

CITTA' DI PESCARA

Ditta:

SILEX 3 s.r.l.

UROPA s.r.l.

F.M. Costruzioni generali s.r.l.

Donatella Di Sciascio

Oggetto:

Piano di lottizzazione riferito alla

Rigenerazione e riqualificazione urbana del P.U.E. comparto n. 5.06B
(delibera C.C. n. 106 del 27/07/2023)

Località:

VIA DELLE MAINARDE

n. tav.:

TAV 14

Denominazione Tav.:

RELAZIONE GEOLOGICA



STUDIO GALIMBERTI

Via dei Peligni, 83 65127 - PESCARA

Tel. 085/63244 E-mail : carlog@abol.it

Ing. Carlo Galimberti

Iscritto all' Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pescara al n. 283
cell. 3296142856

Arch. Caterina Di Cesare

Iscritta all' Ordine degli Architetti della Provincia di Pescara al n. 2365
cell. 3202752642

Arch. Rocco Antonucci

Iscritto all' Ordine degli Architetti della Provincia di Chieti al n.1
cell. 3356369656

DATA:

12.12.2023

AGG:

AGG:

I Tecnici:



1. PREMESSA

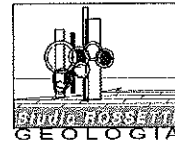
La presente relazione prende in esame le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche dell'area e del sito (Fig. 1.1 e All. 1) nell'ambito dei quali è prevista la realizzazione di un edificio ad uso residenziale in via Valle Roveto ("LOTTO 1" del P.U.E. - Comparto 5.06/B) da parte delle società SILEX 3 s.r.l. ed UROPA s.r.l..

Nella Fig. .1.2 è riportata la planimetria dello stato di fatto e quella dello stato di progetto del lotto in esame, unitamente all'ubicazione degli altri lotti previsti nel P.U.E. (Lotto 2 e Lotto 3).

Si fa presente che per il P.U.E. in esame lo scrivente ha redatto, nell'ottobre 2011, una Relazione preliminare e che la presente Relazione definitiva non riguarda i Lotti 2 e 3 ma solo il Lotto 1 nell'ambito del quale è prevista la realizzazione di un fabbricato alto 15,10 m con dimensioni in pianta di 62,4 x 12,1 m.



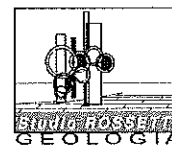
Figura 1.1



Lo studio è stato articolato come segue:

- a) acquisizione del materiale bibliografico (pubblicazioni, cartografie tematiche, indagini in aree limitrofe a quella del sito in esame, ecc.);
- b) analisi geologica e geomorfologica di superficie con valutazione preliminare della pericolosità geologica locale;
- c) programmazione delle indagini necessarie per la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica a supporto del progetto definitivo/esecutivo, con particolare riferimento:
 - ai vincoli esistenti;
 - al rilevamento delle caratteristiche litostratigrafiche del sito per la definizione del modello geologico;
 - alla caratterizzazione e modellazione geotecnica nell'ambito del "volume significativo" interessato dall'opera;
 - alla caratterizzazione e modellazione sismica, con riferimento alla pericolosità sismica di base e di sito.

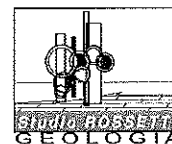
In particolare, la relazione analizzerà, nel rispetto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (nel seguito NTC08) di cui al D.M. 14.01.2008 e sulla scorta delle problematiche che la natura geologica e le caratteristiche geotecniche dei terreni pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali e della sistemazione



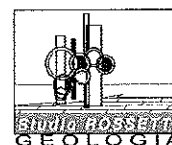
generale del sito acquisite in questa fase, i risultati degli studi e delle indagini eseguite per definire correttamente ed esaurientemente:

1. i lincamenti geologici, geomorfologici ed idrogeologici per la modellazione di area vasta;
2. la successione litostratigrafica di dettaglio per la *caratterizzazione e modellazione geologica* del sito (§ 6.2.1 delle NTC08);
3. la *caratterizzazione e modellazione geotecnica* del volume significativo con i relativi *valori caratteristici* dei parametri geotecnici (§ 6.2.2 delle NTC08);
4. la *caratterizzazione e modellazione sismica* del sito (§ 3.2 delle NTC08) attraverso la definizione delle *azioni sismiche* (§ 3.2.3.4 delle NTC08) a partire dalla *pericolosità sismica di base* e dall'analisi della *risposta sismica locale* (§ 7.11.3 delle NTC08), con riferimento all'approccio semplificato basato sull'individuazione della *categoria di sottosuolo* di riferimento (§ 3.2.2 delle NTC08, Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III), definita attraverso la misura della *velocità equivalente* $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Per le caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera da realizzare si rimanda agli elaborati progettuali, mentre per quanto non esposto nello studio resta sottinteso il riferimento alle normative e alle raccomandazioni esistenti, in particolare a quelle qui di seguito richiamate.



- Legge n. 64 del 02/02/1974
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (A.G.I., 1977)
- Raccomandazioni sui pali di fondazione (A.G.I., 1984)
- Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio (A.G.I., 1994)
- UNI ENV 1997-1 EUROCODICE 7
Progettazione geotecnica
- UNI ENV 1998-5 EUROCODICE 8
Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 - 20 marzo 2003
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
- Piano delle invarianti per uno sviluppo sostenibile: N.T.A. del comune di Pescara (art. 69), 2004
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 - 28 aprile 2006
Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone
- Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica, Linee guida (A.G.I., 2005, Ed. provvisoria)
- D.M. 14.01.2008
Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (GU n. 29 del 04.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30)
- Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.
- Variante al PRG - Piano delle invarianti per uno sviluppo sostenibile (2010) - Tav. D - All. 5 (Studio geologico) e All. 5 bis (Studio d'area "Pescara": la carta della Pericolosità Geologica)



2. VINCOLI E SISMICITA'

Il sito interessato dalla nuova costruzione è situato (All. 1) nella piana del fiume Pescara, in prossimità della linea di costa, ed è inserito in una zona pianeggiante che presenta i caratteri tipici di un ambiente di pianura alluvionale modellato dalla sedimentazione di depositi granulometricamente assortiti e poggianti su un substrato di argille marine plioceniche (v. oltre).

Per quanto concerne i vincoli, è necessario fare riferimento alla compatibilità idrogeologica di cui al Piano Stralcio Difesa di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi (PAI)" e al Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)] redatti ai sensi dell'art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989 n.183, che riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico, come richiesto dall'art. 1 del Decreto Legge 11 giugno 1998, n. 180, e dall'art. 1 – bis del Decreto- Legge 12 ottobre 2000, n. 279, nonché alla Carta della pericolosità geologica a corredo del PRG del comune di Pescara.

In particolare, il sito, essendo pianeggiante, non è interessato da fenomeni gravitativi, mentre la sua posizione rispetto al fiume Pescara va analizzata nei confronti della perimetrazione del PSDA che la Regione Abruzzo, nell'ambito dei propri compiti istituzionali connessi alla difesa del territorio, ha disposto quale

stralcio del Piano di Bacino, inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia.

Dallo stralcio della Carta della pericolosità geologica a corredo del PRG di Pescara e dalla Carta della pericolosità idraulica del PSDA si evince che il sito non è interessato da fenomeni franosi o da rischio idraulico (All. 2).

Nella Fig. 2.1 è riportata la nuova zonazione della Regione Abruzzo nella quale il Comune di Pescara viene classificato sismico e inserito in Zona 3, per la quale è indicato un valore di accelerazione sismica massima $a_g < 0,15$.

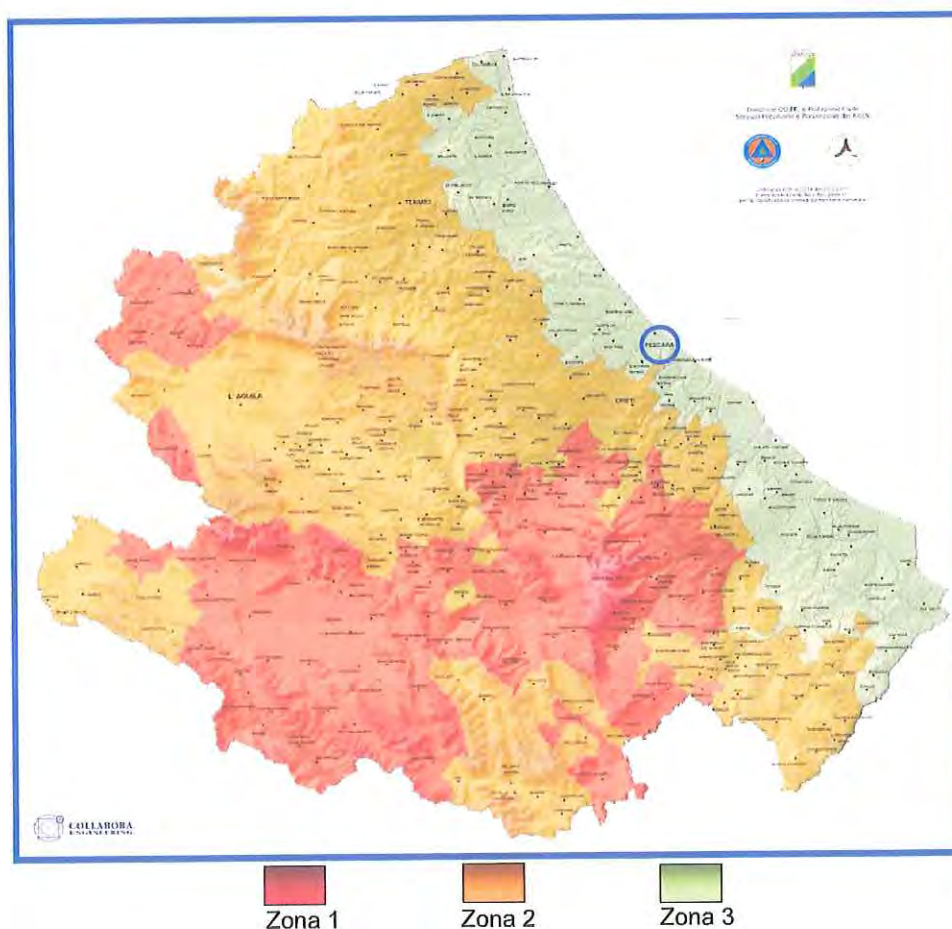
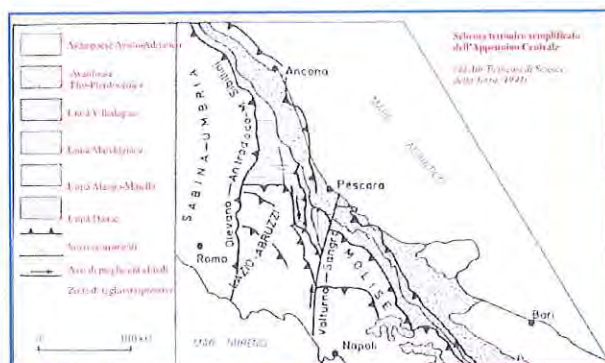


Figura 2.1

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame è ricompresa nel settore orientale della Maiella che

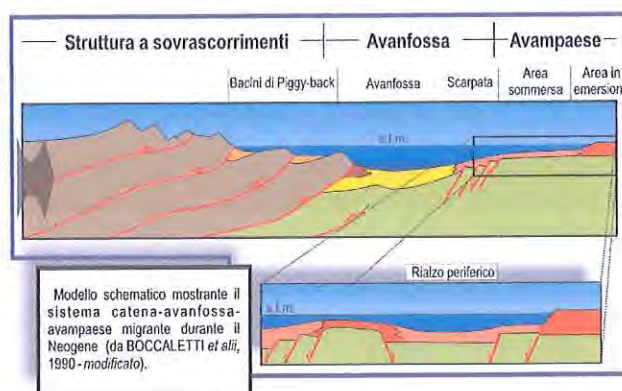


rappresenta la più esterna tra le unità carbonatiche presenti nel segmento centro meridionale della catena appenninica. Dal punto di vista tettonico la zona si

inquadra nello schema strutturale abruzzese, con scaglie tettoniche embricate a vergenza orientale (Casnedi et alii, 1981), con accavallamenti evidenti in superficie in corrispondenza della catena, ma pure presenti in profondità nell'avanfossa (Crescenti et alii, 1980).

In particolare, l'area entro la quale ricade il sito in esame si localizza nel settore dell'avanfossa (Bacino di Pescara) più prossimo alla linea di costa.

I terreni che caratterizzano questa fascia di territorio appartengono ai termini di età



Pliocenica e Pleistocenica della suddetta avanfossa e sono costituiti da una sequenza deposizionale silico clastica terrigena e sabbiosa (Fig. 3.1), potente fino

a 3.000 m, cui segue, a colmamento del settore centrale dell'avanfossa periadriatica, una successione di depositi grossolani in facies di spiaggia sommersa, di spiaggia, di conoide e/o di laguna costiera (Crescenti, 1971; Casnedi et alii, 1981; Ghisetti & Vezzani, 1983). Per quanto concerne la geologia e l'evoluzione paleoambientale, si può dire, sinteticamente, che a partire dal Pleistocene superiore, la zona è stata interessata da un generale e rapido sollevamento che ha determinato una regressione marina con conseguente evoluzione dell'ambiente pelagico in ambiente costiero prima e continentale dopo.

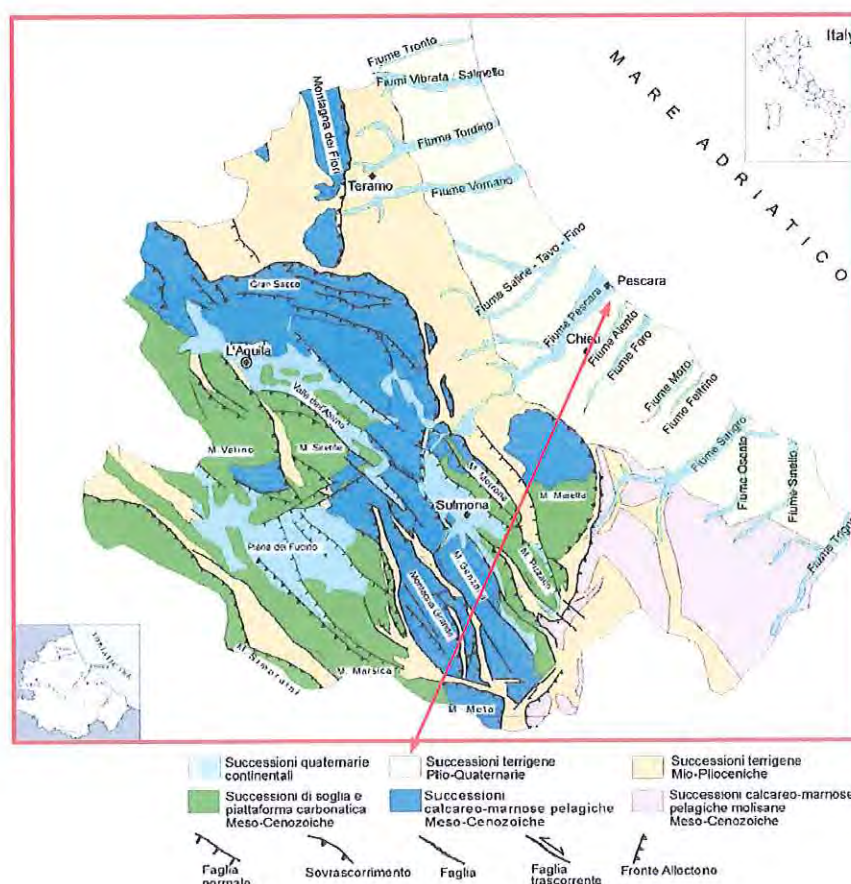
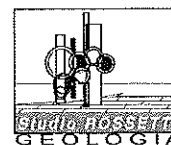


Figura 3.1
Schema geologico semplificato dell'Abruzzo
(da L. D'Alessandro et alii, 2005)



Il sottosuolo dell'area oggetto di studio è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali del fiume Pescara, ascrivibili al Pleistocene continentale, che, con uno spessore di diverse decine di metri, ricoprono il substrato marino, costituito da argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche.

Le unità litologiche appartenenti ai depositi continentali non sono, come facilmente deducibile dalla loro genesi, omogenee e ben delimitabili, ma sfumano le une nelle altre gradualmente per eteropia di facies o per aumento/diminuzione di una determinata frazione granulometrica. La causa di tali variazioni litologiche non è da imputare a motivi climatici (ad es., variazioni cicliche dipendenti da cause astronomiche) ma a variazioni di energia delle correnti fluviali, forse dovute a piccoli cambiamenti di pendenza causati da movimenti tettonici recenti su una zona di bassa pianura. Al contrario, le caratteristiche e la distribuzione su grande scala dell'intero complesso dei depositi continentali sono state determinate sia dalle variazioni climatiche plio-pleistoceniche, sia dai sollevamenti neotettonici, variabili per intensità e cronologia ed in parte ancora attivi, che hanno interessato durante il tardo Pliocene ed il Pleistocene principalmente la fascia pedemontana. Questi eventi deformativi hanno certamente influito sui fenomeni di erosione e trasporto nelle zone in sollevamento e su quelli di accumulo nelle aree subsidenti e in quelle di bassa pianura.



Le unità alluvionali poggiano, dunque, in corrispondenza di una superficie di erosione e di discordanza angolare, su depositi plio-pleistocenici di origine marina, costituiti da argille siltose stratificate con sottili intercalazioni sabbiose.

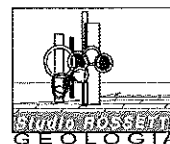
La zona oggetto di studio è caratterizzata, in generale, dalla estesa presenza di depositi fluviali disposti su più ordini di terrazzi ad altezze diverse rispetto all'alveo attuale. Essi rappresentano gli antichi fondovalle del fiume Pescara e dei suoi affluenti. Le quote decrescono dall'unità più antica (1° ordine) alla più recente in corrispondenza del progressivo approfondimento dell'alveo nel tempo.

Il processo geomorfologico più frequente è legato alla evoluzione dell'alveo del fiume Pescara e dei suoi affluenti, che alternano azioni erosive a eventi deposizionali. Non sono presenti fenomeni gravitativi, in quanto, come si è già visto, la morfologia pressoché pianeggiante (la superficie topografica presenta una modesta inclinazione verso l'alveo del fiume Pescara e verso il mare) assicura un elevato grado di stabilità della zona.

Più in particolare, l'area in cui si colloca la zona di interesse è caratterizzata dalla presenza delle seguenti due unità stratigrafiche principali:

A) *depositi alluvionali (ghiaie, sabbie, limi, argille e torbe)*

B) *depositi marini ("argille" grigio-azzurre).*



A) Depositi alluvionali

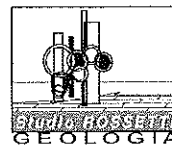
Questi terreni, che caratterizzano le aree più vicine alla costa e la pianura alluvionale del fiume Pescara, appartengono a depositi costieri formati da sabbie (da fini a medie) e da depositi di limi lagunari talora torbosi, da ricondurre ad una fase di stazionamento alto del livello del mare da inquadrare tra il Pleistocene inferiore finale ed un non precisato Pleistocene medio.

Successivamente, le condizioni geologiche dell'area metropolitana più prossima alla costa, fino ad epoca recente, sono state prevalentemente quelle di un ambiente di palude costiera. Conseguentemente, la sedimentazione è stata prevalentemente di natura limo-argillosa con elevato contenuto organico. A luoghi questi terreni, che presentano uno spessore di diverse decine di metri, sono sormontati o inglobano strati sabbioso-ghiaiosi. Alla base dei depositi alluvionali limo-argillosi è presente un banco di ghiaia di alcuni metri poggiante sul substrato argilloso di notevole potenza (centinaia di metri).

Lo spessore risulta variabile, maggiore verso la costa, dove raggiunge i 45 m circa, e via via minore procedendo verso l'entroterra.

Le sabbie e le ghiaie risultano mediamente addensate, mentre i limi torbosi sono caratterizzati da una consistenza bassa.

Il ciclo sedimentario è da riferire ad una età tardo-wurmiana-olocene, ovverosia conseguente all'innalzamento progressivo del livello del mare, dalla



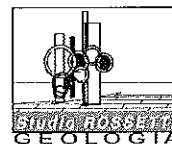
deglaciazione fino ad età storica. I sedimenti costituiscono, nel loro insieme, un corpo geometrico prismatico con ispessimento verso est.

Gradienti notevoli di subsidenza e migrazioni laterali dell'asse vallivo hanno determinato una continua divagazione dell'asse deposizionale. Ne è conseguita una marcata eteropia laterale e la interdigitazione tra litologie clastiche di differente granulometria.

La costipazione e la diagenesi, in virtù della storia geologica di questi sedimenti, hanno condizionato fortemente le proprietà meccaniche acquisite dagli stessi, sia secondo vettori verticali che orizzontali.

B) Depositi marini

Dal punto di vista litologico si tratta di argille di colore grigio-azzurro, ben stratificate, compatte, a frattura concoide. La stratificazione è evidenziata da spalmature millimetriche siltoso-sabbiose. Lo spessore degli strati può raggiungere i 50 cm. Nella parte superiore di questa formazione è spesso presente una porzione con caratteristiche lievemente differenti a causa dell'alterazione subita nel corso del tempo geologico. In particolare questa porzione si presenta come un limo sabbioso-argilloso avariato alternato a sottili livelli di silt e sabbia fine e limo sabbioso fine di colore ocreo. La sottile stratificazione, spesso visibile, indica chiaramente che tale litotipo deriva dalla sottostante formazione in posto a seguito di processi di alterazione e di allentamento tensionale.



La presenza d'intercalazioni a più elevata permeabilità consente la formazione di piccole falde idriche, anche con caratteristiche artesiane. Le caratteristiche litotecniche di questa porzione della formazione dei limi e argille grigio-azzurre sono leggermente inferiori a quelle della formazione inalterata.

3.1. Caratteristiche geologiche locali

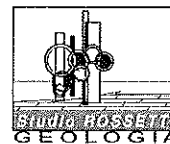
Con riferimento al quadro geologico di area vasta sopra delineato, vengono ora descritti i complessi litologico-stratigrafici che caratterizzano la zona in esame sulla base delle conoscenze generali (All. 3) e delle risultanze della campagna d'indagine eseguita.

Il sito interessato dal progetto è situato, come si è visto, in sinistra del fiume Pescara a circa 1.300 m dalla riva del mare, dove, un po' più verso l'interno, il fiume scorre in ampie anse e dove la piana alluvionale si estende prevalentemente in destra idrografica.

La zona costiera si caratterizza per lo sviluppo relativamente poco esteso della fascia terrazzata marina e per i pochi esempi di falesia, sempre distanti dalla attuale linea di costa.

Il sottosuolo della zona di pertinenza del sito è costituito essenzialmente da depositi di laguna interna, ai quali si amalgamano i depositi di ambiente fluviale.

La struttura della fascia collinare costiera non è stata interessata da movimenti tettonici importanti e quindi mostra una struttura tipicamente monoclinale, a



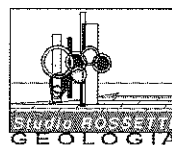
leggera immersione verso est, confermata dalle forme dei rilievi che mostrano versanti molto più acclivi sui lati occidentali dove gli strati compaiono a leggero reggipoggio.

Si riconoscono lungo l'asse vallivo per lo meno tre ordini di terrazzi, i più antichi dei quali a quote relativamente più elevate rispetto al corso fluviale e conservati lungo i versanti collinari della sinistra idrografica.

I terrazzi del terzo ordine, invece, sono presenti indifferentemente sulle due sponde, ma sono nettamente prevalenti sulla sponda destra.

Questa distribuzione dei depositi terrazzati è dovuta alla progressiva migrazione dell'asse fluviale verso sud, con approfondimento per erosione dell'alveo sul lato meridionale, che ha comportato anche la completa demolizione dei terrazzi di ordine superiore sulla riva destra con esposizione dei terreni del substrato geologico.

Numerose indagini geognostiche, seguite direttamente dallo scrivente ed altre di cui si è a conoscenza, consentono di indicare una successione stratigrafica di riferimento caratterizzata da un potente deposito alluvionale (40-50 m), costituito da argille e limi argillosi (con subordinate sabbie e ghiaie, e con frequenti intercalazioni di livelli e nuclei torbosi), che poggia, come si è visto, su un substrato costituito da argille di colore grigio-azzurro d'età plio-pleistocenica.



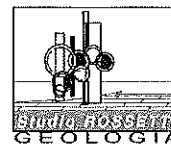
Quasi ovunque, lungo tutto l'asse vallivo e fino alla foce del fiume Pescara, è presente, con spessore alquanto variabile, un banco profondo di ghiaie calcaree acquifere che marcano il passaggio tra i sedimenti alluvionali sopra citati e il substrato argilloso.

I sedimenti alluvionali sovrastanti il banco ghiaioso sono fortemente eterogenei spazialmente, con netta prevalenza di depositi fini e medio fini, e con frequente presenza di eventi torbosi.

La dinamica dei depositi fluviali in esame è complessa e risulta praticamente impossibile inquadrare la successione litostratigrafica in precisi schemi sistematici, anche in aree molto ristrette, poiché la stratificazione, di tipo lenticolare, genera variazioni sia verticali che orizzontali in spazi brevi. E' però possibile, in chiave strettamente applicativa, definire con prudenza caratteristiche medie di comportamento idrogeologico e geotecnico ricorrendo anche alla pratica locale (v. oltre).

In conclusione, il sottosuolo del sito oggetto di studio è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali del fiume Pescara, ascrivibili al Pleistocene continentale, che, con uno spessore di diverse decine di metri, ricoprono il substrato marino, costituito da argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche.

Non sono comunque presenti situazioni geologiche e/o litostratigrafiche che possano impedire la realizzazione del progetto previsto, mentre si dovrà tener



conto, per la scelta delle fondazioni, dell'eterogeneità litologica del sottosuolo e delle sue modeste caratteristiche di resistenza e di deformabilità soprattutto nell'ambito dei depositi limo-argilloso-torbose che poggiano sul banco di ghiaia che sormonta a sua volta il substrato delle argille plio-pleistoceniche di consistenza elevata.

3.2. Geomorfologia

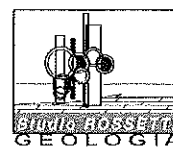
Il sito di interesse è caratterizzato, come si ripetutamente visto, da un'ampia superficie pianeggiante.

L'attuale conformazione fisiografica dell'area è il risultato del modellamento operato sia da fattori morfogenetici naturali, controllati anche dalle variazioni climatiche di età storica, sia dall'uso del suolo ai fini insediamentali.

In particolare, il sito, intercluso tra strade e fabbricati costruiti nell'ambito dell'intenso sviluppo urbanistico, precedente ed in atto, sicuramente favorito dalla superficie topografica pianeggiante, non presenta forme e/o fenomeni geomorfologici che possano limitare e/o impedire la realizzazione del progetto previsto.

3.3. Idrogeologia

La non omogenea distribuzione dei depositi presenti nell'area studiata e, in particolare, l'esistenza di intercalazioni limo-argillose, determinano un'irregolare

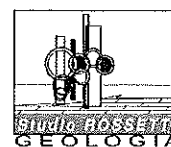


variazione del grado di permeabilità. Un'analisi di dettaglio andrebbe, quindi, supportata da un elevato numero di prove di permeabilità, in mancanza delle quali si preferisce ricorrere ad una valutazione in termini generali sulla base degli elementi litologici prospettati nei precedenti paragrafi e dei risultati delle indagini in sito effettuate su zone limitrofe a quella in esame e su terreni analoghi.

I depositi ghiaioso-sabbiosi alluvionali sono generalmente dotati di elevata permeabilità ($10^{-3} < K < 10^{-1} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$), spesso condizionata dall'addensamento (alquanto elevato) e dalla presenza di lenti e/o di intercalazioni limo-argillose pressoché impermeabili ($10^{-8} < K < 10^{-6} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) che contribuiscono ad abbassare il coefficiente di permeabilità K a valori compresi tra 10^{-3} e $10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

In generale, si può affermare che tali terreni, nel loro complesso, sono mediamente permeabili per porosità, con locale aumento della permeabilità nelle zone in cui prevale la componente sabbiosa e ghiaiosa, e costituiscono una via di circolazione per le acque sotterranee che si raccordano con la falda idrica di base, poggiante sui terreni pelitici pressoché impermeabili ($K < 10^{-8} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$).

In particolare la falda locale, mediamente situata a 3-4 m circa dal p.c. ed il cui livello piezometrico è influenzato oltre che dal clima e dalle diverse portate del fiume, anche dagli emungimenti idrici a cui è sottoposta, si trova generalmente ad una quota prossima a quella del letto del fiume sia durante i periodi umidi sia, a



maggior ragione, in periodi secchi, condizionando la direzione del drenaggio sotterraneo. I terrazzi costituiti da depositi di intercanale o di tracimazione sono invece rappresentati da terreni a granulometria fine o finissima (limi sabbiosi o argillosi). Anche in questo caso le caratteristiche di permeabilità sono variabili, in quanto i lembi sabbiosi sono variamente addensati (e quindi possiedono una permeabilità medio-alta per porosità), mentre la frazione più fine presenta una permeabilità sensibilmente inferiore. In base a tali considerazioni, non è possibile ipotizzare la presenza di falde stabili né di una vera e propria circolazione idrica in quanto la differente litologia crea condizioni di variabilità su piccola scala.

Il livello delle acque superficiali è collegato, in genere, alla quota del pelo libero dell'acqua del fiume Pescara.

Nell'area in esame, come in molte altre appartenenti allo stesso contesto geologico, sono riscontrabili, fino a 40-45 m, litologie eterogenee, costituite da alternanze di limi argillosi e sabbiosi, con presenza di torbe, interrotte, a luoghi, da banchi di ghiaie e sabbie a quote variabili e con presenza di falde sospese con quota piezometrica prossima al p.c..

La falda più rilevante, spesso salmastra c/o ferruginosa, è di tipo artesiano ed è collocata nelle ghiaie di fondo con prevalenza notevole, in quanto è direttamente collegata con la derivazione laterale della falda di subalveo (Fig. 3.2).

Il terrazzo superiore è costituito da terreni a granulometria fina, ma la presenza di ghiaie e sabbie favorisce l'instaurarsi di falde superficiali sospese, spazialmente discontinue.

La falda di subalveo è tamponata lateralmente, come si evince dallo schema della Fig. 3.1 dove il tratto azzurro discontinuo all'interno dei sedimenti "impermeabili" indica il prolungamento del livello piezometrico con la rappresentazione (qualitativa) della perdita di carico mano a mano che ci si allontana dal fiume.

Considerate le caratteristiche idrogeologiche dell'area e i collegamenti con i terrazzi fluviali a quote più elevate, non è possibile, però, escludere che detto livello possa subire oscillazione dell'ordine di alcuni metri.

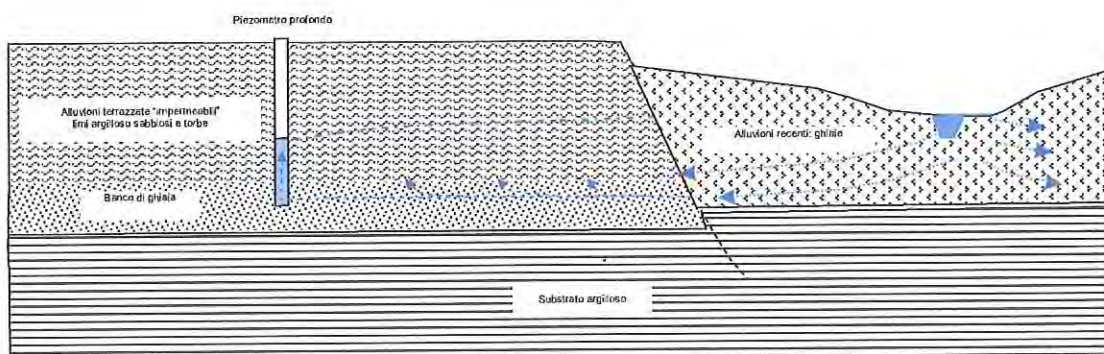
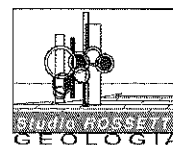


Figura 3.1



4. LITOLOGIA E CARATTERISTICHE DEI TERRENI

4.1. Depositi continentali

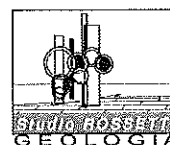
La granulometria dei terreni alluvionali è variabile, in quanto influenzata dalle caratteristiche del bacino di erosione e dall'azione selettiva delle acque correnti: alle sabbie e alle ghiaie si intercalano limi e argille con contenuti variabili di torbe.

Questa eterogeneità granulometrica rende variabile su piccola scala anche il comportamento dei terreni in termini di resistenza al taglio e di compressibilità.

Limi e argille ad alto contenuto organico si rinvencono nei meandri abbandonati nei periodi di piena e nelle zone soggette a esondazioni e formano una coltre di altezza variabile.

Nel complesso, è possibile affermare che lo schema deposizionale è di tipo *Braided*, cioè a canali intrecciati, caratteristico della parte alta delle pianure alluvionali comprese tra le conoidi (alto gradiente) e le piane alluvionali più basse, spesso costiere, caratterizzate da canali meandrici e debolissime pendenze.

L'ambiente *Braided* è caratterizzato da portate e tassi di sedimentazione estremamente variabili, con canali multipli che, a causa della formazione di barre, cambiano rapidamente posizione. Pendenze relativamente forti e alte portate permettono il trasporto di grandi quantità di materiali grossolani, soprattutto



ghiaioso-sabbiosi. Dal tratto prossimale (più vicino ai rilievi alimentatori) a quello distale di tale sistema deposizionale, le dimensioni dei clasti diminuiscono mentre aumenta la cernita.

Le caratteristiche fisiche e meccaniche dei limi argilloso-torbosi sono scadenti, soprattutto a partire dalla profondità di 5-6 m. Oltre i 20-25 m si osserva, in genere, un maggiore, anche se modesto, miglioramento della resistenza e una minore compressibilità.

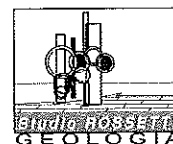
In prima approssimazione, per tali terreni (che sono quelli che più interessano ai fini della costruzione da realizzare) è possibile ipotizzare gli intervalli di valori dei principali parametri fisico-meccanici indicati qui di seguito:

$$\gamma=18-19 \text{ kN/m}^3; \varphi'=20-24^\circ; c'=0-5; c_u=40-60 \text{ kPa}; M=4-6 \text{ MPa.}$$

(γ = peso di volume; φ' = angolo d'attrito di picco; c' = coesione intercetta; c_u = coesione non drenata; M = modulo edometrico)

4.2. Depositi marini

A profondità variabili al di sotto della superficie topografica è presente il substrato geologico costituito esclusivamente da argille di facies di piattaforma marina sommersa, databili alla parte basale del Pleistocene inferiore (già Calabriano degli Auct.). Questi terreni rappresentano il prodotto della sedimentazione in mare di materiali terrigeni all'interno di una fossa fortemente subsidente, allungata in direzione NO-SE, formatasi a partire dal Pliocene.



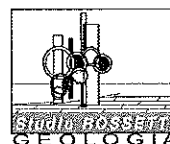
Si tratta di formazioni costituite da terreni a grana finissima (argille limose e limi argillosi di colore grigio, con vario tenore in calcite), ben stratificati in strati dello spessore dell'ordine del decimetro. Questi sedimenti presentano immersione verso Est, con inclinazioni intorno ai 10°.

All'interno degli strati, o fra strato e strato, sono presenti sottilissime intercalazioni di sabbie a grana fine e finissima, disposte parallelamente alla stratificazione oppure, in alcuni casi, irregolarmente distribuite in modo ondulato all'interno degli strati stessi. Nella parte sommitale della serie stratigrafica aumenta la componente sabbiosa o sono presenti, con una certa frequenza, livelli sabbiosi aventi uno spessore dell'ordine del decimetro.

Da un punto di vista litologico, si tratta di argille micacee di colore prevalentemente grigio scuro, con nuclei e livelli di sabbia e, a luoghi, con frustuli carboniosi.

Granulometricamente presentano un elevato contenuto di limo che spesso costituisce la frazione preponderante.

I terreni descritti (noti nella letteratura geotecnica con il nome di “*argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche*”), sono molto diffusi ed estesi lungo la fascia pedemontana del versante adriatico dell'Appennino centro-meridionale. Essi si collocano in corrispondenza di un dominio strutturale riferibile alla serie pliocenica e pleistocenica di origine marina, caratteristica dell'avanfossa adriatica,



e sono ricoperti da conglomerati regressivi (“sabbie gialle”) affioranti alla sommità dei rilievi collinari.

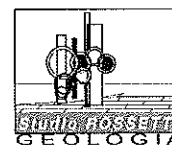
Si fa presente che le formazioni che costituiscono il substrato geologico dell’area sono state oggetto di numerosi studi sistematici dei quali si possono ricordare quelli di carattere preminentemente geotecnico di Pellegrino (1963), Esu e Martinetti (1965), Croce et Alii (1969), Cotecchia (1971), Del Prete e Valentini (1971), Colleselli e Colosimo (1977), Valentini et Alii (1979).

4.2.1. Caratteri geotecnici dei terreni del substrato

I terreni che costituiscono il substrato dell’area in esame appartengono esclusivamente alla citata formazione delle “argille grigio-azzurre *plio-pleistoceniche*”. Benché nel comportamento geotecnico queste argille manifestino molti punti in comune, le argille plioceniche e quelle calabriane differiscono fra loro, in particolare, per quanto riguarda la granulometria, i caratteri di plasticità ed il grado di consolidazione (ESU e MARTINETTI, 1965).

1) Identificazione e classificazione

La composizione granulometrica della formazione argillosa varia da quella di un’argilla limosa fino a quella di un limo sabbioso; comunque, il litotipo prevalente è un limo con argilla.



I vari terreni si alternano fra loro in strati di modesto spessore tra i quali sono sovente presenti sottilissime intercalazioni di sabbia fine, di spessore millimetrico; la stratificazione è sempre regolare.

Il contenuto in CaCO_3 è in genere elevato (dal 20 fino al 40%): esso è attribuibile alla presenza di abbondante microfauna a guscio calcareo, mentre la matrice è povera in carbonati (COLLESELLI e COLOSIMO, 1977).

Data la composizione chimico-mineralogica (prevalentemente quarzoso-calcareo), il peso specifico dei granuli varia entro limiti ristretti (da 26 a 27 kN/m^3).

Il contenuto in sostanze organiche è sempre trascurabile.

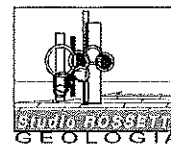
Per quanto riguarda le caratteristiche di plasticità si possono indicare i valori riportati in Tab. 4.1.

Complessivamente, i terreni plio-pleistocenici possono essere classificati come “argille di medio-alta plasticità”.

Età	Limite di liquidità w_L (%)	Limite di plasticità I_p (%)
Terreni pliocenici	40÷60	15÷35
Terreni pleistocenici	30÷50	10÷25

Tabella 4.1 - Caratteristiche di plasticità delle argille plio-pleistoceniche

Il contenuto d'acqua allo stato naturale w_n è mediamente pari al 20÷25%, prossimo al limite di plasticità o lievemente inferiore (l'indice di consistenza relativa risulta pertanto prossimo o addirittura superiore all'unità). È stata



frequentemente osservata una lieve tendenza di w_n a diminuire con l'aumentare della profondità dal piano campagna.

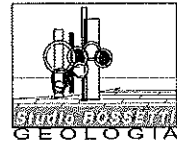
Salvo rari casi di campioni estremamente superficiali, il grado di saturazione S_r è sempre prossimo all'unità ($0.95 \div 1.0$); conseguentemente, è ragionevole porre $\varphi_u = 0$ per verifiche a breve termine.

Il peso di volume secco varia da 15 a 18 kN/m³, mentre il peso di volume naturale varia da 19 a 21 kN/m³.

Tutti i depositi plio-pleistocenici mostrano chiaramente di essere stati sovraconsolidati per carico; Esu e Martinetti (1965) hanno trovato valori del carico di preconsolidazione σ'_c di circa 1.000÷1.200 kPa per le argille calabrianne e superiori a 2.000 kPa per quelle plioceniche; risultati analoghi sono stati ottenuti da Colleselli e Colosimo (1977). Al riguardo si fa presente che, per campioni superficiali, sono state osservate pressioni σ'_c inferiori a 1.000 kPa attribuibili a fenomeni di softening.

Il coefficiente di permeabilità, determinato indirettamente da prove edometriche su campioni intatti, risulta mediamente pari a $10^{-9} \div 10^{-8}$ cm·s⁻¹.

Concludendo, volendole inserire nello schema di classificazione dei terreni proposto da Morgenstern (1980), le argille plio-pleistoceniche possono essere definite come *“terreni naturali a grana fina, saturi, dilatanti, strutturati, fessurati”*.



2) Resistenza in termini di sforzi totali

Dato l'intenso grado di fessurazione proprio delle argille in esame, la resistenza al taglio in condizioni non drenate (a breve termine) dovrebbe essere misurata su provini di grandi dimensioni, con diametro almeno pari a 70 mm; prove condotte su provini aventi dimensioni minori forniscono, infatti, valori molto dispersi.

Il diagramma sforzo/deformazione mostra sempre un tipico comportamento di tipo “*strain softening*”, con un marcato picco di resistenza per ridotti valori della deformazione assiale (poche unità per cento) ed una notevole diminuzione dopo il picco.

1 già più volte citati Esu e Martinetti hanno trovato che la resistenza non drenata tende ad aumentare con la profondità nello strato superficiale allentato e rammollito, rimanendo poi all'incirca costante, con valori della coesione sempre superiore a 100 kPa; la resistenza non drenata tende inoltre a diminuire, per la medesima ragione, in prossimità dei fronti di scavo. Alla coesione non drenata possono pertanto essere attribuiti i seguenti valori estremi:

$$c_u = 150 + 300 \text{ kPa}$$

con i valori più bassi spettanti ai terreni più superficiali e quelli più elevati al substrato inalterato.



3) Resistenza in termini di sforzi efficaci

Il comportamento dei terreni argillosi, sottoposti a prova in condizioni drenate, è tipico dei terreni sovraconsolidati fessurati: la coesione intercetta c' , per i valori di picco, risulta infatti diversa da zero.

In base ai numerosi risultati di prove triassiali e di taglio diretto pubblicati il range dei valori dei parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate è quello indicato in Tab. 4.2.

Età	Angolo di resistenza al taglio ϕ' (°)	Coesione intercetta c' (kPa)
Terreni pliocenici	27÷34	50÷100
Terreni pleistocenici	22÷28	50÷60

Tabella 4.2 - Parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate

I valori di tutti i parametri sopra riportati sono congruenti con quelli trovati attraverso numerose prove di laboratorio in ambito locale, ad eccezione di quelli relativi alla coesione c' , sempre inferiori a quelli indicati da Esu e Martinetti (mediamente $c' = 15-30$ kPa). I valori ricavati da questi Autori possono in effetti trovare giustificazione solo nella presenza di legami di tipo cementizio e comunque potrebbero essere accettati solo per campioni molto profondi.



5. INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

L'indagine geognostica, geotecnica e sismica ha avuto lo scopo di definire la successione stratigrafica, il livello piezometrico e le principali caratteristiche meccaniche e sismiche dei terreni indagati.

Sono stati eseguiti i seguenti lavori:

- n. 2 sondaggi, col sistema del carotaggio continuo a secco del diametro ϕ 127-101 mm, mediante l'uso di carotiere semplice, nel corso del quale si è provveduto a:
 - * sistemare le “carote” estratte nel corso della perforazione nelle apposite cassette catalogatrici;
 - * installare un piezometro in uno dei fori di sondaggio;
 - * effettuare, ove possibile, misurazioni geotecniche con strumenti da cantiere sulle “carote” estratte (pocket penetrometer);
 - * fotografare i campioni sistemati nelle cassette catalogatrici di ogni sondaggio;
- n. 6 prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue con attrezzatura superpesante (DPSH);



- prove geotecniche di laboratorio su n. 4 campioni indisturbati;
- n. 2 misure di sismica passiva a stazione singola.

L'ubicazione dei punti d'indagine è riportata nell'All. 4.

5.1. Sondaggi

I sondaggi sono stati eseguiti a carotaggio continuo, con diametro ϕ 101 mm ed hanno raggiunto una profondità di 20 m (Sondaggio S1) e di 47 m (Sondaggio S2), previo rivestimento provvisorio delle pareti del foro mediante tubazioni metalliche del ϕ 127 mm. I campioni ("carote") estratti nel corso dei sondaggi sono stati sistemati in apposite cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica (All. 8).

I sondaggi hanno confermato che il sottosuolo dell'area, al di sotto del terreno di riporto, è costituito da sabbie e ghiaie limose poco addensate, seguite, a partire da 13-15 m e fino a 42 m circa, da limi argillosi, con livelli e nuclei torbosi, caratterizzati da bassa consistenza ed elevata compressibilità.

Al di sotto di detto deposito, si rinviene un banco di ghiaia molto addensata, in matrice sabbiosa e con spessore di 3 m circa, e quindi la già citata potente formazione (diverse centinaia di metri) delle "argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche".



L'ubicazione del sondaggio, la stratigrafia e la documentazione fotografica sono riportate, rispettivamente, nell'All. 4, nell'All. 5 e nell'All. 8.

5.2. Prove Standard Penetration Test (SPT)

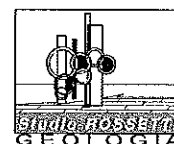
Sono state eseguite n° 4 prove secondo le modalità dettate dalle norme ASTM 1586168 ("Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soil"). Esse hanno interessato i terreni sabbioso-ghiaiosi superficiali per valutare la possibilità di adottare fondazioni dirette.

L'attrezzatura impiegata, anch'essa conforme alle citate norme, ha le seguenti caratteristiche:

- campionatore Raymond $\phi = 50,8$ mm (nei terreni coesivi)
- punta conica $\phi = 50,8$ mm (nei terreni granulari);
- massa battente = 63,5 kg;
- altezza di caduta libera del maglio = 76 cm
- angolo apertura punta = 60°
- peso batteria di aste = 7 kg al metro lineare
- centratore di guida disposto tra la testa di battuta ed il piano campagna;

Ogni prova è stata preceduta dalla pulizia del fondo foro.

Com'è noto, la prova consiste nel far penetrare il campionatore posato sul fondo foro, per tre tratti successivi di 15 cm, registrando ogni volta il numero dei



colpi (N_1 , N_2 e N_3) e nel rilevare il parametro caratteristico, (prescindendo dai casi particolari di rifiuto) che è dato dal valore:

$$N_{SPT} = N_1 + N_2 + N_3$$

Il valore N_{SPT} permette, in sostanza, di descrivere più compiutamente le formazioni attraversate dai sondaggi e, più in particolare, di completare la stratigrafia con indicazioni sullo stato di consistenza o di addensamento dei terreni.

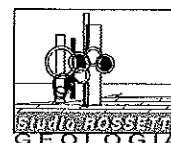
I risultati delle prove sono sintetizzati nella Tab. 5.1.

Sondaggio	Profondità (m)	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}
S_1	2,0	3	4	8	12
	9,0	15	18	22	40
S_2	3,0	3	4	6	10
	6,0	9	12	16	28
	18,0	2	2	4	6
	43	30	50/4 cm	-	Rifiuto

Tabella 5.1

5.3. Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

A completamento ed integrazione delle altre indagini sono state eseguite, sempre al fine di caratterizzare la parte più interessata dai carichi del fabbricato (v. oltre), anche n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue con attrezzatura superpesante.



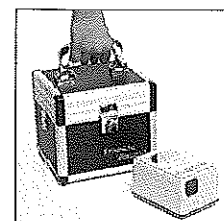
Le prove vengono eseguite in condizioni di energia assimilabile a quella delle prove SPT in foro ed è possibile, sia pure entro certi limiti, definire, attraverso correlazioni, le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni indagati.

L'ubicazione delle prove è indicata nell'All. 4 e la documentazione fotografica delle postazioni nell'All. 8.

Per quanto concerne le proprietà geotecniche specifiche del sottosuolo si rimanda invece all'All. 6 nel quale sono riportati le caratteristiche dell'attrezzatura, i grafici penetrometrici e le tabelle con i valori dei parametri geotecnici desunti attraverso le correlazioni proposte da diversi Autori.¹

5.4. Misura di microtremori a stazione singola

Lo strumento utilizzato per le misure è il tromometro "Tromino", sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e un sistema GPS integrato.



L'ubicazione dei punti di misura, i report di elaborazione e la documentazione fotografica sono riportati, rispettivamente, nell'All. 4, nell'All. 7 e nell'All. 8.

¹ Dette elaborazioni mostrano risultati sono molto dispersi e quindi da utilizzare con molta cautela.

5.5. Prove di laboratorio

I 4 campioni, prelevati a diverse profondità, sono stati portati al termine dell'indagine presso il laboratorio geotecnico GEA dove sono stati aperti e descritti.

Per i campioni, oltre alla descrizione, è stata effettuata una valutazione preliminare della consistenza con penetrometro tascabile.

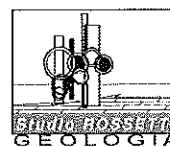
I campioni sono stati quindi utilizzati per la determinazione delle caratteristiche fisiche e dei valori dei parametri di resistenza e di compressibilità mediante prova triassiale UU e prova edometrica.

Nella Tab. 5.2 sono riassunti i risultati delle prove eseguite, mentre i relativi certificati sono riportati nell'All. 9.

QUADRO RIASSUNTIVO DELLE PROVE DI LABORATORIO

SONDAGGIO :			S1	S1	S2	S2
CAMPIONE :			C1	C2	C1	C2
PROF. m. :			3,0-3,5	6,0-6,5	2,0-2,5	13,0-13,5
PROPRIETA' INDICI						
Contenuto natur. d'acqua :	W	[%]	24,7	20,1	28,9	35,5
Peso di volume naturale :	G	[g/c ³]	1,96	2,01	1,94	1,85
Limite liquido :	LL	[%]	31,20	25,70	47,20	38,60
Limite plastico :	LP	[%]	18,38	20,10	27,22	34,80
Indice di plasticità :	IP	[-]	11,80	5,50	19,98	3,78
Indice di consistenza	IC	[-]	0,55	0,08	0,92	0,82
ANALISI GRANULOMETRICA						
Argilla :		[%]	26	17	48	56
Limo :		[%]	53	55	48	41
Sabbia :		[%]	21	28	4	3
Ghiaia :		[%]	0	0	0	0
PROVA TRIASSIALE (UU) NON CONSOLIDATA NON DRENATA						
Coesione non drenata :	c _u	[kg/cm ²]	-	0,5	0,89	-

Tabella 5.2

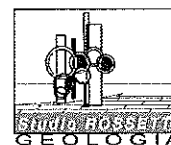


6. MODELLO GEOLOGICO

Come si è già accennato e come si può rilevare in dettaglio dalle stratigrafie dei sondaggi (All. 5) e dalla documentazione fotografica (All. 8), il sottosuolo è costituito, dopo uno spessore di 1-1,5 m circa di terreno di riporto, da sabbie e ghiaie più o meno limose (poco addensate) seguite da limi argillosi con nuclei e livelli torbosi (poco consistenti), da un banco di ghiaia (molto addensata) e quindi dalle “argille” grigio azzurre.

Per il modello geologico si può quindi fare riferimento ad un sottosuolo costituito da 4 orizzonti con caratteristiche meccaniche molto variabili e differenziate.

Per la caratterizzazione e modellazione geotecnica è quindi opportuno che la definizione dei *valori caratteristici* dei parametri che contraddistinguono il sottosuolo del sito, pur caratterizzato da un modello geologico semplice, tenga presente la genesi dei litotipi presenti e soprattutto le condizioni sedimentologiche e i successivi processi di alterazione e diagenetici su piccola scala che possono aver determinato situazioni locali tali da conferire ai depositi un comportamento specifico e diversificato dal punto di vista dei caratteri macrostrutturali rilevabili in laboratorio e/o in sito attraverso le prove di resistenza meccanica, sia in termini di tensioni totali che efficaci.



In base all'esperienza maturata nel corso di numerosi studi su terreni di natura e struttura analoghe a quelli in esame e considerate le peculiarità geologiche dell'area d'interesse, si ritiene che i valori da utilizzare debbano essere analizzati anche e soprattutto sotto il profilo delle caratteristiche megastrutturali per definire, con la migliore approssimazione possibile, l'attendibile comportamento dei litotipi presenti nel sottosuolo del sito.²

Nella definizione dei *valori caratteristici* dei parametri geotecnici che competono ai litotipi presenti, si dovrà quindi fare riferimento ad un quadro unitario interpretativo delle conoscenze disponibili che tenga conto, anche in base alla sensibilità geologica, della variabilità che è stata riscontrata e della inevitabile dispersione dei risultati di ogni prova di caratterizzazione e di comportamento meccanico. In tale ottica, è opportuno che i valori siano definiti con un criterio di omogeneizzazione, interpretando i risultati di tutte le prove eseguite nella convinzione che sia possibile, pur rispettando le differenze, fare riferimento a comportamenti medi spazialmente omogenei che rispondono a esigenze di correttezza e sicurezza, facendo essenzialmente riferimento alle caratteristiche megastrutturali dei terreni in esame e quindi a valori medio-minimi

² Le *caratteristiche megastrutturali* sono quelle osservabili in sito, su una scala dell'ordine della decina di metri, mentre i *caratteri macrostrutturali* (citati in precedenza) sono quelli osservabili a livello di un campione di laboratorio (Lancellotta, 1994).



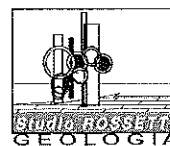
cautelativi dei parametri geotecnici, valutati secondo i criteri e le considerazioni precedentemente indicati.

Nel sito studiato il sottosuolo è caratterizzabile con un modello a più “strati”, nel quale quello geologico differisce da quello geotecnico (v. oltre), per la possibile presenza di nuclei e livelli argillosi nell’orizzonte sabbioso-ghiaioso più superficiale e di lenti e/o banchi ghiaioso-sabbiosi nell’orizzonte dei limi argilloso torbosi, non inquadrabili in precisi schemi sistematici (per via della loro struttura lenticolare) anche nell’ambito di uno stesso luogo.

La successione litostratigrafica di dettaglio è riportata qui di seguito.

- *da 0,0 a 0,8-1,3 m: terreno di riporto;*
- *da 0,8-1,3 a 12,8-14,9 m: sabbie e ghiaie più o meno limose, da poco a moderatamente addensate, con nuclei e/o livelli limo-argillosi;*
- *da 12,8-14,9 a 42,3 m: limi argillosi di consistenza media, con livelli e nuclei sabbiosi e torbosi e presenza di banchi di ghiaie e sabbie;*
- *da 42,3 a 45,6 m: ghiaie molto addensate con sabbia;*
- *oltre 45,6 m: substrato rappresentato dalla formazione “argillosa”, di colore grigio-azzurro, di consistenza elevata e con spessore di diverse centinaia di metri.*

Per completare il modello geologico, si sottolinea, in particolare, che l’azione di gradienti notevoli di subsidenza e le migrazioni laterali dell’asse vallivo hanno



determinato una continua divagazione dell'asse deposizionale con conseguenti eteropie laterali e la interdigitazione tra litologie clastiche di differente granulometria (v. modello geologico di Fig. 6.1): ciò determina, a volte, anche la presenza di falde idriche sovrapposte, spesso a pressione (come quella contenuta nel banco di ghiaia), intrappolate e salienti.

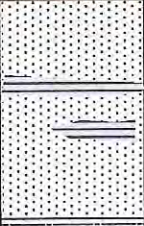
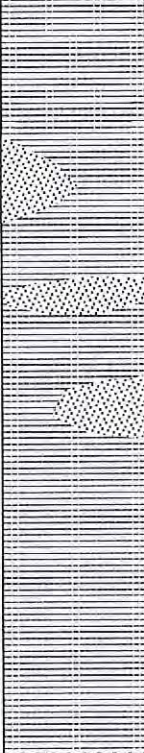
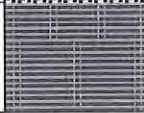
PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	FALDA (m)
0,8-1,5		Terreno di riporto	
12,8-14,9		Sabbie e ghiaie più o meno limose, giallastre o grigiastre, da poco a moderatamente addensate, con nuclei e/o livelli limo-argillosi	2,8
42,3		Limi argillosi grigiastri di consistenza media, con nuclei e livelli sabbiosi e torbosi e con possibile presenza di banchi ghiaioso-sabbiosi (non inquadrabili in precisi schemi sistematici)	
45,6		Ghiaie molto addensate con sabbia	
>> 100		Limi con argilla (con nuclei e livelli sabbiosi) (Substrato geologico: "argille" plio-pleistoceniche)	

Figura 6.1 – Modello geologico (f.s.)

7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

L'indagine, come si è visto, mostra una sensibile variabilità dei valori nell'ambito dei diversi orizzonti presenti nel sottosuolo del sito in esame.

Per le prove SPT e DPSH esistono in letteratura numerose correlazioni.

I risultati di queste prove consentono di stimare i valori di resistenza al taglio, di compressibilità e densità relativa utilizzando l'ampia bibliografia esistente in proposito, che però si riferisce in modo specifico a terreni sabbiosi.

Le Tabb. 7.1 e 7.2 e le Figg. 7.1, 7.2 e 7.3 consentono di stimare i principali parametri geotecnici in base alle prove eseguite e alle numerose correlazioni esistenti.

Skempton (1986) ha riesaminato i principali fattori che influenzano i risultati delle prove SPT suggerendo di correggere N_{SPT} per tener conto del livello tensionale in corrispondenza del quale è stata eseguita la prova.

N_{SPT}	VALUTAZIONE DELLO STATO DI ADDENSAMENTO
> 4	Sciolto
4÷10	Poco addensato
10÷30	Moderatamente addensato
30÷50	Addensato
> 50	Molto addensato

Tabella 7.1

N_{SPT}	STATO DI CONSISTENZA	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE SEMPLICE R_p (kg/cm^2)
2	Very soft (Molle)	0.25
2÷4	Soft (Tenero)	0.25÷0.50
4÷8	Medium (Medio)	0.50÷1.0
8÷15	Stift (Compatto)	1.0÷2.0
15÷30	Very Stift (Molto compatto)	2.0÷4.0
> 30	Hard (Duro)	> 4.0

Tabella 7.2

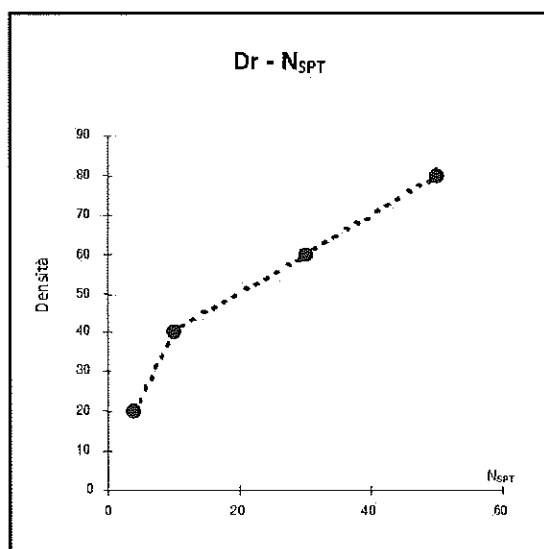


Figura 7.1

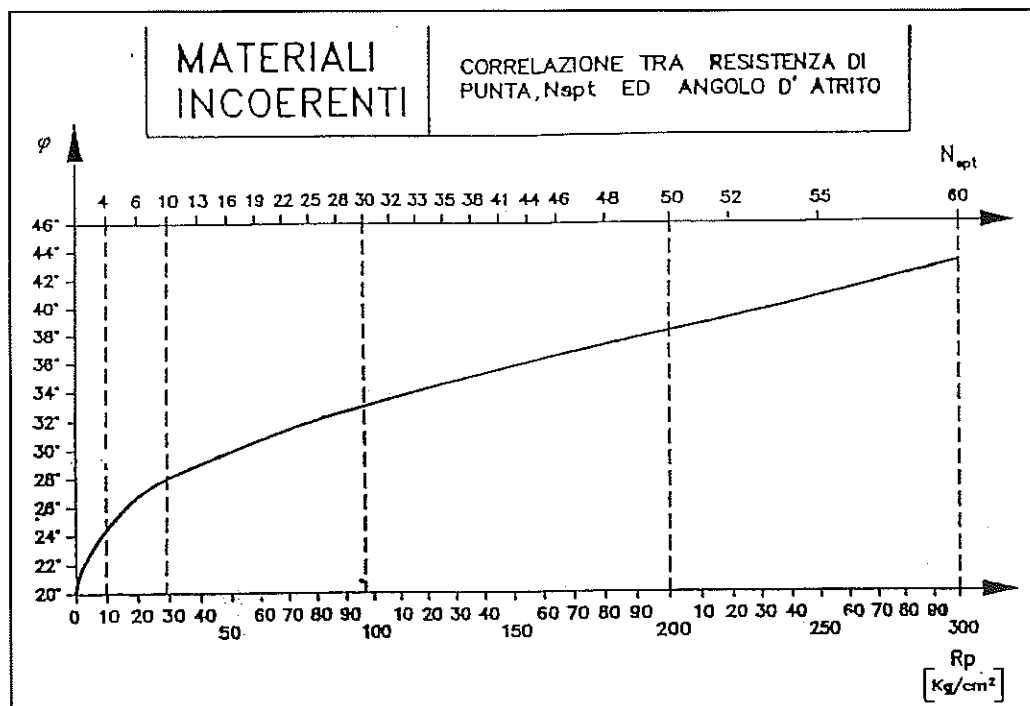


Figura 7.2

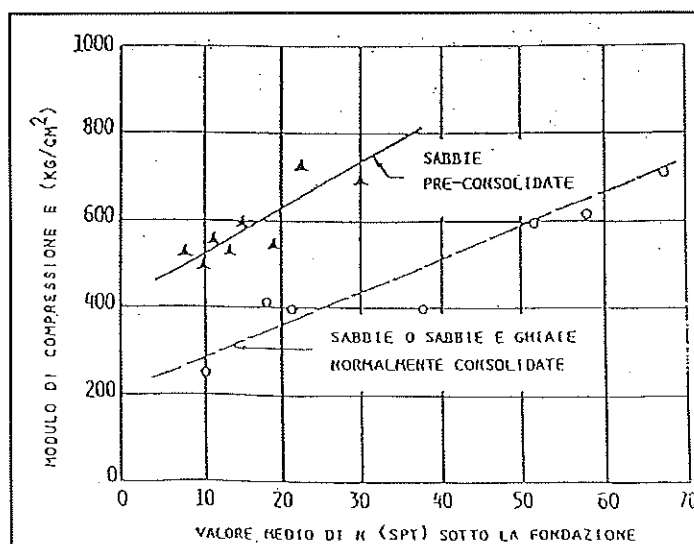


Figura 7.3

La Tab. 7.3 riporta, a titolo indicativo, i valori del modulo edometrico desunti da correlazioni empiriche e riferiti a terreni sabbiosi. Pur con tali incertezze, i valori calcolati con le formule proposte dagli Autori indicati nella tabella risultano comunque modesti e congruenti con quelli misurati con le prove di laboratorio su due campioni indisturbati (v. All. 9).

PROVA	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5
Quota dal p.c. (m)	2,00	3,00	6,00	9,00	18,00
Falda	No	Si	Si	Si	Si
N _{SPT}	12	10	28	40	6
MODULO EDOMETRICO (MPa)					
Farrent	8,1	6,7	18,2	23,3	4,2
Menzebach & Malcev	7,7	7,1	12,8	15,3	5,8

Tabella 7.3

Com'è noto, secondo le *NTC08*, le verifiche geotecniche richiedono, nell'ambito del *volume significativo* (Fig. 7.4)³, la caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce previa definizione dei *valori caratteristici* f_k dei parametri geotecnici (dai quali si ottengono i *valori di progetto* attraverso uno specifico coefficiente parziale γ_m) e tenendo poi conto dei coefficienti parziali γ relativi al tipo di opera.

³ Per *volume significativo* di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

I valori caratteristici (f_k) si determinano *analiticamente* partendo dai valori medi (f_m).

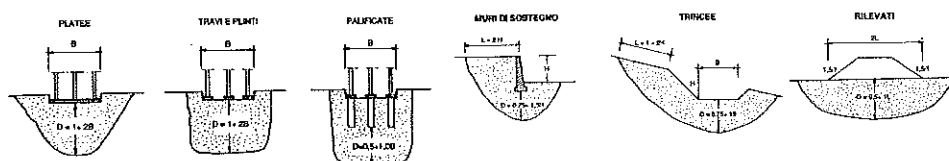


Figura 7.4
Volume significativo (da A.G.I., 1977)

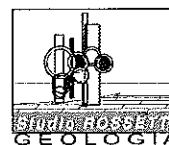
Per *valore caratteristico*, secondo l'EC7, s'intende quel *valore* al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento. Ad es., assumere un valore caratteristico di 24° dell'angolo di attrito del terreno con una probabilità di non superamento del 5% (*frattile 5%*), vuol dire ipotizzare che ci sia una probabilità del cinque per cento che il *valore reale* dell'angolo di attrito sia inferiore a 24° .

Per *valore caratteristico* di un parametro geotecnico deve quindi intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

In prima approssimazione i *valori caratteristici* di ϕ' , c' , e c_u (che sono quelli che più interessano per le verifiche agli stati limite ultimi) sono determinabili con le seguenti relazioni: ⁴

$$\phi'_k = \phi'_m (1 + C V_\phi)$$

⁴ Espressioni del tutto analoghe sono utilizzabili anche per la determinazione del peso di volume naturale (γ) e del modulo edometrico (M).



$$c'_k = c'_m (1 + C V_c)$$

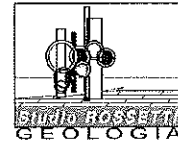
$$c_{u,k} = c_{u,m} (1 + C V_{cu})$$

dove:

- φ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno;
- c'_k = valore caratteristico della coesione intercetta;
- $c_{u,k}$ = valore caratteristico della coesione non drenata;
- φ'_m = valore medio dell'angolo di attrito;
- c'_m = valore medio della coesione intercetta;
- $c_{u,m}$ = valore medio della coesione non drenata;
- V_φ = coefficiente di variazione (COV) di φ' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di φ' ;
- V_c = coefficiente di variazione (COV) di c' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c' ;
- V_{cu} = coefficiente di variazione (COV) di c_u , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c_u ;
- C = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata.

In pratica il *valore caratteristico* è basato sul giudizio del geotecnico, così come quello *operativo* o *di progetto*.

Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo le NTC08, il riferimento a *valori prossimi ai valori medi* quando nello stato limite considerato è coinvolto un *elevato volume di terreno* [ad es., in *fondazioni superficiali*, nei *pali (per la portata laterale)*, nelle *opere di contenimento di notevole altezza*, nei *fronti di scavo* o in una *frana* il volume interessato dalla superficie di rottura è grande], con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la *struttura* a contatto con il terreno è dotata di *rigidezza sufficiente* a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.



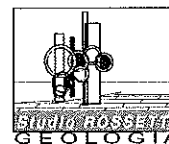
L'utilizzo di *valori caratteristici prossimi ai valori minimi* dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti *modesti volumi di terreno* (ad es., *terreno di base di un palo e verifica a scorrimento di un muro*), con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la *struttura a contatto con il terreno* non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua *insufficiente rigidità*. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; (ad esempio, effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata).

Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici *nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato*.

Nel caso in esame, i valori caratteristici dei parametri geotecnici possono essere determinati, non disponendo di prove di laboratorio e di prove in sito in numero significativo e per l'intera profondità indagata, con l'Approccio Bayesiano utilizzando la seguente espressione generale:

$$\kappa_k = \kappa_m (1 - CV/2) \text{ [Cherubini e Orr (1999)]}.$$

Le indicazioni si riferiscono a tre diverse situazioni possibili:



- A) *nessun valore di prove disponibile in corrispondenza del sito;*
- B) *alcuni valori di prova disponibili (da laboratorio o prove in situ);*
- C) *informazioni a priori con valori di prova disponibili;*

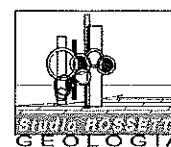
per valutare x_m e CV con le formule qui di seguito riportate.

- 1) $x_m = (a+4b+c)/6$ [a = valore minimo stimato; b = valore più probabile; c = valore massimo stimato]
 $CV = (c-a)/(a+4b+c)$ [=COV coefficiente di variazione]
- 2) $x_m = \sum x_i / n$ [= valore medio] - $s_x = [\sum (x_i - x_m)^2 / (n-1)]^{0.5}$ [= deviazione standard]
 $CV = s_x / x_m$ [= COV coefficiente di variazione]
- 3) $x_{m3} = [x_{m2} + x_{m1} / n (s_{x2} / s_{x1})^2] [1 + 1/n (s_{x2} / s_{x1})^2]$
 $s_{x3} = s_{x2} [1/n + (s_{x2} / s_{x1})^2]^{0.5}$
 dove:
 x_{m1} e s_{x1} sono il valor medio e la deviazione standard valutati a priori
 x_{m2} e s_{x2} sono il valor medio e la deviazione standard ottenuti da valori di prova
 x_{m3} e s_{x3} sono i valori aggiornati.

Considerata anche la dispersione dei valori riscontrati, tipica dei litotipi in esame, nonché le indicazioni fornite in precedenza, si può ricorrere all'approccio "A)", utilizzando i valori minimi e massimi registrati nel corso delle numerose prove eseguite su terreni appartenenti allo stesso contesto geologico, suddividendo il sottosuolo in 4 orizzonti (oltre al terreno di riporto), corrispondenti a quelli del modello geologico, e precisamente ⁵:

- *ORIZZONTE 1: da 0,8-1,3 a 12,8-14,9 m: sabbie e ghiaie più o meno limose, da poco a moderatamente addensate;*
- *ORIZZONTE 2: da 12,8-14,9 a 42,3 m: limi argilloso-torbosi, di consistenza media;*

⁵ Non si è tenuto conto della presenza di lenti e/o banchi di ghiaie e sabbie nell'ambito dei limi argilloso sabbiosi poiché, come si evince dal modello geologico, non sono inquadrabili in precisi schemi sistematici in quanto possono essere assenti o presenti a profondità diverse. Questa assunzione è comunque a favore della sicurezza.



- **ORIZZONTE 3:** da 42,3 a 45,6 m: ghiaie con sabbia, molto addensate;
- **ORIZZONTE 4:** oltre 45,6 m: substrato limoso-argilloso, di consistenza elevata e con spessore di diverse centinaia di metri.

Per i litotipi indicati si ritiene opportuno, a favore della sicurezza e secondo i criteri precedentemente indicati, attribuire ai parametri geotecnici fondamentali il range di valori riportato per ciascuno di essi nella Tab. 7.4.

ORIZZONTE	LITOTIPO	Spessore medio (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)	M (MPa)
-	Terreno agrario	1	17	-	-	-	-
1	Sabbie e ghiaie limose	13	18-20	25-30	-	-	8-20
2	Limi argilloso-torbosi	29	18-19	20-24	0-5	40-60	4-6
3	Ghiaie con sabbia	3	20-21	35-40	-	-	50-60
4	Limi argillosi	ind.	20-21	25-30	15-30	150-250	30-40

γ = peso di volume naturale - ϕ' = angolo di attrito - c' = coesione intercetta; c_u = coesione non drenata; M = modulo edometrico

Tabella 7.4

I **valori caratteristici** dei parametri geotecnici fondamentali necessari per le verifiche di stabilità delle fondazioni agli stati limite ultimi (*SLU*) e agli stati limite di esercizio (*SLE*) sono indicati, per ciascun orizzonte, nelle tabelle di calcolo dell'All. 10 (elaborate col trattamento statistico precedentemente citato), mentre la loro sintesi è riportata nel modello geotecnico di Fig. 7.5 e nel paragrafo conclusivo.

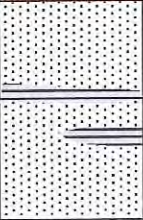
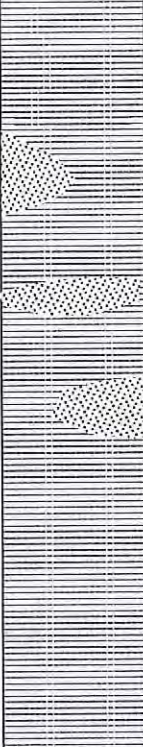
PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	FALDA (m)	PARAMETRI GEOTECNICI VALORI CARATTERISTICI (V. CALCOLI IN ALL. 10)
0,8-1,5		Terreno di riporto		
12,8-14,9		Sabbie e ghiaie più o meno limose, da poco a moderatamente addensate	2,8	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 29^\circ$ $M = 10 \text{ MPa}$
42,3		Limi argilloso-torbosi di consistenza media, con possibile presenza di banchi ghiaioso-sabbiosi (non inquadrabili in precisi schemi sistematici)		$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 22^\circ$ $c' = 0,4 \text{ kPa}$ $c_u = 48 \text{ kPa}$ $M = 6 \text{ MPa}$
45,6		Ghiaie con sabbia, molto addensate		$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 39^\circ$ $M = 58 \text{ MPa}$
>> 100		Limi con argilla (con nuclei e livelli sabbiosi) (Substrato geologico: "argille" plio-pleistoceniche)		$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 27^\circ$ $c' = 23 \text{ kPa}$ $c_u = 192 \text{ kPa}$ $M = 31 \text{ MPa}$

Figura 7.5 – Modello geotecnico (f.s.)



8. SISMICITA'

Come si è visto (§ 2), il Comune di Pescara nella nuova zonazione sismica della Regione Abruzzo è stato inserito, nell'anno 2003, tra i comuni sismici.

La sismicità non è particolarmente elevata (Zona 3) e quindi si ritiene con buona probabilità di confrontarsi con un campo di deformazione (indotto dalla possibile sollecitazione sismica) non particolarmente elevato, con un valore di accelerazione sismica massima $a_g < 0,15g$.

8.1. Sismicità storica

I dati di sismicità storica riguardanti il territorio di Pescara sono riportati nel database DBMI04 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Stucchi et alii, 2007) per gli eventi sismici al di sopra della soglia di danno verificatisi nel periodo 1000-2004.

Nella Tab. 8.1 sono riportate le informazioni relative a Pescara e a Castellammare Adriatico (la cui fusione con Pescara Porta Nuova diede origine all'attuale Pescara).

Nella Fig. 8.1, nella quale sono riportati gli anni dei principali eventi sismici e le relative intensità $I_s \geq 4,5$, si rileva che il terremoto di maggiore intensità ($I_s = 8$) è stato registrato a Castellammare Adriatico nel 1703 (L'Aquila).

Seguono quelli di intensità: $I_s = 7$ dell'Abruzzo meridionale (1881 a Pescara); $I_s = 6$ del Gran Sasso (1950); $I_s = 5-6$ di Avezzano (1915); $I_s = 5$ dell'Abruzzo

meridionale (1981 a Castellammare Adriatico), delle Marche meridionali (1873), della Maiella (1933), dell'Irpinia-Basilicata (1980) e dell'Appennino abruzzese; $I_s = 4-5$ dell'Appennino umbro-marchigiano (1997).

Storia sismica di Pescara [42.464, 14.214]									
Numero di eventi: 18									
Effetti					In occasione del terremoto del:				
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
5	1873	03	12	20	04	Marche meridionali	196	9	5.88
3	1975	12	06			S.MARCO IN LAMIS	97	8	6.07
7	1881	09	10	07		Abruzzo meridionale	29	8-9	5.59
3	1913	10	04	18	26	MATESE	205	8	5.40
5-6	1915	01	13	06	52	AVEZZANO	1040	11	6.99
4	1930	07	23	00	08	Irpinia	509	10	6.72
3	1930	10	30	07	13	SENIGALLIA	263	8-9	5.94
5	1933	09	26	03	33	Maiella	326	9	5.68
6	1950	09	05	04	08	GRAN SASO	137	8	5.73
7	1951	05	25	20	42	ADRIATICO	5	4	5.17
3-4	1962	08	21	18	19	Irpinia	214	9	6.19
3	1972	02	29	20	54	ADRIATICO MER.	21	6	4.87
4	1972	06	14	18	55	Medio Adriatico	17	8	5.40
4	1979	09	19	21	35	Valnerina	691	8-9	5.90
5	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
5	1984	05	07	17	49	Appennino abruzzese	912	8	5.93
4	1987	07	03	10	21	PORTO SAN GIORGIO	359	7	5.18
4-5	1997	09	26	09	40	Appennino umbro-march.	869	9	6.05

Storia sismica di Castellammare Adriatico [42.474, 14.201]									
Numero di eventi: 3									
Effetti					In occasione del terremoto del:				
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
8	1703	02	02	11	05	Aquilano	70	10	6.65
5	1881	09	10	07		Abruzzo meridionale	29	8-9	5.59
3	1925	09	24	13	33	Molise occidentale	50	7-8	5.40

Tabella 8.1

I dati per le due località sono confrontabili solo per il terremoto del 1881 e mostrano una sensibile differenza di I_s , dovuta quasi certamente alla differente risposta sismica locale (v. oltre) con un'amplificazione sensibile nel settore di Pescara Porta Nuova.

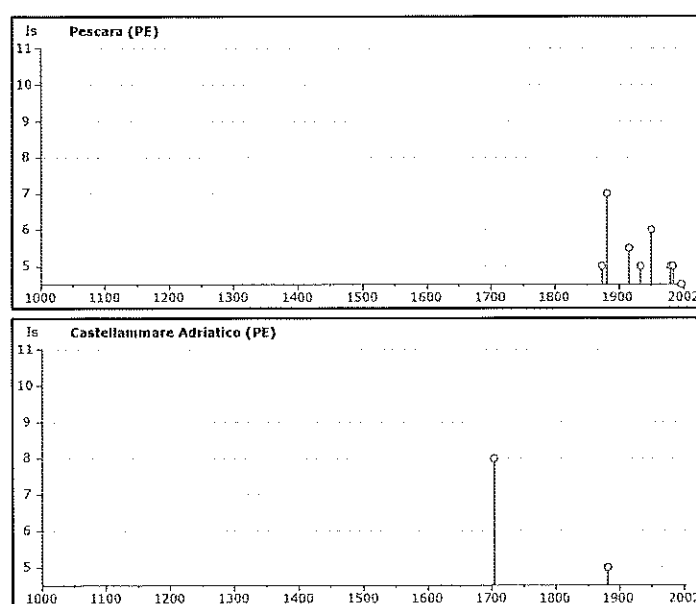
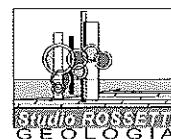


Figura 8.1

8.2. Indagine sismica

L'indagine, come si è visto, è consistita in n. 2 misure a stazione singola di microtemori al suolo elaborate secondo la tecnica HVSR che permette la misura immediata della frequenza di risonanza fondamentale del sottosuolo.

La prova consente anche la determinazione delle $V_{s,30}$ sfruttando, mediante l'inversione delle misure, la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli "sintetici" (cioè con quelli calcolati relativamente



al campo d'onde completo di un modello 3D) ed anche, entro certi limiti, la valutazione delle amplificazioni di sito.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

L'indagine ha permesso:

- la misura della frequenza fondamentale al suolo;
- la velocità delle onde di taglio ($V_{s,30}$) nei primi 30 m di profondità;

In allegato al testo delle *NTC08* è presente una tabella nella quale le azioni sismiche vengono determinate facendo riferimento alle coordinate geografiche di una griglia di punti prefissati sul territorio: i valori per il sito di interesse, individuato mediante interpolazione sui quattro punti adiacenti, vengono quindi calcolati sulla base della conoscenza della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m ($V_{s,30}$) per le quali è possibile utilizzare, se disponibili, i valori di N_{SPT} e di c_u (v. oltre) o, com'è consigliato, misure dirette, come quella in esame.

Scopo fondamentale del rilevamento è, come precedentemente descritto, la misura della frequenza di risonanza fondamentale del sottosuolo, oltre alla determinazione delle $V_{s,30}$ sito per l'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento necessaria per la definizione dell'azione sismica secondo l'approccio semplificato previsto dalla normativa attualmente vigente (D.M. 14.01.2008).

Le funzioni HVSR (Fig. 8.2) mostrano entrambe un picco di risonanza significativo (valore $H/V > 2$) a 1,25 Hz circa.

Il picco a frequenza di 55 Hz circa presente nella misura M1 indica pure una risonanza stratigrafica, dipendente da una variazione di rigidezza, ma riguarda uno “strato” (*terreno di riporto*) che termina a bassissima profondità (≈ 1 m) e comunque con rapporto H/V basso:

Per questa ragione, e perché ingegneristicamente parlando ha poco senso, non è da tenere in conto.

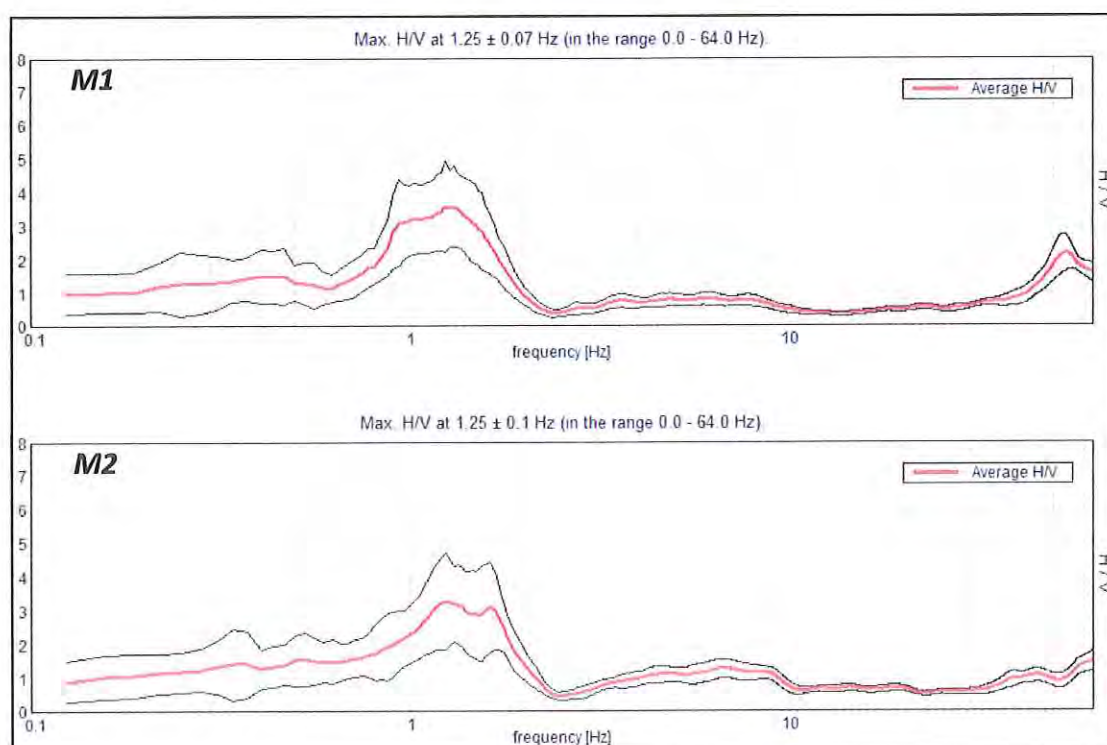


Figura 8.2

Si osservano, inoltre, inversioni di velocità (v. grafici SINGLE COMPONENT SPECTRA in All. 7), corrispondenti a profondità di 12-15 m circa (*tetto dei limi argilloso-torbosi*) di cui si è tenuto conto nel calcolo delle $V_{s,30}$.

I report completi sono visibili nell'All. 7 che riporta anche i valori di $V_{s,30}$ calcolati e i controlli statistici (*tutti positivi*) predisposti dal progetto EU SESAME (<http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr>).

In conclusione, le misure mostrano che nel sottosuolo sono presenti litotipi con caratteristiche di rigidità significativamente diverse.

Com'è noto, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto secondo l'approccio semplificato previsto dal DM. 14.01.2008 sono definite (Tabella 3.2.II) le seguenti categorie di profilo stratigrafico del sottosuolo (*le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni*):

- A) *Anmassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- C) *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un

graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

- D)** *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
- E)** *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre 2 (Tabella 3.2.III del DM. 14.01.2008), per le quali sono richieste specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente in presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/ di argille di elevata sensibilità:

- S1)** Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
- S2)** Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti, la $V_{s,30}$ rappresenta la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio S (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito viene dunque classificato in base al valore $V_{s,30}$.

Nel caso in esame, i valori $V_{s,30}$, determinati attraverso le misure sismiche risultano (v. All. 7):

$$V_{s,30} = 260 \text{ m/s (Misura M1)}$$

$$V_{s,30} = 266 \text{ m/s (Misura M2)}$$

riferiti, ovviamente, al piano campagna e non alla quota delle fondazioni, e quindi si è in presenza di un sottosuolo di:

Categoria C

come sopra definita dalle *NTC08*.

8.3. Pericolosità sismica e valutazione dell'azione sismica

Come si è visto, il comune di Pescara è inserito in una zona con pericolosità sismica bassa (Zona 3), secondo l'O.P.C.M. 3274/2003, dove possono verificarsi terremoti di bassa intensità secondo la classificazione del territorio italiano che ha previsto una suddivisione in zone sismiche con le seguenti 4 classi di pericolosità:

- zona 1 (alta): $PGA \geq 0,25g$
- zona 2 (media): $0,15 \leq PGA < 0,25g$

- zona 3 (bassa): $0,05 \leq \text{PGA} < 0,15\text{g}$
- zona 4 (molto bassa): $\text{PGA} < 0,05\text{g}$

dove PGA (Peak ground acceleration) è la misura della massima accelerazione del suolo indotta dal terremoto e registrata dagli accelerometri.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni - Gazzetta Ufficiale n. 29 del 04.02.2008 - Supplemento Ordinario n. 159), la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s,30} > 800 \text{ m/s}$), viene definita, com'è noto, mediante un approccio “*sito dipendente*” e non più con un criterio di “*zona dipendente*”. Pertanto, la stima dei parametri spettrali richiesti per la definizione dell'azione sismica di progetto va eseguita direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Tab. 1, All. B del D.M. 14.01.08).

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati dalle NTC08, si definiscono a partire dalla “*pericolosità sismica di base*” del sito che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni.

La “*pericolosità sismica di base*” del sito viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

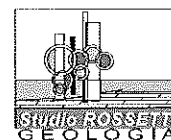
Inoltre, la definizione dell'azione sismica implica la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $Se(T)$ "ancorato" al valore di a_g , facendo riferimento a prefissate probabilità di eccedenza della stessa azione sismica nel periodo di riferimento VR per la struttura. La forma di tale spettro è definita, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato al testo delle citate Norme Tecniche è presente, come si è detto, una tabella nella quale i suddetti valori vengono definiti in funzione delle coordinate geografiche di una griglia di punti prefissati sul territorio, determinando i valori per il sito di interesse mediante interpolazione sui quattro punti adiacenti.

Il sito in esame è individuato nel sistema di riferimento geografico ED 50 dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 42,46397- Longitudine: 14,20755



In generale, le condizioni del sito di riferimento rigido non corrispondono a quelle effettive in quanto non tengono conto delle *condizioni stratigrafiche* del volume di terreno interessato dall'opera e delle *condizioni topografiche* che concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido orizzontale. Tali modifiche (*in ampiezza, durata e contenuto in frequenza*) sono il risultato della “*risposta sismica locale*” e si riferiscono a:

- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna che può produrre focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi per fenomeni di riflessione e per interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto;
- *effetti stratigrafici*, connessi alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche del terreno, alla geometria del contatto substrato-terreni sovrastanti e/o a quella dei diversi “strati” che costituiscono il sottosuolo del sito.

In particolare, quindi, la categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche e stratigrafiche incidono sullo spettro elastico di risposta in quanto l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente:

$$S = S_T S_S$$

che comprende gli effetti delle amplificazioni topografiche (S_T) e stratigrafiche (S_S).

Per quanto concerne le caratteristiche topografiche, essendo in presenza di una configurazione superficiale semplice si può adottare la classificazione riportata nella seguente Tabella 3.2.IV delle NTC08,

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

ed inserire il sito (pianeggiante) in esame in

Categoria T1

(superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$)

per la quale (Tab. 3.2.VI delle NTC08) il *valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica* vale:

$$S_T = 1,0.$$

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

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

Per quanto concerne il *coefficiente di amplificazione stratigrafica* esso può essere calcolato, come indicato nella Tab. 3.2.V delle NTC08, in funzione di F_0

(valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e a_g (accelerazione orizzontale massima al sito).

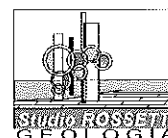
Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c')^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c')^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c')^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c')^{-0,40}$

In base a quanto finora evidenziato, si ritiene che gli effetti della risposta sismica locale (RSL) per la definizione delle azioni sismiche di progetto possono essere valutati facendo riferimento all'approccio semplificato utilizzando i coefficienti di amplificazione di normativa (All. 11).

8.3.1. Liquefazione

Com'è noto, il problema della *suscettibilità alla liquefazione* (§ 7.11.3.4 delle NTC08) riguarda i terreni sabbiosi saturi durante l'evento sismico e viene affrontato con i metodi semplificati basati sulla *definizione di un coefficiente di sicurezza* dato come rapporto tra la resistenza a taglio mobilitata nello strato e lo sforzo tagliante indotto dall'evento sismico.



Quando si manifesti “*almeno una*” delle circostanze riportate qui di seguito la verifica a liquefazione non è necessaria (§ 7.11.3.4.2 delle NTC08).

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 8.3(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. 8.3(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso in esame, il deposito può essere definito non liquefacibile, almeno con riferimento alla condizione 5, poiché si è in presenza di terreni con coefficiente di uniformità sicuramente inferiore a 3,5 (non calcolabile per la elevata percentuale di

terreni fini: v. curve granulometriche in All. 9) e con fuso granulometrico non compreso in quello indicato nella Fig. 8.3(a).

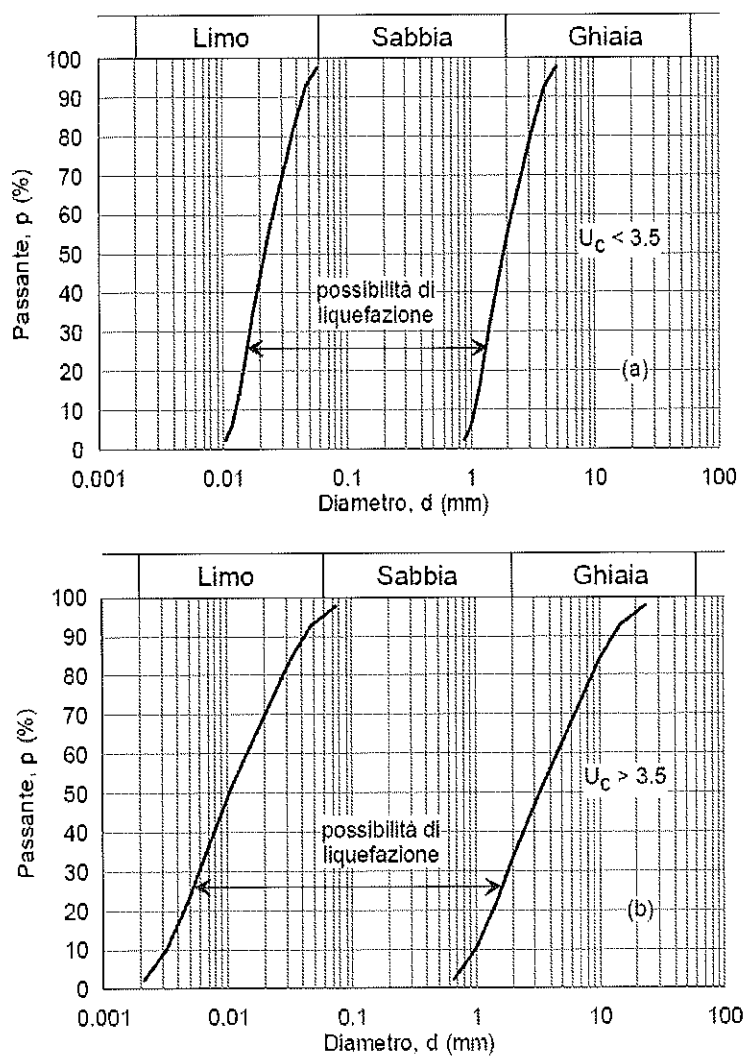


Figura 8.3
Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

9. SINTESI DELLO STUDIO E CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi, considerazioni e valutazioni esposte nel corso della stesura della presente relazione, si rileva che sotto il profilo geologico e geotecnico non sussistono impedimenti per la realizzazione dell'intervento previsto né pericolosità geologiche degne di nota: pertanto si possono esprimere i seguenti pareri conclusivi.

- Le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione, le condizioni morfologiche e di stabilità dell'area sulla quale ricade il sito in esame e la geometria e il tipo di manufatto da realizzare sono tali da consentire il previsto intervento.
- Il terreno di fondazione è caratterizzato dalla presenza di sabbie, più o meno limose, che sormontano il substrato geologico locale formato dalle note "argille plio-pleistoceniche".
- Il livello della falda è prossimo al p.c. (2,8 m) ed è soggetto ad oscillazioni in dipendenza della piovosità.
- Per le verifiche agli *stati limite ultimi (SLU)* e agli *stati limite di esercizio (SLE)* si possono utilizzare, a favore della sicurezza, i **valori caratteristici** calcolati (All. 10) e sintetizzati nella Tab. 9.1.

ORIZZONTE	LITOTIPO	Spessore medio (m)	γ (kN/m ³)	φ' (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)	M (MPa)
-	Terreno agrario	1	17	-	-	-	-
1	Sabbie e ghiaie limose	13	19	29	-	-	10
2	Limi argilloso-torbosi	29	18	22	0,4	48	6
3	Ghiaie con sabbia	3	21	39	-	-	58
4	Limi argillosi	ind.	21	27	23	192	31

γ = peso di volume naturale - φ' = angolo di attrito - c' = coesione intercetta; c_u = coesione non drenata; M = modulo edometrico

Tabella 9.1 – Valori caratteristici

- Sotto il profilo sismico si è in presenza di un sottosuolo di

Categoria C

con velocità delle onde di taglio calcolate sulla base di n. 2 misure di sismica passiva a stazione singola (riferite al piano campagna):

$$V_{s,30} = 260 \text{ m/s (Misura M1)}$$

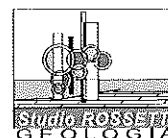
$$V_{s,30} = 266 \text{ m/s (Misura M2).}$$

La valutazione della pericolosità sismica (di base e di sito), completa dei parametri e degli spettri caratteristici, sono riportati nell'All. 11.

Sempre per quanto concerne le azioni sismiche si fa presente che non sono ipotizzabili fenomeni di liquefazione del terreno (§ 8).

Per le scelte definitive il Progettista dovrà adottare le soluzioni più idonee sulla base di considerazioni riguardanti:

1. l'analisi dei carichi e delle sollecitazioni
2. il tipo, le dimensioni e la geometria delle fondazioni
3. l'influenza dei cedimenti



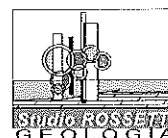
4. fattori tecnico-economici, nonché di tipo esecutivo.

In particolare, è necessario tener conto del punto 3., sia perché l'Orizzonte 1 è caratterizzato da notevoli eterogenità litologiche e di resistenza meccanica sia perché i carichi indotti dal fabbricato interesseranno anche l'Orizzonte 2 costituito da terreni molto compressibili.

L'eventuale ricorso ad una struttura di fondazione indeformabile potrebbe mettere al riparo la sovrastruttura da fenomeni fessurativi, ma non da rotazioni rigide: si deve infatti tener conto sia della notevole lunghezza del fabbricato sia della variabilità spaziale delle litologie presenti (insita nella loro genesi e riscontrata anche nei due sondaggi eseguiti) che comporta inevitabilmente cedimenti differenziali non valutabili rigorosamente.

Si ricorda anche che il provvedimento di adottare una platea è efficace nel sottrarre la sovrastruttura agli effetti dei cedimenti differenziali solo se la rigidità flessionale della struttura di fondazione è maggiore (4÷5 volte) della somma delle rigidità degli orizzontamenti in elevazione.

In base a quanto sopra evidenziato è evidente che la soluzione che garantisce la massima sicurezza è quella di adottare fondazioni profonde costituite da pali trivellati di grande diametro con punta immorsata nella ghiaie basali secondo una lunga e soddisfacente pratica locale.



In riferimento a fondazioni su pali, si fa presente che la loro funzionalità è condizionata non solo dalle caratteristiche dei terreni attraversati ma anche, e spesso in maniera rilevante, dal procedimento tecnologico e dalle modalità esecutive.

Per una corretta realizzazione dei pali trivellati si raccomanda perciò di considerare i seguenti aspetti costruttivi (§ 6.4.3.5 delle NTC08):

- un'accurata pulizia del foro e il controllo della loro lunghezza prima di porre in opera l'armatura e di iniziare il getto del cls;
- di eseguire i getti mediante tubi convogliatori (sistema "contractor") senza soluzioni di continuità ed in tempi compatibili con quelli di presa del cls impiegato;
- di considerare corretta l'esecuzione di un palo solo se non comporta l'impiego di un volume di cls superiore a 1,5 volte quello nominale di scavo;

Mentre per quanto riguarda tutte le altre precauzioni relative alla perforazione e alla messa in opera delle gabbie di armatura e al getto del cls, si rimanda alle *"Raccomandazioni sui pali di fondazione"* (A.G.I., 1984), si fa qui presente la necessità di prevedere anche l'utilizzo di tubazioni metalliche di rivestimento provvisorio (almeno per i primi 4-5 m) e l'uso di fanghi bentonitici e/o di polimeri per il sostentamento dei fori.

Tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, la qualità dei pali dipende in misura significativa dai procedimenti esecutivi, come sopra indicato: per questa ragione, secondo quanto previsto nel § 6.4.3.6 delle NTC08, devono essere effettuati controlli di integrità, da effettuarsi con prove dirette e indirette, su almeno il 5% dei pali con un minimo di 2. Nel caso in esame non si ritiene invece necessario il ricorso a prove di progetto su pali pilota, mentre, sempre con riferimento alle NTC08, sono obbligatorie (§ 6.4.3.7.2) prove di carico statiche di verifica (sia per controllare la corretta esecuzione dei pali sia per verificarne il comportamento sotto le azioni di progetto) spinte fino ad un carico assiale pari a 1,5 volte (1,2 volte nel caso di pali strumentati) l'azione di progetto utilizzata per le verifiche *SLE*.

Al riguardo, rimandando al § 6.4.3 delle NTC08 per quanto non esplicitamente esposto nella presente relazione e/o per eventuali approfondimenti, si ricorda che il numero minimo delle prove non deve essere inferiore a:

- n. 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- n. 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- n. 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- ecc..

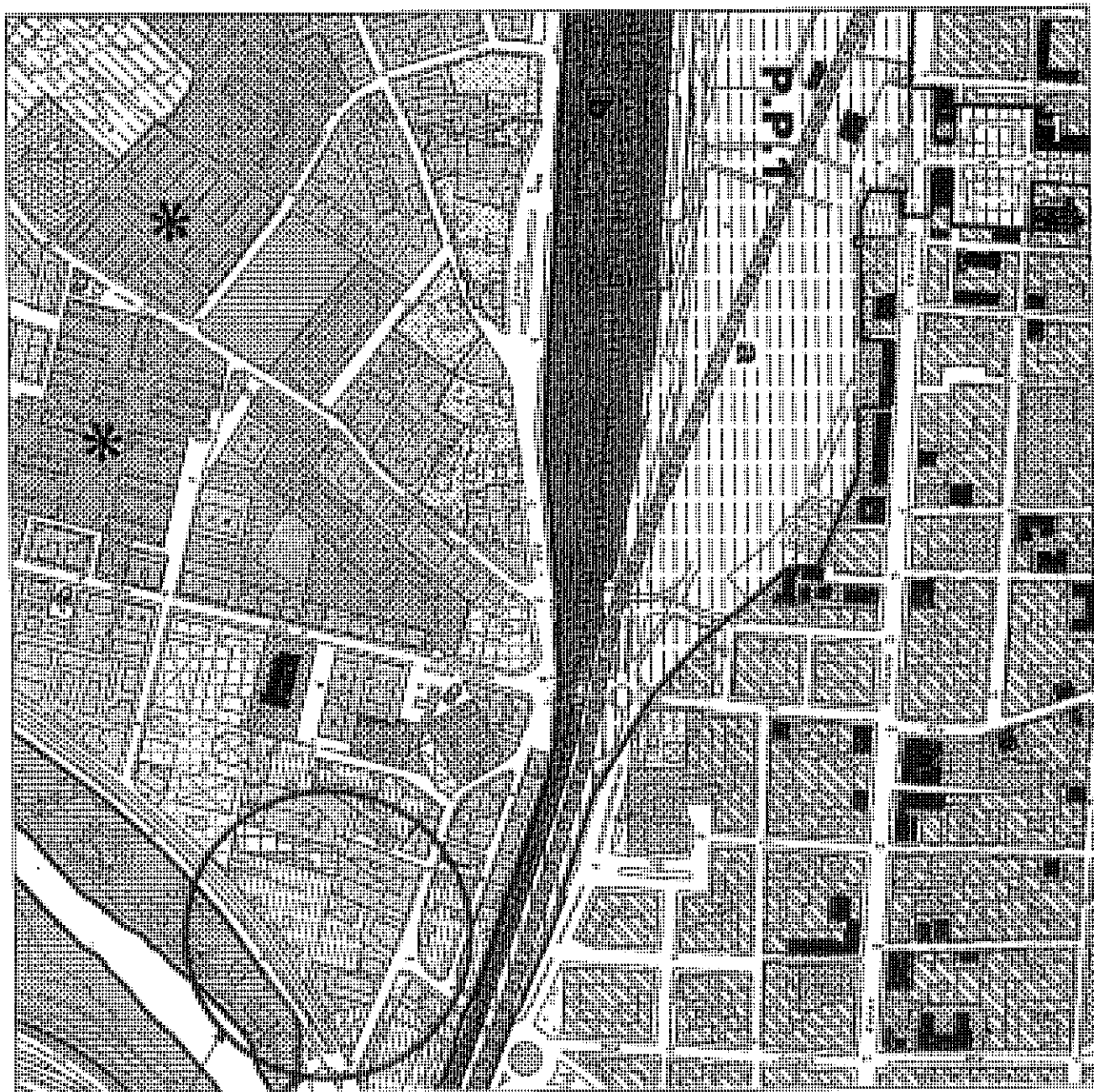
Francavilla al Mare, maggio 2013



Ubicazione dell'area e del sito

All. 1

ZONIZZAZIONE DI P.R.G. "B4" COMPLETAMENTO E RISTRUTTURAZIONE



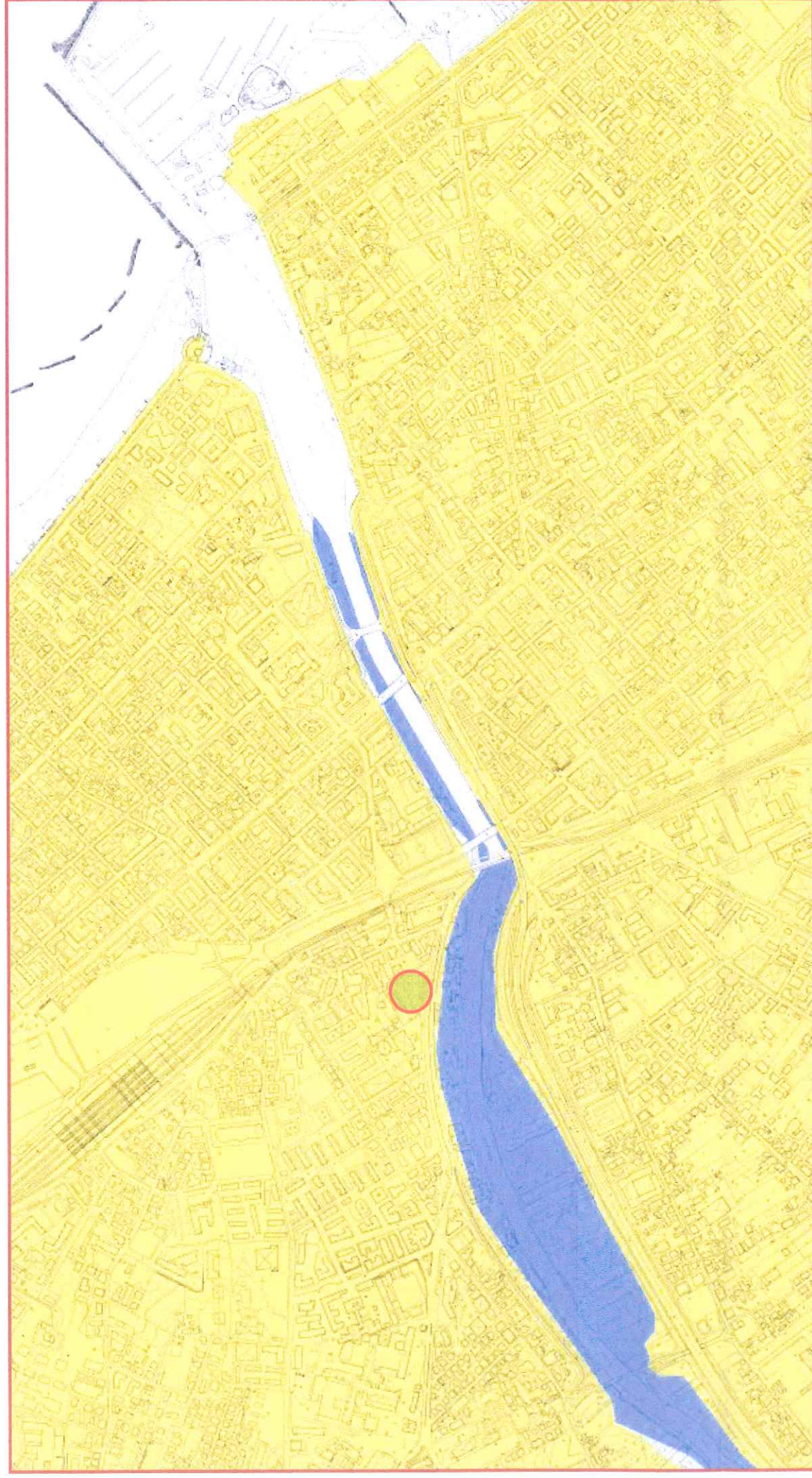
Scala 1:500

UBICAZIONE

*Stralcio Carta della pericolosità del comune di Pescara
e Stralcio Carta PSDA*

VARIANTE AL **PIANO
REGOLATORE
GENERALE**

PIANO DELLE INVARIANTI PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE



LEGENDA ESSENZIALE



Area P1 - Pericolosità da nulla a bassa

Sono comprese:

- aree di pianura;
- aree collinari ad acclività nulla o modesta;
- aree che presentano uno spessore ridotto di coltre superficiale alterata;
- aree in cui non sono evidenti indizi geomorfologici che possano far presumere fenomeni potenziali o in atto di dissesti gravitativi.

Integrazione con PSDA



Area P3/3 - Fiume Pescara

Sono comprese aree:

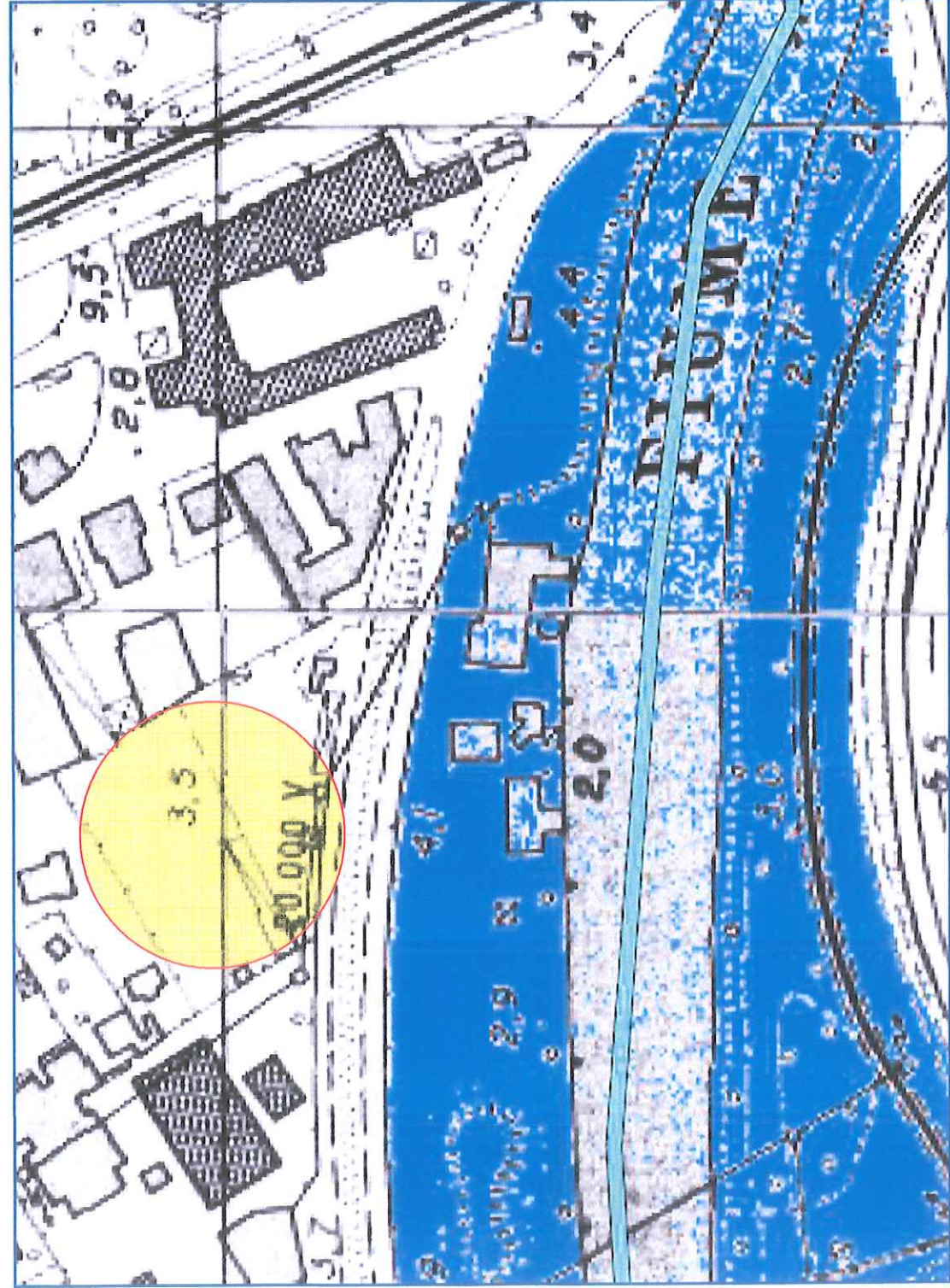
- considerate a rischio idraulico molto elevato (studi condotti per conto della Regione Abruzzo - Servizio "Gestione e Tutela Della Risorsa Acqua Superficiale e Sotterranea" per la stesura del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA);
- prossime alla foce del Pescara coinvolte nell'esondazione del 1992.



UBICAZIONE DEL SITO

Stralcio della Carta della pericolosità geologica

(Adattamento dalla scala originale 1:10.000)



Classi di pericolosità idraulica (Q50 - Q100 - Q200) (*)

Pericolosità molto elevata $h50 > 1\text{m}$ $v50 > 1\text{m/s}$	Reticolo idrografico
Pericolosità elevata $1\text{m} > h50 > 0.5\text{m}$ $h100 > 1\text{m}$ $v100 > 1\text{m/s}$	
Pericolosità media $h100 > 0\text{m}$	
Pericolosità moderata $h200 > 0\text{m}$	

PIANO STRALCIO

DIFESA ALLUVIONI

STUDI IDRAULICI PER LA MAPPATURA
DELLE AREE INONDABILI

CARTA DELLA

PERICOLOSITA' IDRAULICA

Bacino dell' Aterno Pescara
Fiume Pescara

Elaborato 7.2.07.pe.01

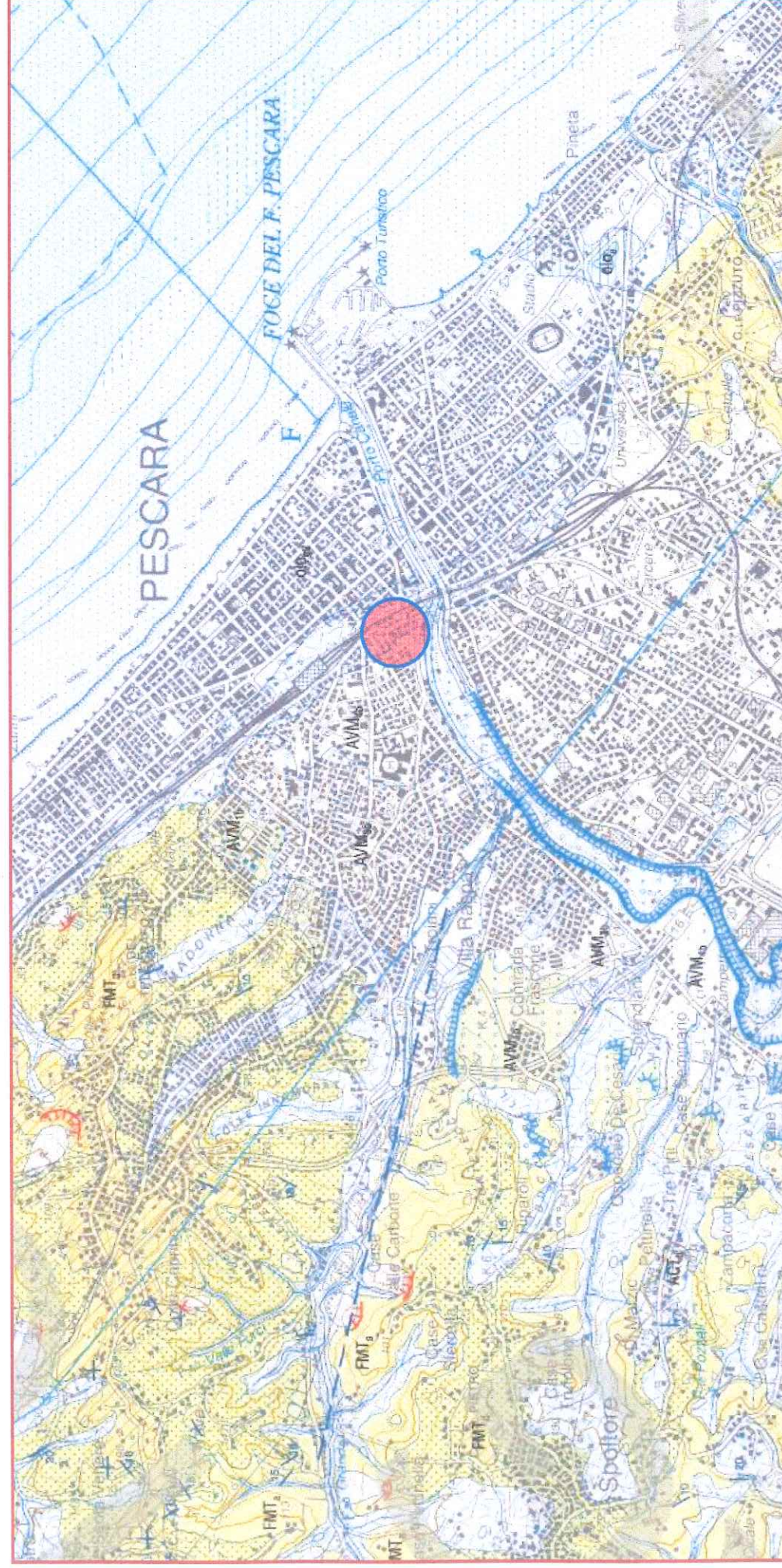
ADATTAMENTO DALLA

SCALA ORIGINALE 1:10.000

UBICAZIONE DEL SITO

Carta geologica

All. 3



LEGENDA ESSENZIALE

SINTEMA DI VALLE MAJELAMA

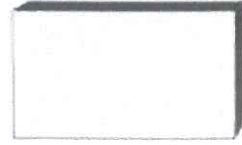
Questo sintema è costituito prevalentemente da depositi alluvionali, terrazzati e disposti in diversi ordini ad altezze variabili sul fondovalle ed è stato suddiviso in 4 subsintemi. Il limite inferiore dei depositi è sempre costituito da una superficie erosiva a contatto con i depositi della successione marina o con i depositi più antichi della successione continentale. Il limite superiore è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito, più o meno rimodellata ed erosa, o dal contatto erosivo con i depositi continentali più recenti.

PLEISTOCENE SUPERIORE

subsintema di Chieti Scalo (AVM₄)

E' costituito da depositi alluvionali e da depositi e gneiss mista. Depositati alluvionali - Sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a ciasti poligenici (*arenacei, calcarei e selciferi*), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limosa; sono riferibili ad ambiente fluviale. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso sono in contatto netto con le sottostanti ghiaie. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale (AVM₄). Deposito di origine mista - Ghiaie eterometriche e conglomerati debolmente cementati, con matrice sabbioso limosa da assente ad abbondante, in assetto caotico o con stratificazioni poco evidenti, di origine mista sia di natura alluvionale che legata all'azione della gravità. Affiorano lungo i versanti di fossi minori nell'area di Silvi (AVM₄).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.



AVM₄

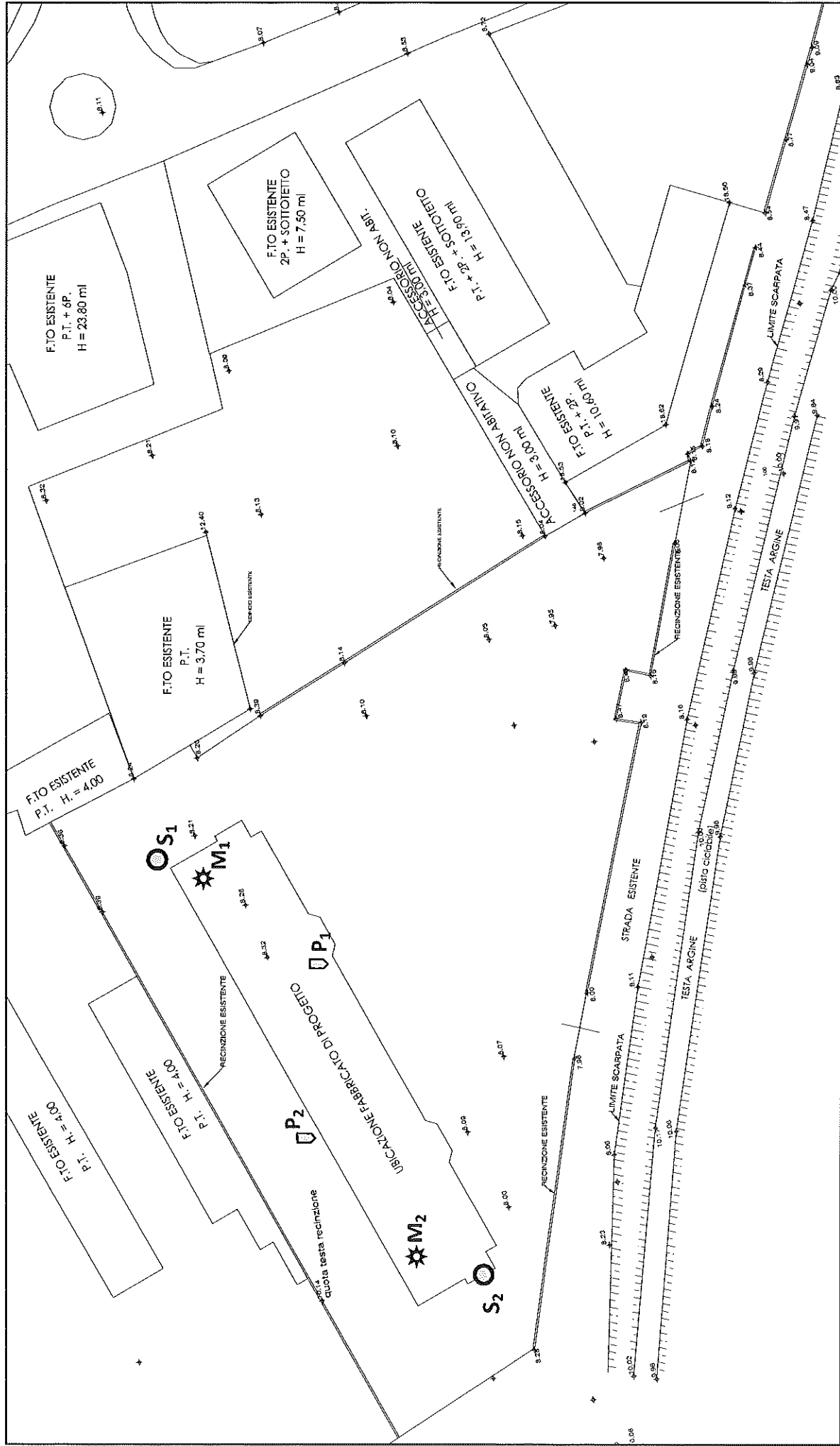


UBICAZIONE DELL'AREA

Stralcio della Carta Geologica d'Italia - Progetto CARG

(adattamento dalla scala originale 1:50.000) – (in attesa di stampa – pubblicata sul web)

Planimetria con ubicazione dei punti d'indagine



PLANIMETRIA SCALA 1:500

○ Sn = Sondaggio geognostico-geotecnico

□ Pn = Prova penetrometrica DPSH

★ Tn = Misura microtremori

Stratigrafie

All. 5

Committente: SILEX 3 srl - UROPA srl	Sondaggio: S1	Macchina operatrice: Sonda CMV 900
Geologo: Ermenegildo Rossetti	Coordinate: Lat. 42° 27' 47" 35 N Long. 14° 12' 24" 87 E	Metodo perforazione: Rotazione
Opera: P.U.E. - Comparto 5.06/B - Lottol	Quota s.l.m.:	Metodo campionamento: Carotaggio
Località: Pescara	Data inizio: 02/05/2013	φ perforazione: 101 mm
Cantiere: Via Valle Roveto	Data fine: 02/05/2013	Normativa di riferimento: Racc. AGI 1977
		Scala 1:100

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Rivestimento φ 127 mm	Falda (m)	Piezometro a tubo aperto Campioni di terreno	Rp (kg/cmq)						Note
							1	2	3	4	5	6	
0.0			Riporto										I campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n°4 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica
1.5	1.5												
3.1	3.1		Sabbia avana limosa		2.8	3.0 C.I.							Il livello della falda è quello misurato il 24/05/2013
4.6						3.5							
5.8	1.2		Limo avana sabbioso										PROVE SPT
7.8	2.0		Sabbia grigia con limo			6.0 C.I.							
8.9	1.1		Sabbia grigia limosa			6.5							PROVE SPT
11.5	2.0		Ghiaietto più o meno sabbioso										
12.0	0.5		Ghiaietto con limo, sabbioso										PROVE SPT
13.0	1.0		Ghiaia eterometrica										
13.5	0.5		Sabbia grigiastra limosa										PROVE SPT
14.0	0.5		Ghiaia eterometrica										
14.9	0.9		Ghiaia con limo										PROVE SPT
19.6	4.7		Limo argilloso con nuclei e livelli torbosi										
20.0	0.4		Limo argilloso con torba	20.0	20.0								

PROVE SPT			
PROFONDITA' (m)	NUMERO DI COLPI		
	N1	N2	N3
2,00 - 2,45	3	4	8
9,0 - 9,45	15	18	22

Committente: SILEX 3 srl - UROPA srl	Sondaggio: S2 (Parte I)	Macchina operatrice: Sonda CMV 900
Geologo: Ermenegildo Rossetti	Coordinate: Lat. 42° 27' 46",21 N Long. 14° 12' 23",25 E	Metodo perforazione: Rotazione
Opera: P.U.E. - Comparto 5.06/B - Lottol	Quota s.l.m.:	Metodo campionamento: Carotaggio
Località: Pescara	Data inizio: 03/05/2013	φ perforazione: 101 mm
Cantiere: Via Valle Roveto	Data fine: 06/05/2013	Normativa di riferimento: Racc. AGI 1977
		Scala: f.s.

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Rivestimento φ 127 mm	Falda (m)	Piezometro a tubo aperto	Campioni di terreno	Rp (kg/cmq)	Note
0.0	0.8		Riporto						1 campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n° 10 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica
0.8			Limo argilloso avana						
	2.7								PROVE SPT
3.5			Sabbia grigiastra più o meno limosa con livello di limo argilloso (4.5-4.6 m)						PROVE SPT
	3.9								PROVE SPT
7.4			Ghiaia eterometrica sabbiosa						PROVE SPT
	2.0								
9.4			Limo sabbioso grigiastro						PROVE SPT
10.0	0.6								
			Ghiaia eterometrica						PROVE SPT
	0.6								
12.8			Limo argilloso con livelli torbosi (14.0-14.1 m, 18.5-19.5 m, 21.0-21.5 m) e con presenza di legno (20.0-20.1 m)						PROVE SPT
	12.7								PROVE SPT
25.5									PROVE SPT

Committente: SILEX 3 srl - Uropa srl	Sondaggio: S2 (Parte II)	Macchina operatrice: Sonda CMV 900
Geologo: Ermenegildo Rossetti	Coordinate: Lat. 42° 27' 46",21 N Long. 14° 12' 23",25 E	Metodo perforazione: Rotazione
Opera: P.U.E. - Comparto 5.06/B - Lotto I	Quota s.l.m.:	Metodo campionamento: Carotaggio
Località: Pescara	Data inizio: 03/05/2013	Φ perforazione: 101 mm
Cantiere: Via Valle Roveto	Data fine: 06/05/2013	Normativa di riferimento: Racc. AGI 1977
		Scala: f.s.

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Rivestimento φ 127 mm	Falda (m)	Prezometro a tubo aperto Campioni di terreno	Rp (kg/cmq)	Note
25.5			Limo argilloso con livello torboso (31.7-33.0 m)				1 2 3 4 5 6	I campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n° 10 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica
9.5								
35.0			Sabbia limosa grigiasta					PROVE SPT
2.6								
37.6			Ghiaia eterometrica sabbiosa. La frazione sabbiosa aumenta da 38.9 m a 39.7 m					
2.1								
39.7			Limo argilloso sabbioso grigiastro					
2.6								
42.3			Ghiaia eterometrica più o meno sabbiosa					
3.3								
45.6			Argilla limosa grigia					
2.4								
48.0								

Prove penetrometriche dinamiche DPSH

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: SILEX 3 s.r.l. – UROPA s.r.l.

Cantiere: Via Valle Roveto – P.U.E. Comparto 5.06/B – Lotto 1

Località: Pescara

Caratteristiche Sonda: SUNDA-MENHIR

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 kg/m
Profondità giunzione prima asta	1.00 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA DPSH1

Attrezzatura utilizzata
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda rilevata

SUNDA-MENHIR
 07/05/2013
 13.0 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (MPa)	Res. dinamica (MPpa)
0.20	0	0.855	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00
1.00	0	0.840	0.00	0.00
1.20	1	0.836	0.74	0.88
1.40	1	0.833	0.73	0.88
1.60	1	0.830	0.73	0.88
1.80	3	0.826	2.19	2.64
2.00	3	0.823	2.18	2.64
2.20	2	0.820	1.35	1.64
2.40	1	0.817	0.67	0.82
2.60	2	0.814	1.34	1.64
2.80	2	0.811	1.33	1.64
3.00	3	0.809	1.99	2.46
3.20	3	0.806	1.85	2.30
3.40	3	0.803	1.85	2.30
3.60	2	0.801	1.23	1.53
3.80	3	0.798	1.84	2.30
4.00	4	0.796	2.44	3.07
4.20	4	0.794	2.29	2.88
4.40	5	0.791	2.85	3.60
4.60	5	0.789	2.84	3.60
4.80	6	0.787	3.40	4.32
5.00	8	0.785	4.52	5.76
5.20	8	0.783	4.25	5.43
5.40	9	0.781	4.77	6.11
5.60	9	0.779	4.76	6.11
5.80	9	0.777	4.75	6.11
6.00	10	0.775	5.26	6.78
6.20	11	0.774	5.46	7.06
6.40	10	0.772	4.95	6.41
6.60	15	0.720	6.93	9.62
6.80	11	0.769	5.42	7.06
7.00	15	0.717	6.90	9.62
7.20	17	0.716	7.40	10.34
7.40	14	0.714	6.08	8.52
7.60	9	0.763	4.18	5.47
7.80	10	0.761	4.63	6.08
8.00	13	0.710	5.61	7.91
8.20	12	0.759	5.26	6.94
8.40	10	0.757	4.38	5.78
8.60	11	0.756	4.81	6.36
8.80	13	0.705	5.30	7.52
9.00	13	0.703	5.29	7.52
9.20	14	0.702	5.42	7.72
9.40	18	0.701	6.96	9.92
9.60	18	0.700	6.95	9.92
9.80	17	0.699	6.55	9.37
10.00	17	0.698	6.54	9.37
10.20	16	0.697	5.87	8.43
10.40	15	0.696	5.49	7.90
10.60	20	0.694	7.31	10.53
10.80	22	0.643	7.45	11.58
11.00	15	0.692	5.47	7.90
11.20	14	0.691	4.88	7.06

11.40	15	0.690	5.22	7.56
11.60	16	0.689	5.56	8.06
11.80	16	0.688	5.55	8.06
12.00	15	0.687	5.20	7.56
12.20	13	0.686	4.31	6.28
12.40	14	0.685	4.64	6.77
12.60	15	0.684	4.96	7.25
12.80	14	0.683	4.62	6.77
13.00	14	0.682	4.62	6.77

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (MPa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Tensione efficace (kPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.5	0.29	0.25	Incoerente	0	12.94	18.24	9.7	1.5	0.44	Terreno di riporto (Preforo)
13	10.4	6.08	Incoerente	0	18.63	19.12	100.91	1.5	15.64	Sabbie e ghiaie limose

Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0	15.58	21.19	7.62
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	33.36	63.16	63.24	44.16

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	27.13	20.13	28.12	28.69	29.67	0	<30	17.57	27.13	11.46	17.97
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	31.47	24.47	32.38	29.39	35.69	36.84	30-32	30.32	31.69	39.1	32.69

Modulo di Young (MPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	---	0.35	---	---	---
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	27.68	12.27	18.17	29.16	15.02

Modulo Edometrico (MPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	---	2.78	0.31	3.92
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	9.20	5.84	10.89	10.57

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	Meyerhof ed altri	12.94
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	Meyerhof ed altri	18.63

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.24
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	(A.G.I.)	0.35
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (MPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	2.95	7.42
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	84.53	65.78

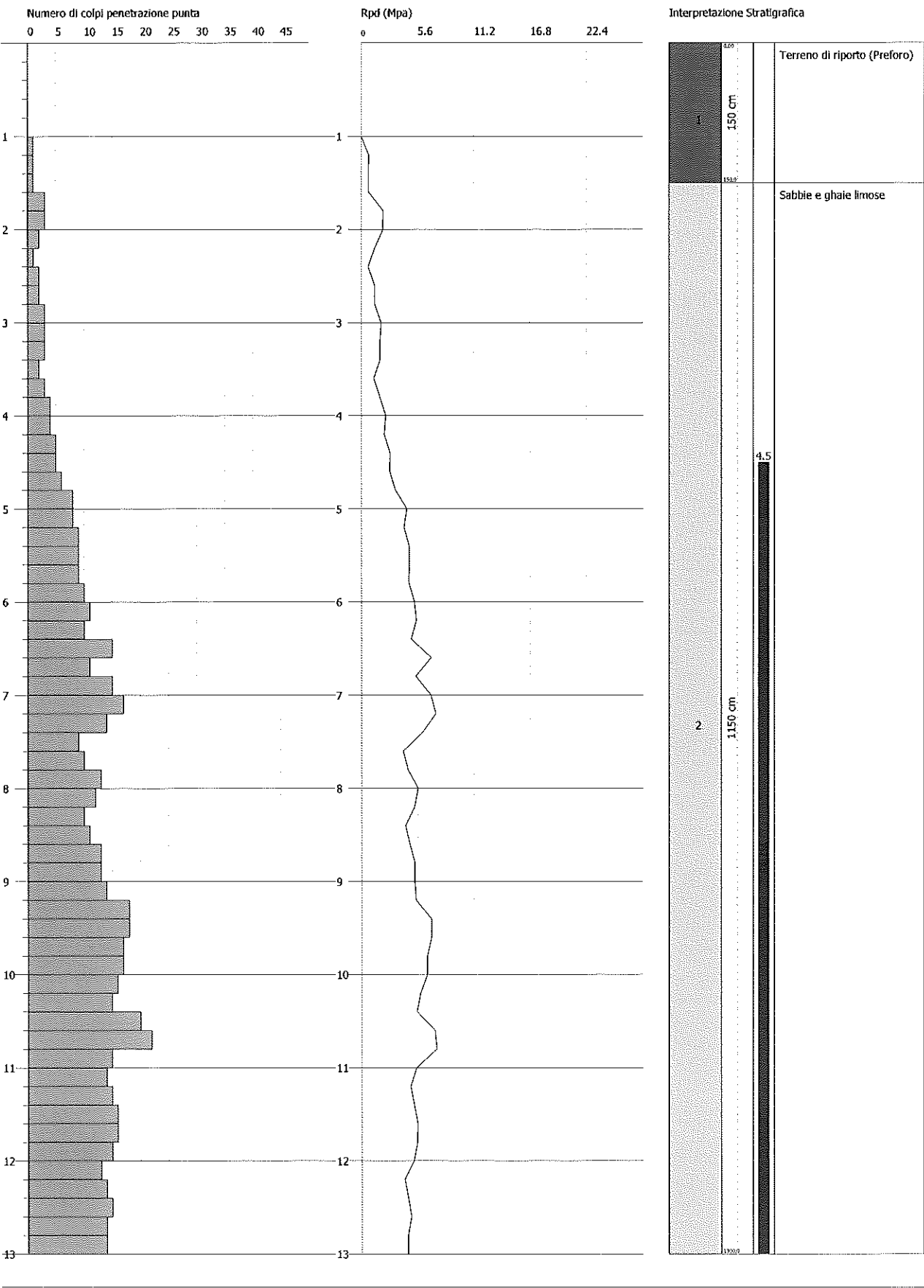
Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno di riporto (Preforo)	0.44	1.50	0.44	Ohta & Goto (1978) Lini	56.15
[2] - Sabbie e ghiaie limose	15.64	13.00	15.64	Ohta & Goto (1978) Lini	161.35

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... SUNDA-MENHIR

Committente: SILEX 3 - UROPA
Cantiere: Via Valle Roveto
Località: Pescara

Data: 07/05/2013



PROVA DPSH2

Attrezzatura utilizzata
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda rilevata

SUNDA-MENHIR
 07/05/2013
 13.0 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (MPa)	Res. dinamica (MPa)
0.20	0	0.855	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00
1.00	0	0.840	0.00	0.00
1.20	5	0.836	3.69	4.41
1.40	3	0.833	2.20	2.64
1.60	3	0.830	2.19	2.64
1.80	3	0.826	2.19	2.64
2.00	3	0.823	2.18	2.64
2.20	1	0.820	0.67	0.82
2.40	1	0.817	0.67	0.82
2.60	2	0.814	1.34	1.64
2.80	2	0.811	1.33	1.64
3.00	2	0.809	1.33	1.64
3.20	2	0.806	1.24	1.53
3.40	3	0.803	1.85	2.30
3.60	3	0.801	1.84	2.30
3.80	4	0.798	2.45	3.07
4.00	3	0.796	1.83	2.30
4.20	3	0.794	1.71	2.16
4.40	4	0.791	2.28	2.88
4.60	4	0.789	2.27	2.88
4.80	5	0.787	2.83	3.60
5.00	6	0.785	3.39	4.32
5.20	7	0.783	3.72	4.75
5.40	8	0.781	4.24	5.43
5.60	8	0.779	4.23	5.43
5.80	8	0.777	4.22	5.43
6.00	6	0.775	3.16	4.07
6.20	5	0.774	2.48	3.21
6.40	7	0.772	3.47	4.49
6.60	7	0.770	3.46	4.49
6.80	6	0.769	2.96	3.85
7.00	9	0.767	4.43	5.77
7.20	7	0.766	3.26	4.26
7.40	5	0.764	2.32	3.04
7.60	11	0.763	5.10	6.69
7.80	8	0.761	3.70	4.87
8.00	7	0.760	3.24	4.26
8.20	14	0.709	5.74	8.10
8.40	16	0.707	6.54	9.25
8.60	16	0.706	6.53	9.25
8.80	17	0.705	6.93	9.83
9.00	18	0.703	7.32	10.41
9.20	18	0.702	6.97	9.92
9.40	20	0.701	7.73	11.02
9.60	19	0.700	7.33	10.47
9.80	19	0.699	7.32	10.47
10.00	18	0.698	6.92	9.92
10.20	17	0.697	6.24	8.95
10.40	13	0.696	4.76	6.85
10.60	18	0.694	6.58	9.48
10.80	18	0.693	6.57	9.48
11.00	16	0.692	5.83	8.43
11.20	12	0.741	4.48	6.05

11.40	11	0.740	4.10	5.54
11.60	13	0.689	4.52	6.55
11.80	14	0.688	4.86	7.06
12.00	15	0.687	5.20	7.56
12.20	14	0.686	4.64	6.77
12.40	13	0.685	4.31	6.28
12.60	14	0.684	4.63	6.77
12.80	15	0.683	4.95	7.25
13.00	15	0.682	4.95	7.25

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Tensione efficace (kPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	0	0	Incoerente	0	12.75	18.24	6.38	1.5	0	Terreno di riporto(Preforo)
13	9.4	5.46	Incoerente	0	14.81	18.44	86.17	1.5	14.14	Sabbie e ghiaie limose

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	0	0	6.23
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	33.1	62.85	62.81	41.43

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	27	20	28	30.94	29.47	0	<30	0	27	0	15
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	31.04	24.04	31.96	29.57	35.17	36.8	30-32	29.56	31.24	38.79	31.82

Modulo di Young (MPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	---	---	---	---	---
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	26.32	11.09	16.43	28.05	14.29

Modulo Edometrico (MPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach c Malcev (Sabbia media)
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	---	2.69	---	3.73
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	8.32	5.54	9.84	9.91

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (kN/m³)
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	Meyerhof ed altri	12.75
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	Meyerhof ed altri	18.24

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (kN/m³)
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.24
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.02

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	(A.G.I.)	0.35
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (MPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Inai & Tonouchi (1982)
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	---	---
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	76.89	61.85

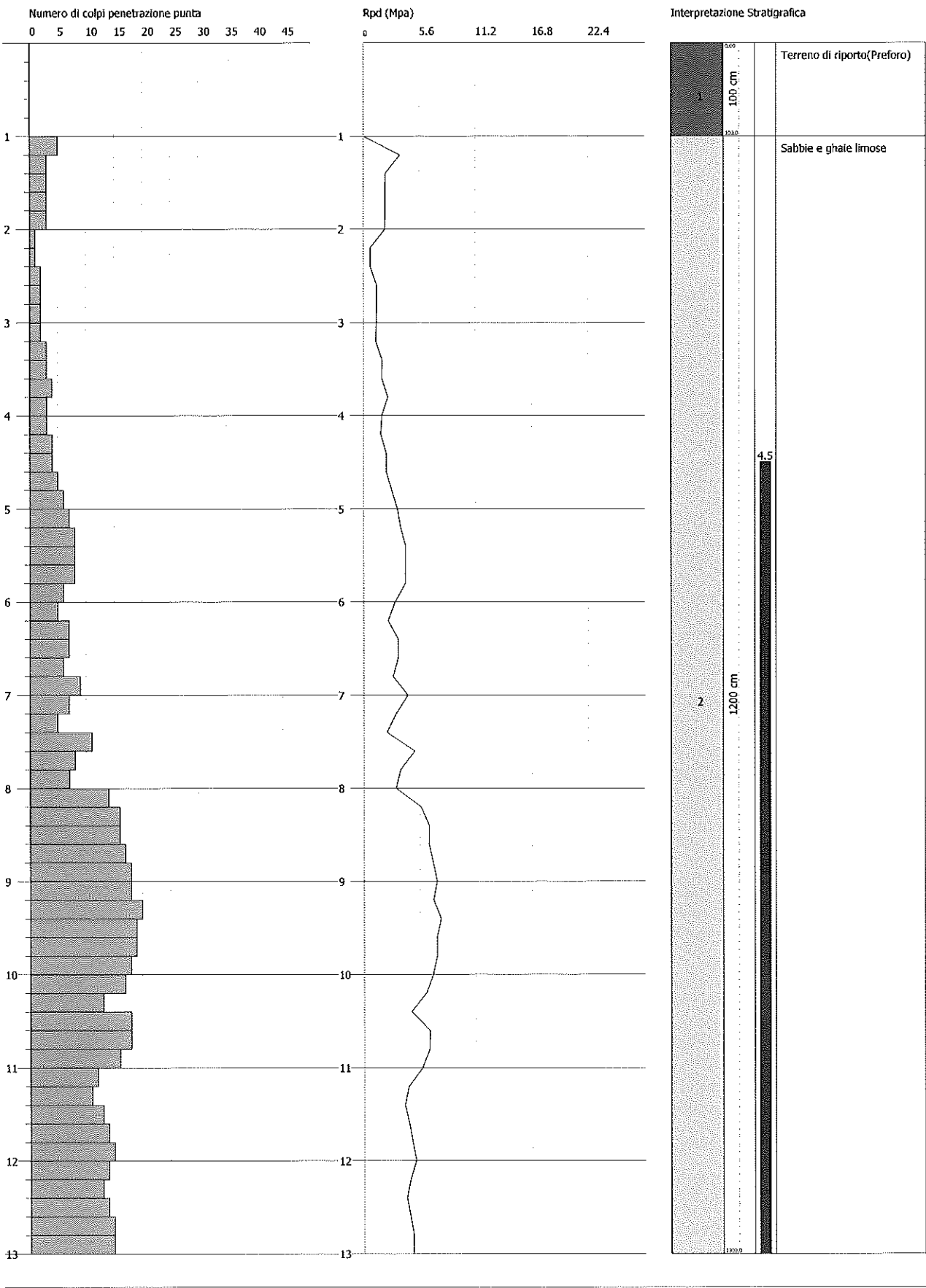
Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno di riporto(Preforo)	0	1.00	0	Ohta & Goto (1978) Limi	0
[2] - Sabbie e ghiaie limose	14.14	13.00	14.14	Ohta & Goto (1978) Limi	157.49

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... SUNDA-MENHIR

Committente: SILEX 3 - UROPA
Cantiere: Via Valle Roveto
Località: Pescara

Data: 07/05/2013



Report delle misure di microtremori

PESCARA_P.U.E. COMPARTO 5.06/B_LOTTO 1_M1

Instrument: TEP-0028/01-09

Start recording: 07/05/13 09:12:40 End recording: 07/05/13 09:28:41

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 90% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

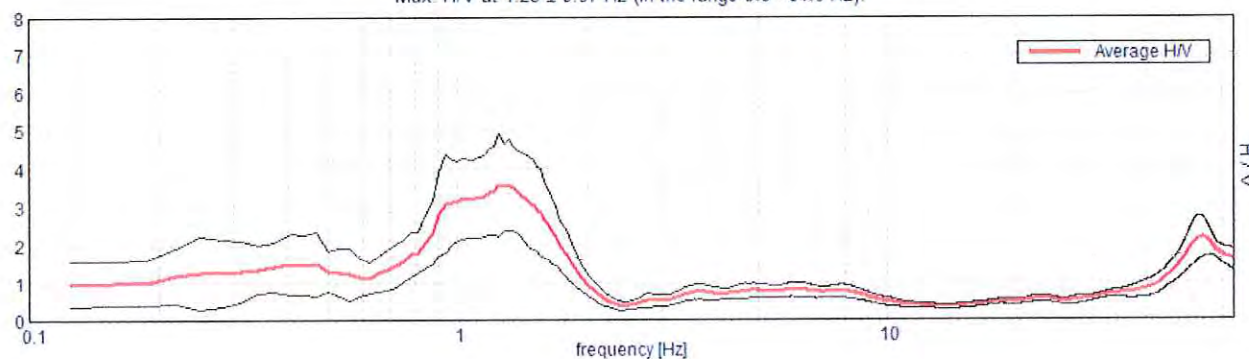
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

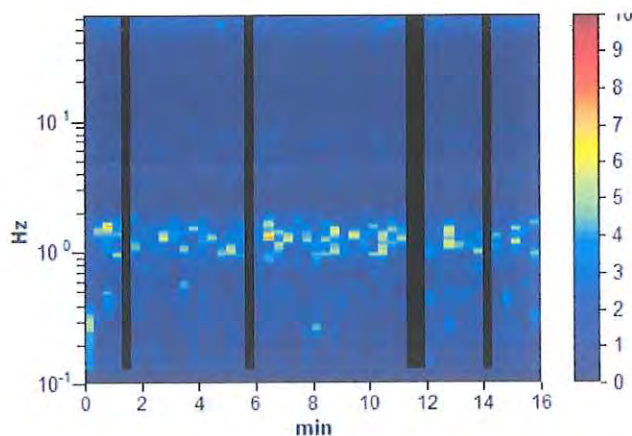
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

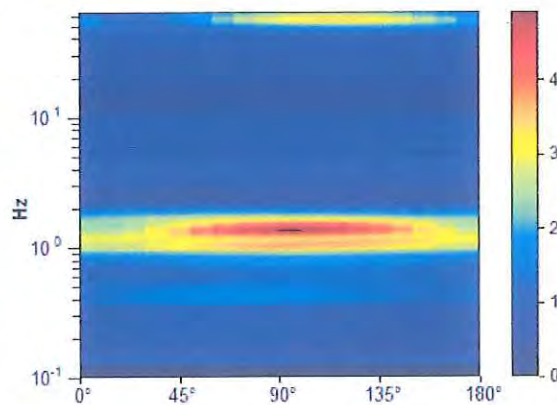
Max. H/V at 1.25 ± 0.07 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



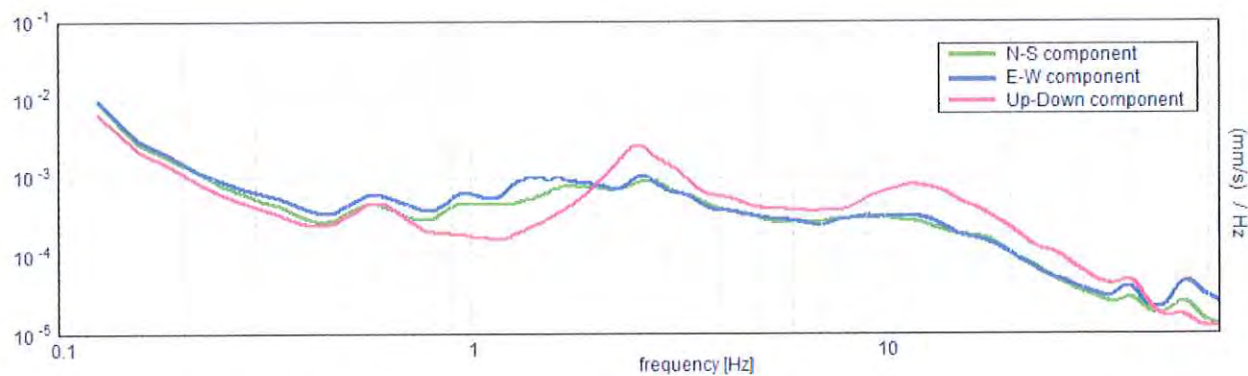
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

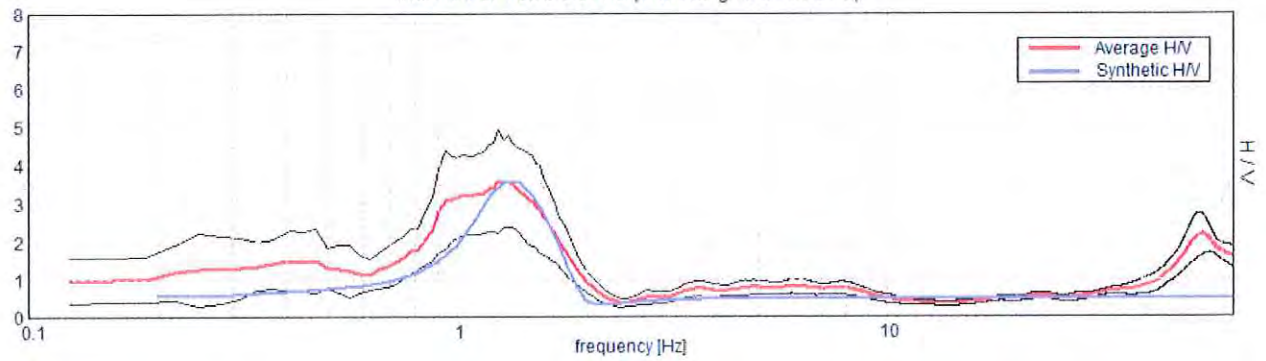


SINGLE COMPONENT SPECTRA



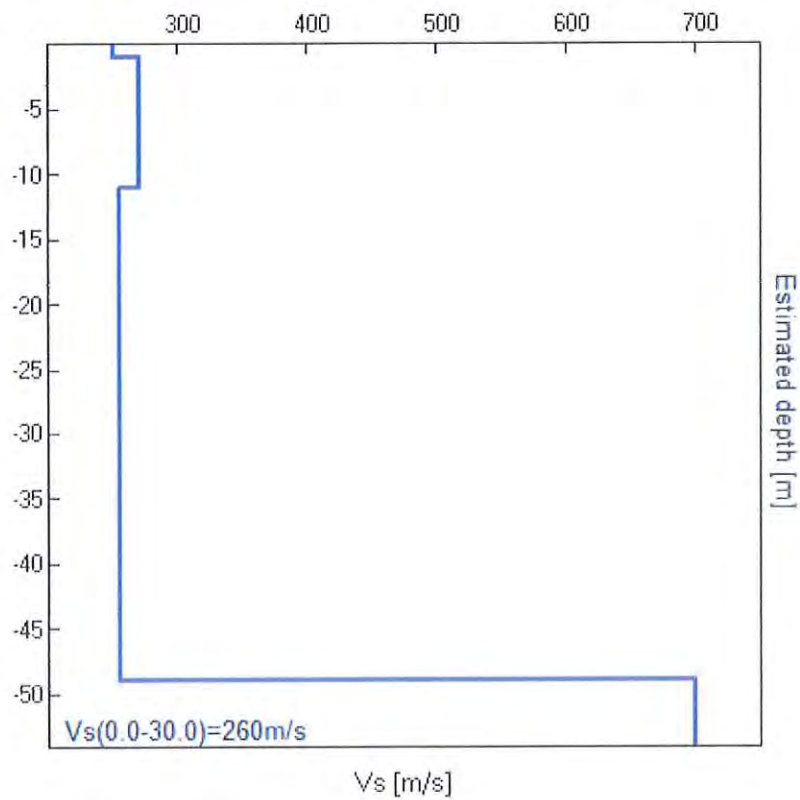
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 1.25 ± 0.07 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	250	0.30
11.00	10.00	270	0.30
49.00	38.00	255	0.30
inf.	inf.	700	0.30

$V_s(0.0-30.0)=260\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 1.25 ± 0.07 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1075.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 61 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.58 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02862 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03577 < 0.125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6601 < 1.78$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

PESCARA_P.U.E. COMPARTO 5.06/B_LOTTO 1_M2

Instrument: TEP-0028/01-09

Start recording: 07/05/13 14:36:20 End recording: 07/05/13 14:52:21

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

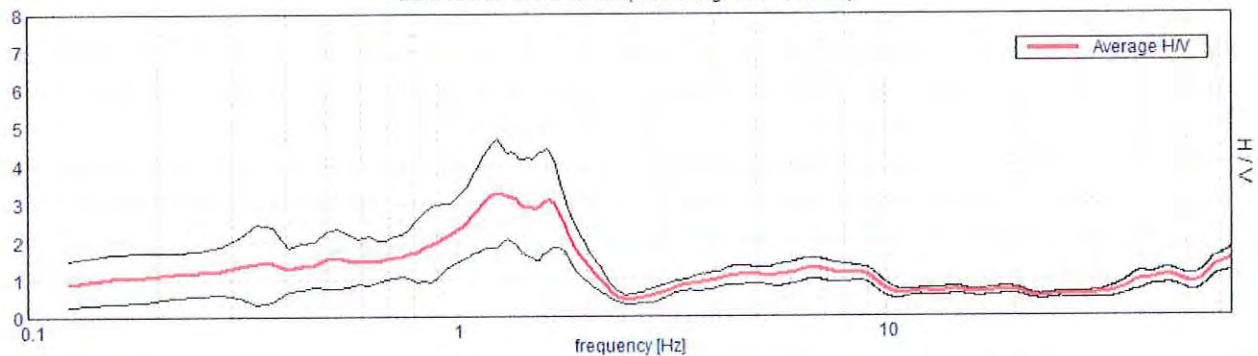
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

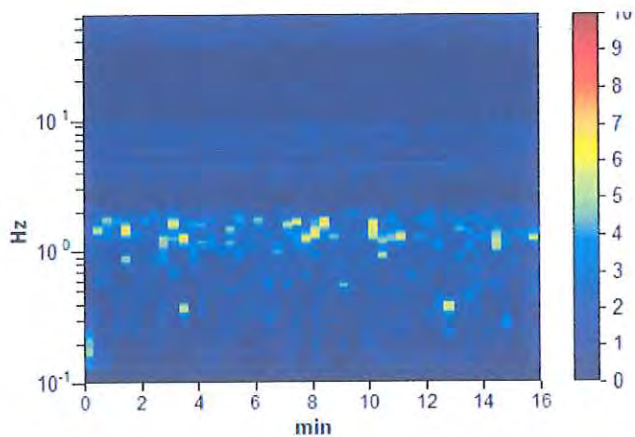
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

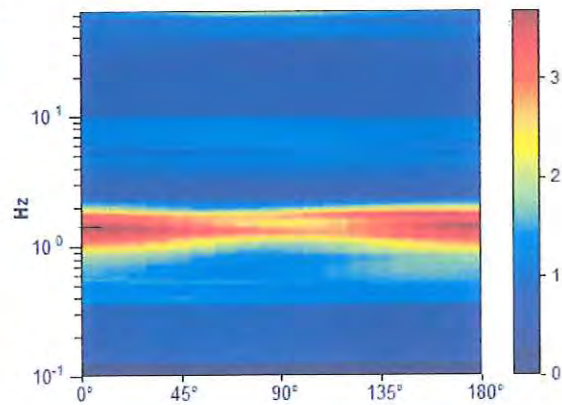
Max. H/V at 1.25 ± 0.1 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



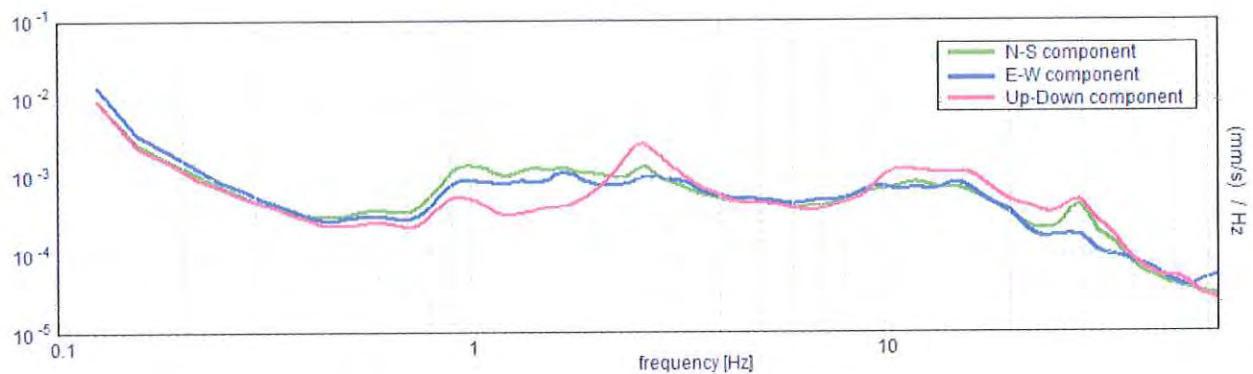
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

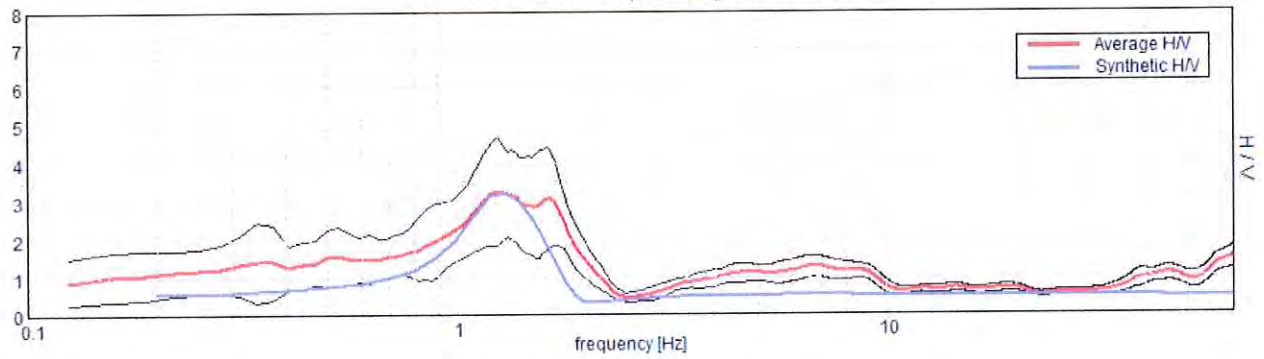


SINGLE COMPONENT SPECTRA



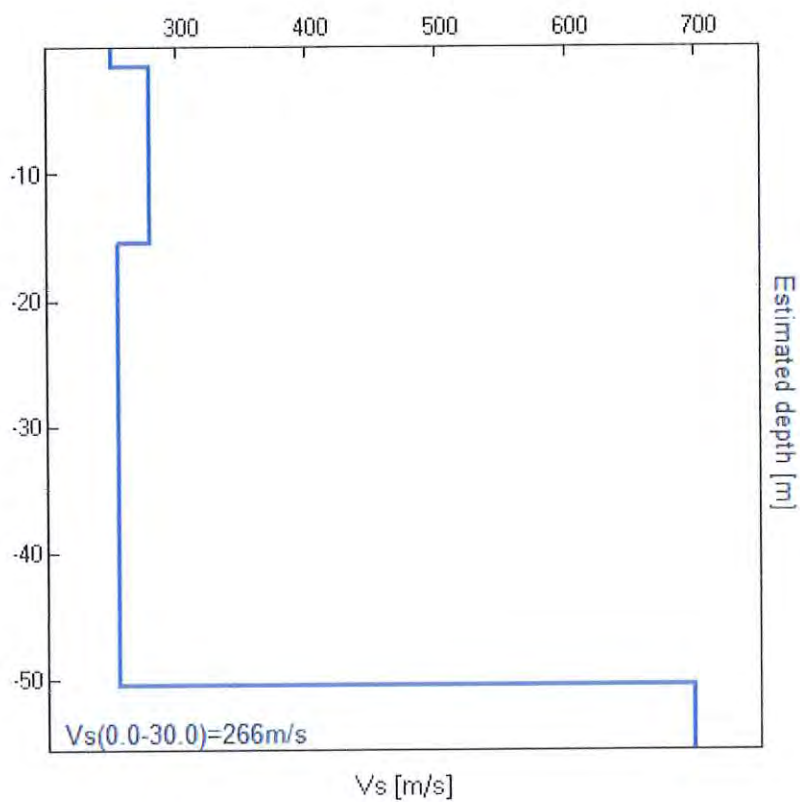
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 1.25 ± 0.1 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.50	1.50	250	0.30
15.50	14.00	280	0.30
50.50	35.00	255	0.30
inf.	inf.	700	0.30

$V_s(0.0-30.0)=266\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 1.25 ± 0.1 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1200.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 61 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.75 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.26 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03788 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04735 < 0.125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.702 < 1.78$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Documentazione fotografica delle indagini

All. 8







MISURA M2



MISURA M1









Certificati delle prove di laboratorio

**GEA S.n.c.**

LABORATORIO GEOTECNICO - PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874
EMAIL: gealaboratorio@gmail.com



ISO 9001
Certificato n° 482343 QM08
Autorizzazione Ministeriale n° 4536
Prove Geotecniche su Terre

DATA: 28/05/2013**Certificato: 630513**

Il Richiedente Uropa - Silex	
Verbale di accettazione N° 420513	Data 23/05/13
Rif. Ordine di acquisto/Offerta N° - Data -	

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO					
Sito potenzialmente contaminato	☐	Anomalie di campionamento	☐	Data prelievo	02/05/13
Procedura di campionamento:	SHELBY	☒	Note:		
	MAZIER	☐			
	OSTELBERG	☐			

INTESTAZIONE DEL CERTIFICATO	
Commitente	Drilling C.C.D.
Cantiere	Silex 3 - Uropa Via Valie Roveto - Pescara

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	da m:	3.00	a m:	3.50
-----------	---	----------	---	------------	-------	------	------	------

DATA	
Consegna campione	23/05/2013
Apertura	23/05/2013
Inizio prove	23/05/2013
Fine prove	31/05/2013

Esclusioni/anomalie/difformità
I carichi edometrici da 200 kPa in poi sono stati abbreviati su richiesta della committenza

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		3	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Analisi granulometrica		4	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Limiti di Atterberg (LL/LP)		5-6	CNR-UNI 10014.
Edometrica		7-12	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Descrizione macroscopica	Totale pag.	12	

(*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm³.
(**) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.
(***) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio
Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50
--------------	-------------	-----------------------------------

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 43 cm. ϕ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indistrubato

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo argilloso marrone chiaro con venature grigio chiaro. Presenta componente sabbiosa, sporadici clasti millimetrici e frustoli vegetali

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Consistente	110.0-130.0 kN/m ²		
20	Consistente	150.0-170.0 kN/m ²		Edometrica
30	Consistente	160.0-180.0 kN/m ²		
40	Consistente	180.0-200.0 kN/m ²		
50				
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50
--------------	-------------	-----------------------------------

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua : <u>24.7</u> %	Grado di saturazione...: <u>93.25</u> %
Densità naturale.....: <u>1.96</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....: _____ %
Peso specifico.....: <u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....: <u>31.2</u> %
Densità secca.....: <u>1.57</u> g/cmc.	Limite plastico.....: <u>19.38</u> %
Densità satura.....: <u>1.99</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale.: <u>0.47</u>
Porosità.....: <u>41.69</u> %	Sensibilità.....: _____
Indice dei vuoti.....: <u>0.7151</u>	Coef. di permeabilità.: _____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA' IP: 11.8	GRADO DI PLASTICITA' Debolmente plastico
-----------------------------------	---

INDICE DI CONSISTENZA IC: 0.55	STATO Plastico
-----------------------------------	-------------------

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.) Limo con Argilla Sabbioso
--

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE Argilla inorganica a media plasticità
--

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova di taglio residuo: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova di espansione laterale libera: $C_u =$ _____ Kg/cm²

Prova triass. non consolidata non drenata (UU): $C_u =$ _____ Kg/cm²

Prova triassiale consolidata non drenata (CU): $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

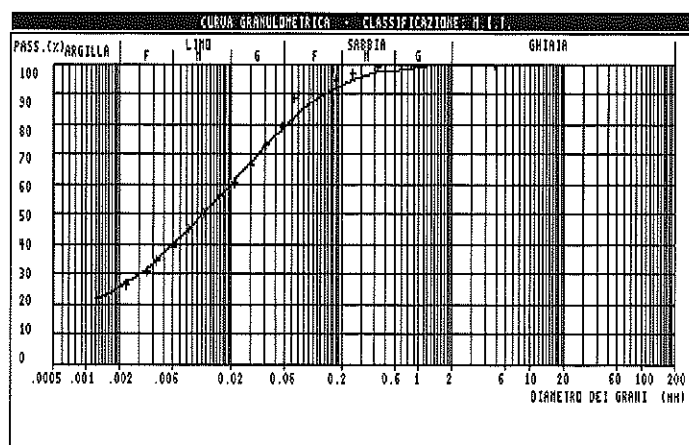
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50
--------------	-------------	-----------------------------------

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 21 %
Limo.....: 53 %
Argilla.....: 26 %
Diam. 60%: 0.0199 mm.
Diam. 10%: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Limo con Argilla Sabbioso (M.I.T.)

DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

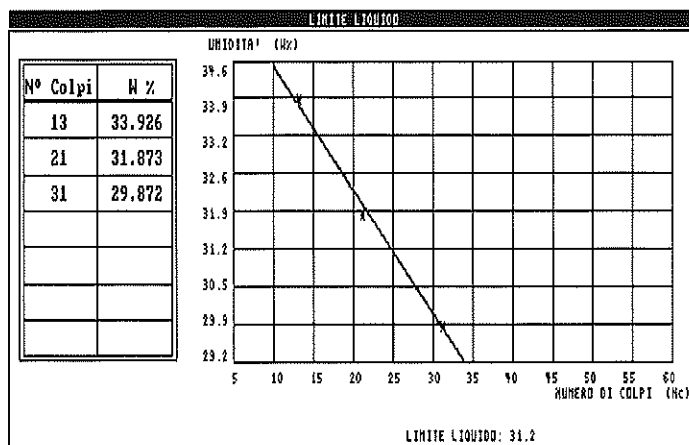
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 1

Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50

L I M I T I D I A T T E R B E R G



Limite Liquido.....(LL): 31.2
Limite Plastico.....(LP): 19.4
Indice Plastico.....(IP): 11.8
Contenuto naturale d'acqua..(W): 24.7%
Indice di Consistenza.....(IC): 0.5
Limite del Ritiro.....(LR):

DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

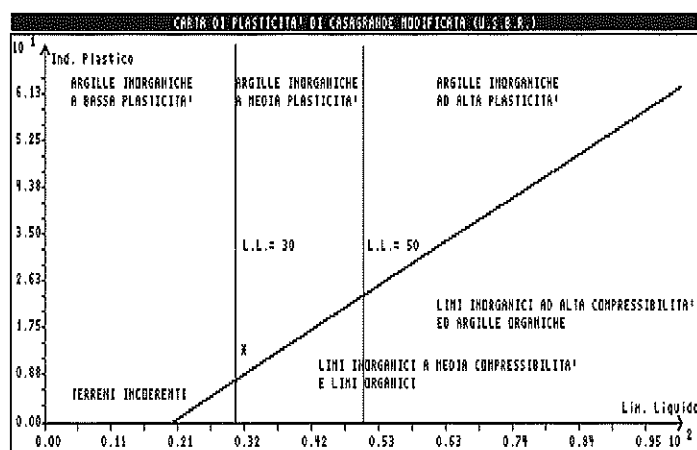
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50
--------------	-------------	-----------------------------------

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE MODIFICATA (U.S.B.R.)



CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

Argilla inorganica a media plasticità

DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

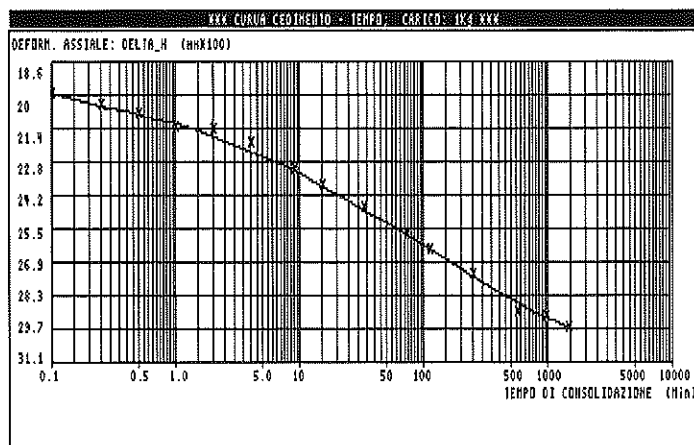
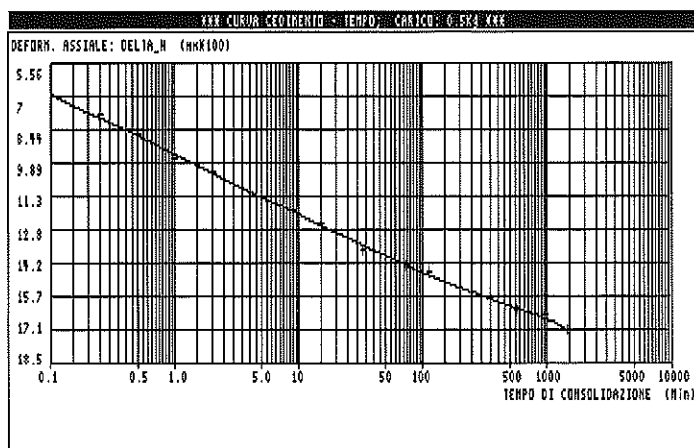
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 0.5Kg - 1Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

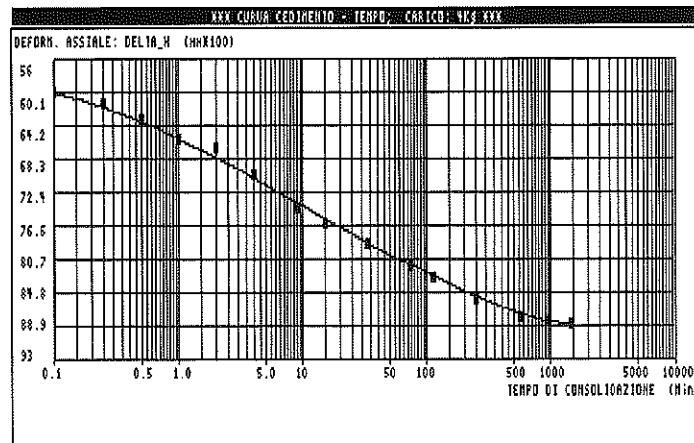
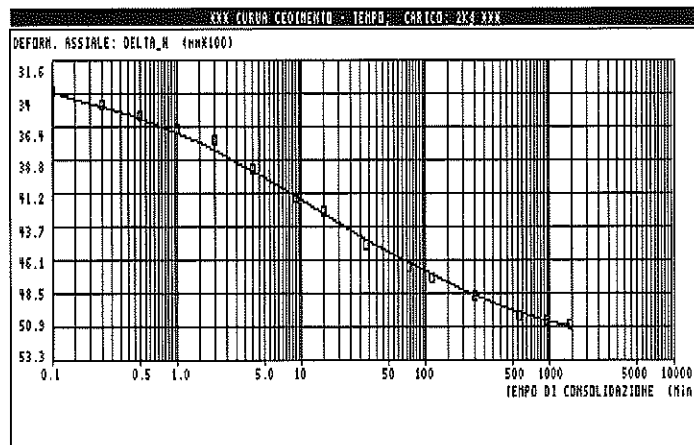
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 1

Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 2Kg - 4Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

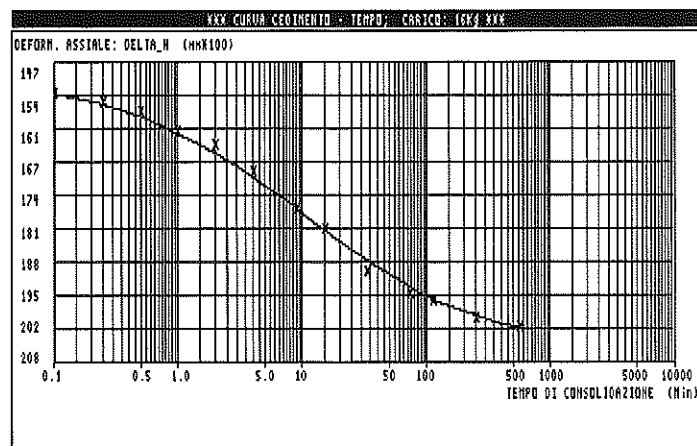
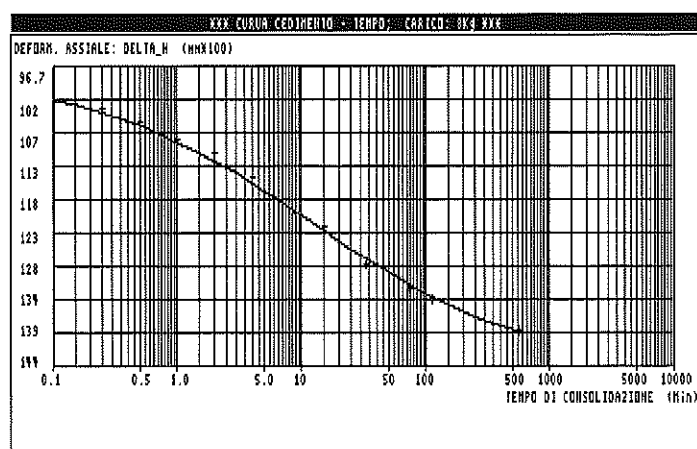
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 8Kg - 16Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

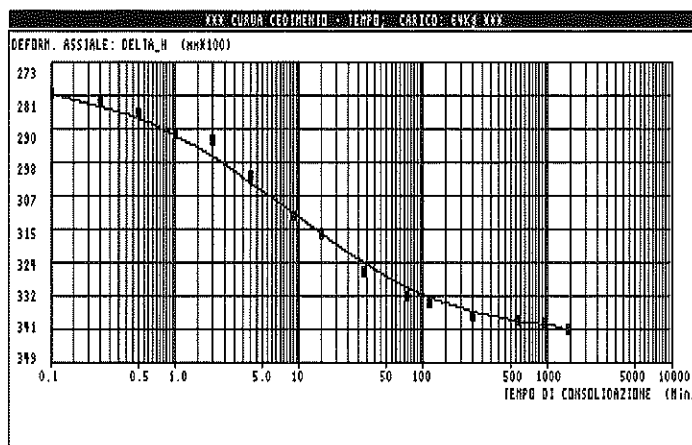
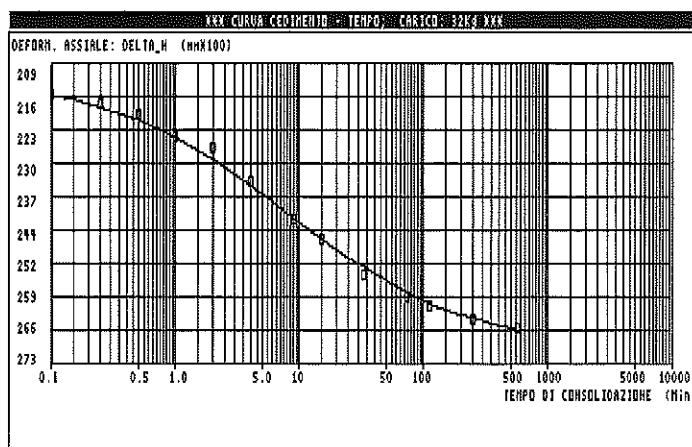
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 1

Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 32Kg - 64Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1 Campione: 1 Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50

P R O V A E D O M E T R I C A

Sezione iniziale ...	40.163 cm ²	Altezza iniziale ...	2.011 cm
Press. rigonfiam. ..	Kg/cm ²	Volume iniziale ...	80.767 cmc
Umidità iniziale ...	24.81 %	Umidità finale	20.8 %
Densità naturale ...	1.96 g/cmc	Dens. nat. finale ..	2.19 g/cmc
Densità secca	1.57 g/cmc	Peso specifico	2.7 g/cmc
Indice dei vuoti ...	0.72	Porosità	41.75 %
Densità satura	1.99 g/cmc	Grado saturazione ..	93.44 %

Press. imposta Kg/cm ²	Deform. dH/Ho %	Indice vuoti e	Modulo edom. E Kg/cm ²	Indice compr. Cc	Coeff. comp.Cv cm ² /s	Permeab K cm/s
0.124	0.85	0.7022	14.58	0.0485		
0.249	1.477	0.6915	19.64	0.0357		
0.498	2.531	0.6734	23.15	0.0601		
0.996	4.421	0.6409	25.44	0.1078		
1.992	6.902	0.5983	37.86	0.1415		
3.984	10.02	0.5448	58.48	0.1778		
7.968	13.222	0.4898	109.94	0.1827		
15.935	16.932	0.4261	182.4	0.2116		
3.984	15.972	0.4426				
0.996	14.61	0.466				
0.249	13.128	0.4914				

DATA: 28/5/2013

Certificato: 630513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

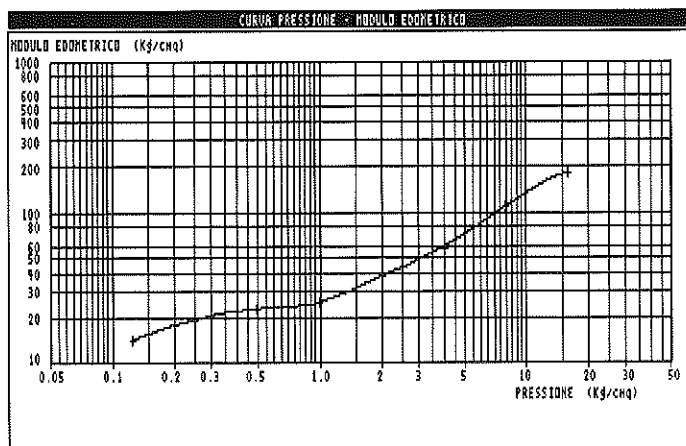
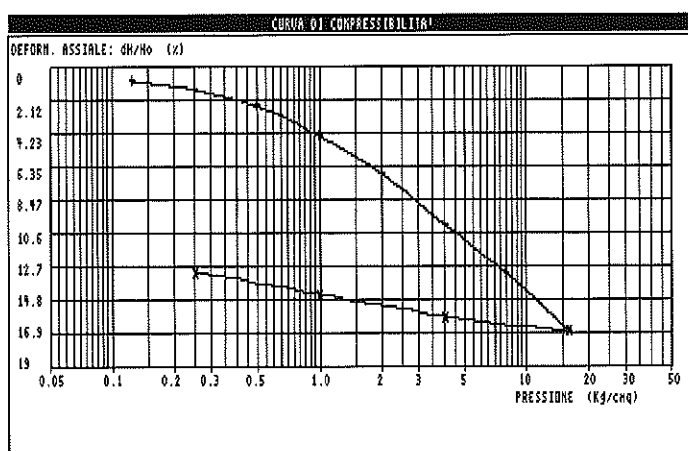
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 1

Profondità da mt: 3.00 a mt: 3.50

P R O V A E D O M E T R I C A





GEA S.n.c.

LABORATORIO GEOTECNICO - PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874
EMAIL: gealaboratorio@gmail.com



ISO 9001
Certificato n° 482343 QM08
Autorizzazione Ministeriale n° 4536
Prove Geotecniche su Terre

DATA: 28/05/2013

Certificato: 640513

Il Richiedente Uropa - Silex	
Verbale di accettazione N°	420513
Data	23/05/13
Rif. Ordine di acquisto/Offerta	
N°	-
Data	-

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO					
Sito potenzialmente contaminato	☐	Anomalie di campionamento	☐	Data prelievo	02/05/13
Procedura di campionamento:	SHELBY	☒	Note:		
	MAZIER	☐			
	OSTELBERG	☐			

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI	
Committente	Drilling C.C.D.
Cantiere	Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto - Pescara

Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	
				da m:	a m:
				6.00	6.50

DATA	
Consegna campione	23/05/2013
Apertura	23/05/2013
Inizio prove	23/05/2013
Fine prove	31/05/2013

Esclusioni/anomalie/difformità
Non riscontrate

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		3	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Analisi granulometrica		4	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Limiti di Atterberg (LL/LP)		5-6	CNR-UNI 10014.
TRX UU (***)		7-8	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
	Totale pag.	8	

(*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm³.

(**) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.

(***) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio
Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 640513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1	Campione: 2	Profondità da mt: 6.00 a mt: 6.50
--------------	-------------	-----------------------------------

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 50 cm. ϕ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo sabbioso argilloso grigio con alcune sfumature marrone chiaro.
Presenza di livelli e noduli carboniosi.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Consistente	100.0-120.0 kN/m ²		
20	Consistente	140.0-160.0 kN/m ²		
30	Moderat. consist.	80.0-100.0 kN/m ²		Triassiale UU
40	Consistente	110.0-130.0 kN/m ²		Triassiale UU
50	Moderat. consist.	80.0-100.0 kN/m ²		Triassiale UU
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 640513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1	Campione: 2	Profondità da mt: 6.00 a mt: 6.50
--------------	-------------	-----------------------------------

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua :	<u>20.09</u> %	Grado di saturazione...:	<u>99.3</u> %
Densità naturale.....:	<u>2.01</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....:	_____ %
Peso specifico.....:	<u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....:	<u>25.7</u> %
Densità secca.....:	<u>1.6</u> g/cmc.	Limite plastico.....:	<u>20.1</u> %
Densità satura.....:	<u>2.01</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale.:	<u>0.35</u>
Porosità.....:	<u>40.67</u> %	Sensibilità.....:	_____
Indice dei vuoti.....:	<u>0.6854</u>	Coef. di permeabilità.:	_____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA' IP: 5.55

GRADO DI PLASTICITA' Debolmente plastico

INDICE DI CONSISTENZA IC: 0.08

STATO Fluidico plastico

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.) Limo con Sabbia Argilloso
--

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE Terreno incoerente

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova di taglio residuo: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova di espansione laterale libera: $C_u =$ _____ Kg/cm²

Prova triass. non consolidata non drenata (UU): $C_u =$ 0.49 Kg/cm²

Prova triassiale consolidata non drenata (CU): $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

DATA: 28/5/2013

Certificato: 640513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

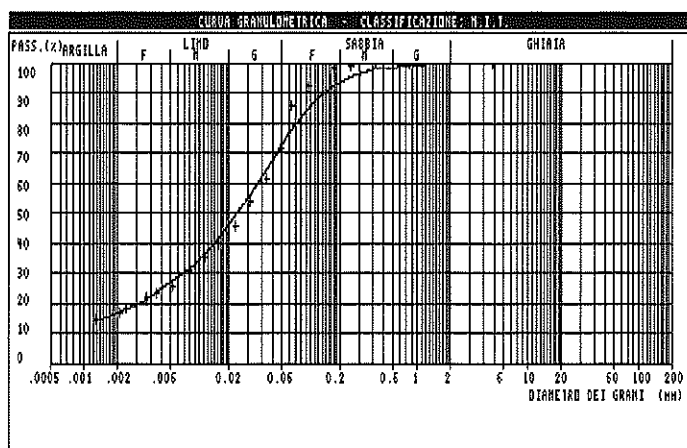
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 2

Profondità da mt: 6.00 a mt: 6.50

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 28 %
Limo.....: 55 %
Argilla.....: 17 %
Diam. 60%: 0.0369 mm.
Diam. 10%: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Limo con Sabbia Argilloso (M.I.T.)

DATA: 28/5/2013

Certificato: 640513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

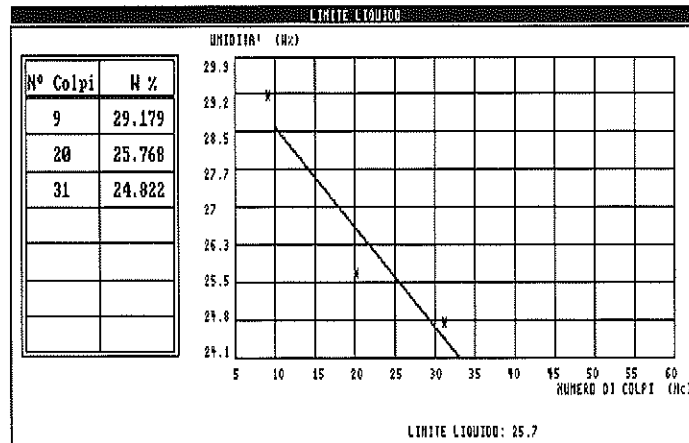
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 2

Profondità da mt: 6.00 a mt: 6.50

L I M I T I D I A T T E R B E R G



Limite Liquido.....(LL): **25.7**
Limite Plastico.....(LP): **20.1**
Indice Plastico.....(IP): **5.5**
Contenuto naturale d'acqua..(W): **25.2%**
Indice di Consistenza.....(IC): **0.1**
Limite del Ritiro.....(LR):

DATA: 28/5/2013

Certificato: 640513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

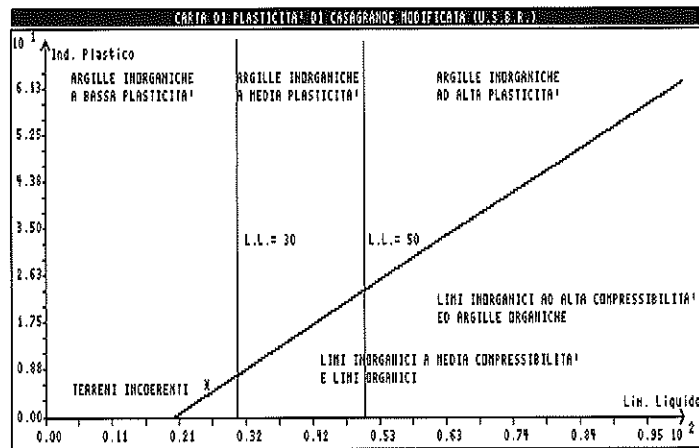
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 2

Profondità da mt: 6.00 a mt: 6.50

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE MODIFICATA (U.S.B.R.)



CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

Terreno incoerente

DATA: 28/5/2013

Certificato: 640513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

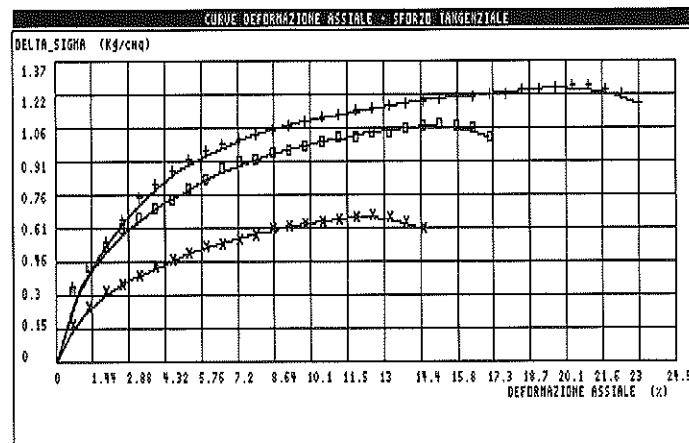
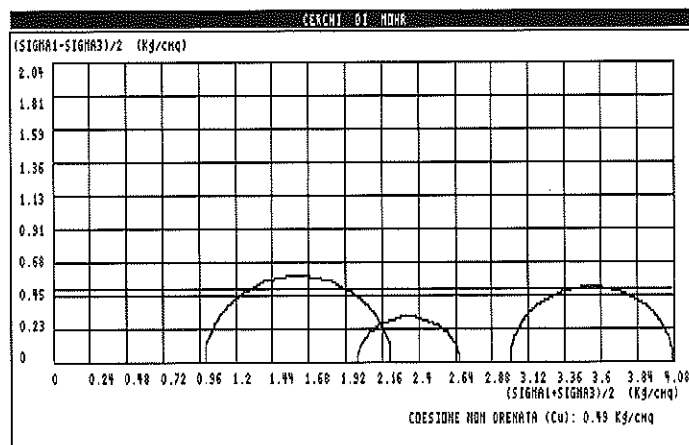
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1

Campione: 2

Profondità da mt: 6.00 a mt: 6.50

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)



DATA: 28/5/2013

Certificato: 640513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 1 Campione: 2 Profondità da mt: 6.00 a mt: 6.50

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)

PROV N °	C O N D I Z I O N I D I S A T U R A Z I O N E			C A R A T T E R I S T I C H E A R O T T U R A				
	Press. interst. (Kg/cm ²)	Pr.cella σ_3 (Kg/cm ²)		Pr.cella σ_3 (Kg/cm ²)	Deform. ϵ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ (Kg/cm ²)	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	_____	1_____		1_____	17.104	1.215	_____	_____
2	_____	2_____		2_____	12.499	0.668	_____	_____
3	_____	3_____		3_____	15.131	1.079	_____	_____

Resistenza al taglio non drenata ... (Cu): 0.49 Kg/cm²

**GEA S.n.c.**

LABORATORIO GEOTECNICO - PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874
EMAIL: gealaboratorio@gmail.com



ISO 9001
Certificato n° 482343 QM08
Autorizzazione Ministeriale n° 4536
Prove Geotecniche su Terre

DATA: 28/05/2013**Certificato: 650513**

Il Richiedente Uropa - Silex	
Verbale di accettazione N°	420513
Data	23/05/13
Rif. Ordine di acquisto/Offerta	
N°	-
Data	-

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO					
Sito potenzialmente contaminato	☐	Anomalie di campionamento	☐	Data prelievo	02/05/13
Procedura di campionamento:	SHELBY	☒	Note:		
	MAZIER	☐			
	OSTELBERG	☐			

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI	
Committente	Drilling C.C.D.
Cantiere	Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto - Pescara

		Profondità	
Sondaggio	2	da m:	2.00
Campione	1	a m:	2.50

DATA	
Consegna campione	23/05/2013
Apertura	23/05/2013
Inizio prove	23/05/2013
Fine prove	31/05/2013

Esclusioni/anomalie/difformità
Non riscontrate

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		3	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Analisi granulometrica		4	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Limiti di Atterberg (LL/LP)		5-6	CNR-UNI 10014.
TRX UU (***)		7-8	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
	Totale pag.	8	

(*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm³.
(**) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.
(***) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio
Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 650513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 2.00	a mt: 2.50
--------------	-------------	------------------------	------------

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 42 cm. ϕ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indistrubato

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo argilloso prevalentemente marrone chiaro-giallastro con diffuse sfumature grigio chiaro. Presenza sporadica di clasti millimetrici e livelli sabbiosi millimetrici.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Molto consistente	250.0-270.0 kN/m ²		
20	Molto consistente	250.0-270.0 kN/m ²		Triassiale UU
30	Molto consistente	260.0-280.0 kN/m ²		Triassiale UU
40	Molto consistente	220.0-240.0 kN/m ²		Triassiale UU
50				
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 650513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 2.00 a mt: 2.50
--------------	-------------	-----------------------------------

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua :	<u>28.9</u> %	Grado di saturazione...:	<u>98.5</u> %
Densità naturale.....:	<u>1.94</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....:	_____ %
Peso specifico.....:	<u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....:	<u>47.2</u> %
Densità secca.....:	<u>1.51</u> g/cmc.	Limite plastico.....:	<u>27.22</u> %
Densità satura.....:	<u>1.95</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale..:	<u>0.43</u>
Porosità.....:	<u>44.19</u> %	Sensibilità.....:	_____
Indice dei vuoti.....:	<u>0.7918</u>	Coef. di permeabilità..:	_____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA' IP: 19.98

GRADO DI PLASTICITA' Plastico

INDICE DI CONSISTENZA IC: 0.92

STATO Solido plastico

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.) Limo con Argilla

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE Argilla inorganica a media plasticità
--

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto: $C' =$ _____ Kg/cm² $\phi' =$ _____ °

Prova di taglio residuo: $C' =$ _____ Kg/cm² $\phi' =$ _____ °

Prova di espansione laterale libera: $C_u =$ _____ Kg/cm²

Prova triass. non consolidata non drenata (UU): $C_u =$ 0.89 Kg/cm²

Prova triassiale consolidata non drenata (CU): $C' =$ _____ Kg/cm² $\phi' =$ _____ °

Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...: $C' =$ _____ Kg/cm² $\phi' =$ _____ °

DATA: 28/5/2013

Certificato: 650513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

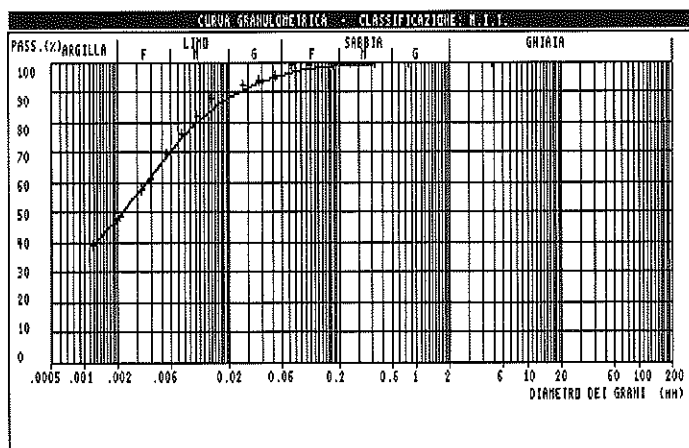
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 1

Profondità da mt: 2.00 a mt: 2.50

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 4 %
Limo.....: 48 %
Argilla.....: 48 %
Diam. 60%: 0.0036 mm.
Diam. 10%: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Limo con Argilla (M.I.T.)

DATA: 28/5/2013

Certificato: 650513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

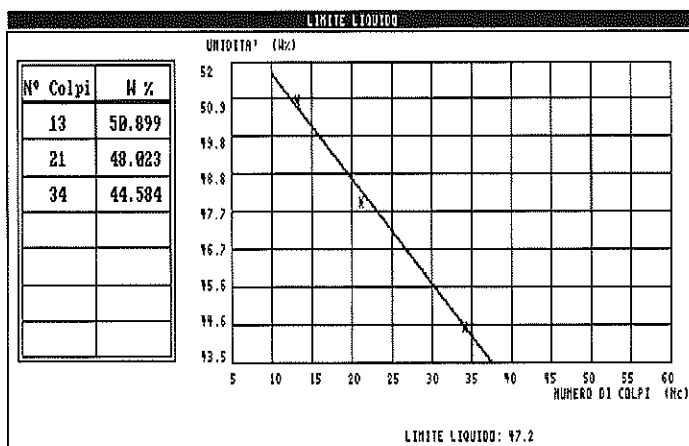
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 1

Profondità da mt: 2.00 a mt: 2.50

L I M I T I D I A T T E R B E R G



Limite Liquido.....(LL): 47.2
Limite Plastico.....(LP): 27.2
Indice Plastico.....(IP): 20
Contenuto naturale d'acqua..(W): 28.9%
Indice di Consistenza.....(IC): 0.9
Limite del Ritiro.....(LR):

DATA: 28/5/2013

Certificato: 650513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

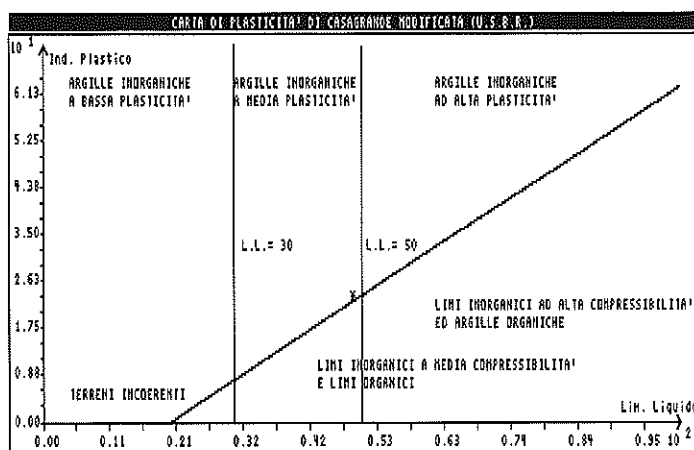
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 1

Profondità da mt: 2.00 a mt: 2.50

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE MODIFICATA (U.S.B.R.)



CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

Argilla inorganica a media plasticità

DATA: 28/5/2013

Certificato: 650513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

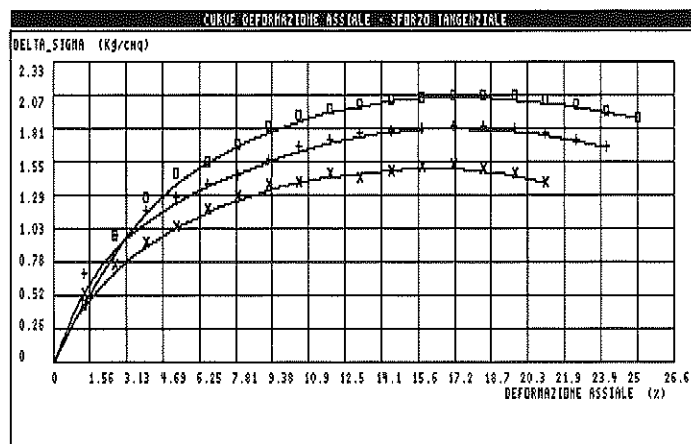
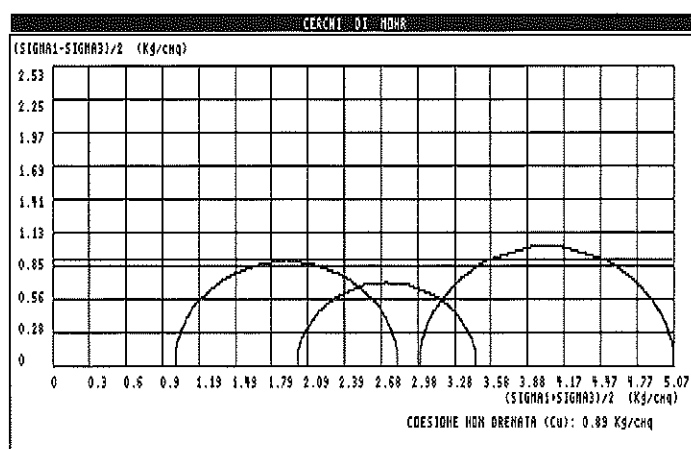
CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 1

Profondità da mt: 2.00 a mt: 2.50

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)



DATA: 28/5/2013

Certificato: 650513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2 Campione: 1 Profondità da mt: 2.00 a mt: 2.50

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)

PROV N °	C O N D I Z I O N I D I S A T U R A Z I O N E			C A R A T T E R I S T I C H E A R O T T U R A				
	Press. interst. (Kg/cm ²)	Pr.cella σ_3 (Kg/cm ²)		Pr.cella σ_3 (Kg/cm ²)	Deform. ϵ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ (Kg/cm ²)	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1		1		1	18.42	1.818		
2		2		2	11.841	1.453		
3		3		3	18.42	2.068		

Resistenza al taglio non drenata ... (Cu): 0.89 Kg/cm²



GEA S.n.c.

LABORATORIO GEOTECNICO - PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874
EMAIL: gealaboratorio@gmail.com



ISO 9001
Certificato n° 482343 QM08
Autorizzazione Ministeriale n° 4536
Prove Geotecniche su Terre

DATA: 28/05/2013

Certificato: 660513

Il Richiedente Uropa - Silex	
Verbale di accettazione N° 420513	Data 23/05/13
Rif. Ordine di acquisto/Offerta	
N° -	Data -

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO		
Sito potenzialmente contaminato ☐	Anomalie di campionamento ☐	Data prelievo 02/05/13
Procedura di campionamento:	SHELBY ☒ MAZIER ☐ OSTELBERG ☐	Note:

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI	
Committente	Drilling C.C.D.
Cantiere	Silex 3 - Uropa Via Valle Roveto - Pescara

				Profondità			
Sondaggio	2	Campione	2	da m:	13.00	a m:	13.50

DATA	
Consegna campione	23/05/2013
Apertura	23/05/2013
Inizio prove	23/05/2013
Fine prove	31/05/2013

Esclusioni/anomalie/difformità
I carichi edometrici da 200 kPa in poi sono stati abbreviati su richiesta della committenza

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		3	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Analisi granulometrica		4	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Limiti di Atterberg (LL/LP)		5-6	CNR-UNI 10014.
Edometrica		7-12	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
	Totale pag.	12	

(*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm³.
(**) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.
(***) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio
Dott. Geol. Luca D. Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 2

Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 45 cm. ϕ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo argilloso grigio scuro a tratti grigio chiaro. Presenta diffusi livelli sabbiosi, noduli - livelli carboniosi e frustoli vegetali.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Moderat. consist.	50.0-70.0 kN/m ²		
20	Moderat. consist.	50.0-70.0 kN/m ²		Edometrica
30	Moderat. consist.	70.0-90.0 kN/m ²		
40	Moderat. consist.	50.0-70.0 kN/m ²		
50	Moderat. consist.	50.0-70.0 kN/m ²		
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2	Campione: 2	Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50
--------------	-------------	-------------------------------------

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua :	<u>35.49</u> %	Grado di saturazione...:	<u>97.66</u> %
Densità naturale.....:	<u>1.85</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....:	_____ %
Peso specifico.....:	<u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....:	<u>38.6</u> %
Densità secca.....:	<u>1.36</u> g/cmc.	Limite plastico.....:	<u>34.8</u> %
Densità satura.....:	<u>1.86</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale.:	<u>0.07</u>
Porosità.....:	<u>49.52</u> %	Sensibilità.....:	_____
Indice dei vuoti.....:	<u>0.9809</u>	Coef. di permeabilità.:	_____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA' IP: 3.78

GRADO DI PLASTICITA' Non plastico

INDICE DI CONSISTENZA IC: 0.82

STATO Solido plastