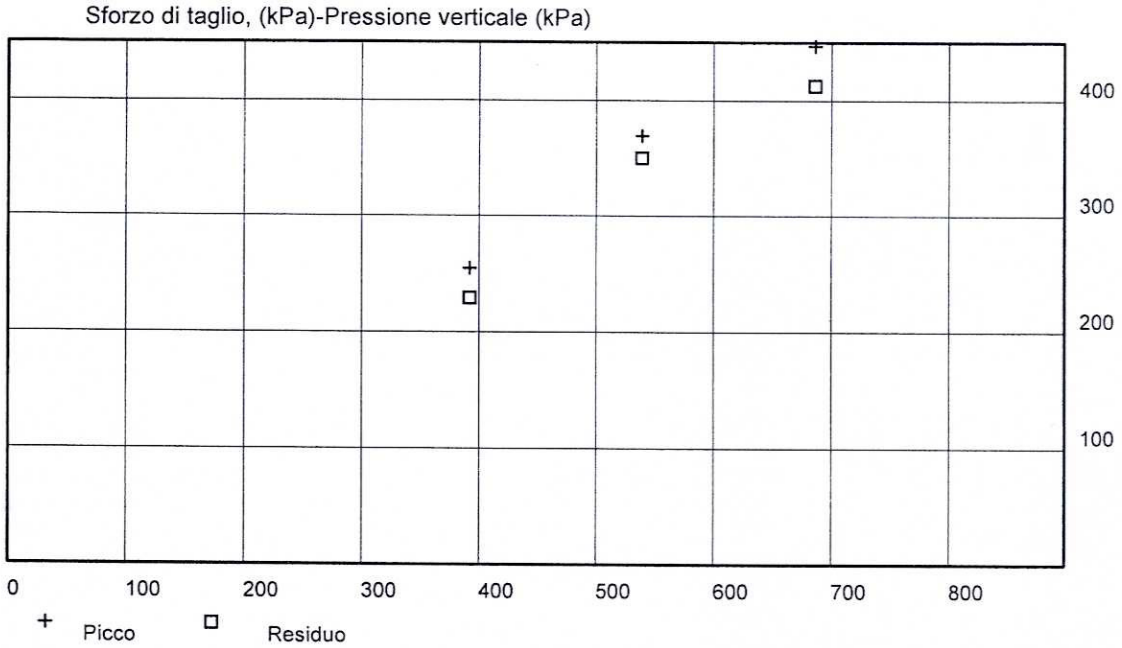
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

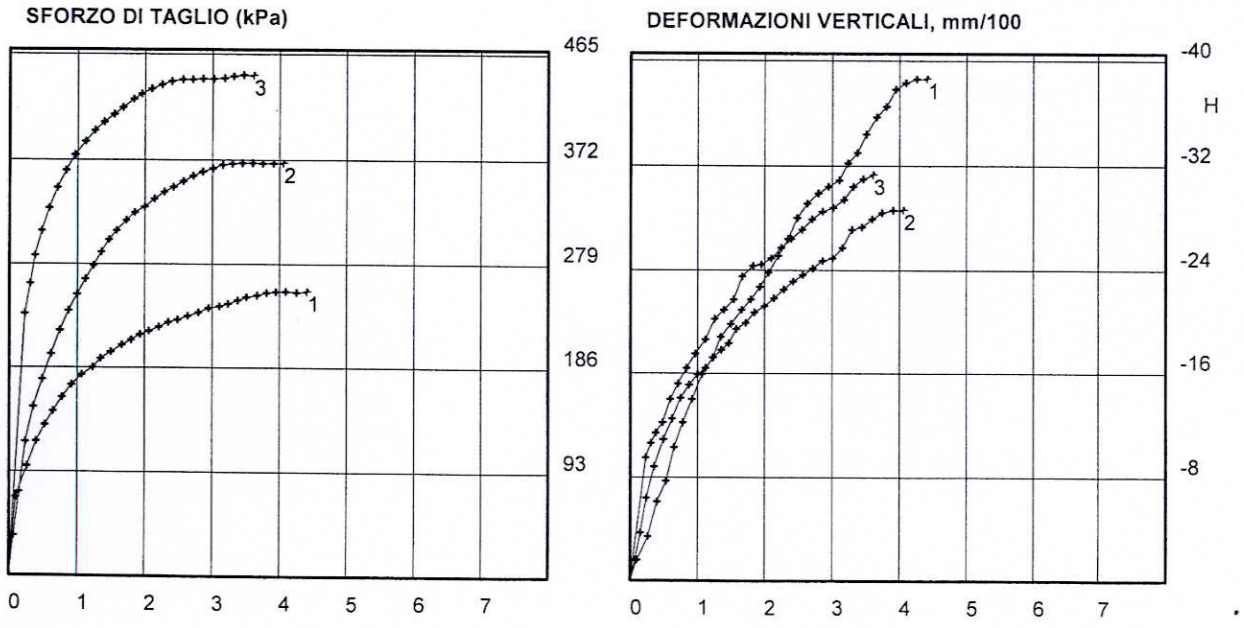
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 41/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10





Deformazione orizzontale (mm)

NOTA:

Data esecuzione prove: 08/01/14-16/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 42/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

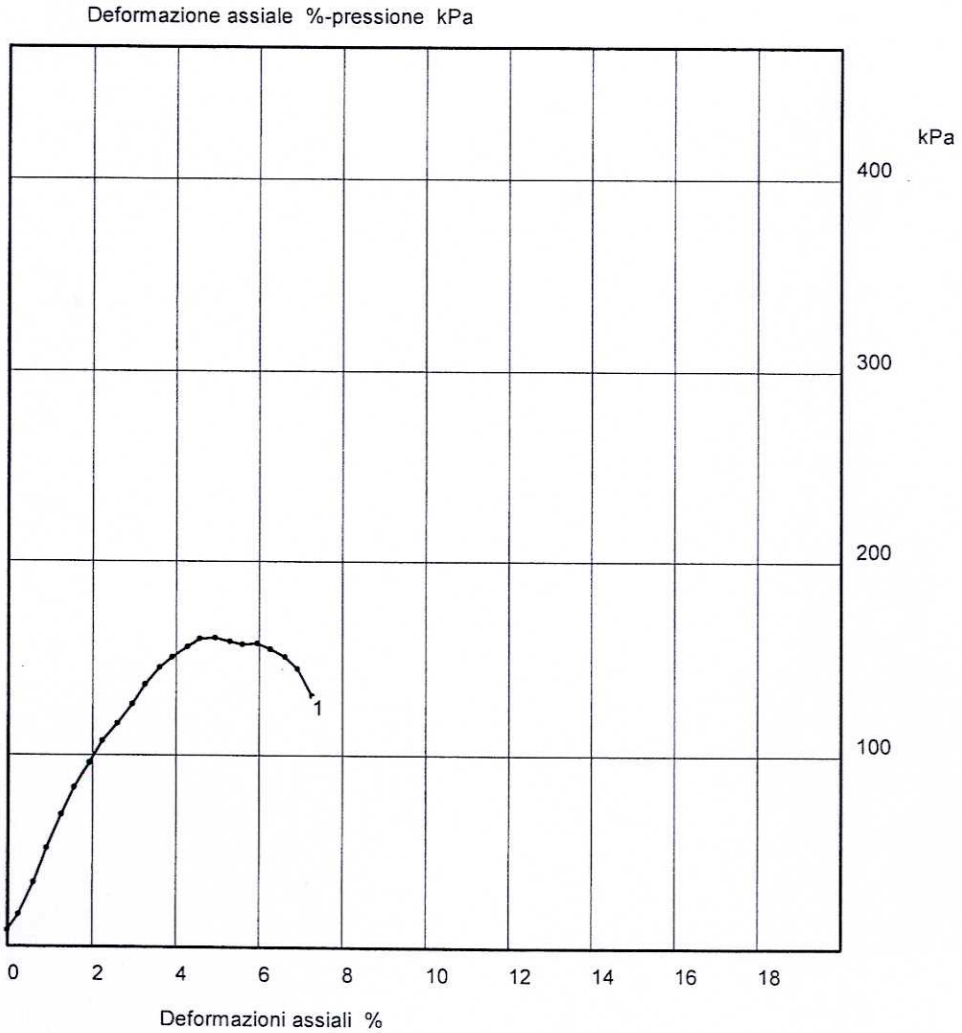
Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 5
PROFONDITA', m: 46.8-47.3

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Diametro: 3.80 cm
Altezza: 7.40 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 17.81 %
Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 20.61 kN/m^3



	Provino n. = 1
Pressione a rottura kPa=	160.47
Deformazione a rottura %=	4.93

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5
Angolo di rottura (°)= 45
Condizioni del campione: Q1

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 08/01/14-09/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : **Lo Sperimentatore** Geol.G.Gambetta Vianna — **Il Direttore del laboratorio** Ing.A.Manuelli

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 43/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 6
PROFONDITA', m: 37.0-37.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 9.03
UNI CEN ISO/TS 17892-1
PESO DI VOLUME kN/m3
UNI CEN ISO/TS 17892-2
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3
UNI CEN ISO/TS 17892-3

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3
INDICE DEI VUOTI
POROSITA'
GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA: la granulometria non ha permesso la preparazione del provino per la determinazione del peso di volume.

Data esecuzione prove: 10/01/14-11/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*

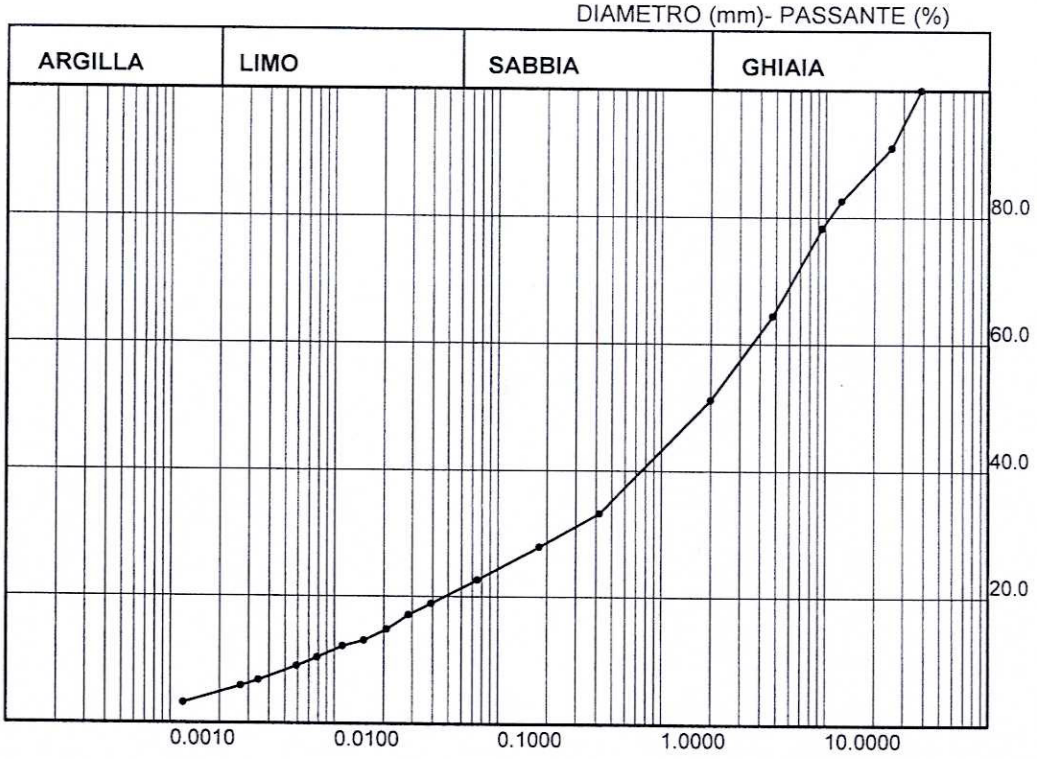
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Circ. 7618 - Sett. A)
D. M. n° 6064 del 17.07.2013 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 44/G del 24/01/14
COMMITTENTE: PROVINCIA DI FIRENZE
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Passerella pedociclabile San Donnino-Badia a Settimo (FI)

Verbale di accettazione: 330/2693
SOND.: 2 **CAMP.:** 6
PROFONDITA', m: 37.0-37.5

ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 709.20

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	64.78	90.87
12.500	59.25	82.51
9.500	30.33	78.23
4.750	98.06	64.41
2.000	94.54	51.08
0.420	126.50	33.24
0.180	37.94	27.89
0.075	37.44	22.61

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0392	1.024	18.85
0.0285	1.022	17.06
0.0208	1.020	14.81
0.0151	1.018	13.02
0.0112	1.017	12.12
0.0079	1.015	10.32
0.0059	1.014	8.98
0.0034	1.011	6.73
0.0027	1.010	5.84
0.0012	1.007	3.14

GHIAIA, %= 48.92
SABBIA, %= 30.04
LIMO, %= 16.45
ARGILLA, %= 4.59

Tipo di campione: Q3

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 17/01/14-21/01/14

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli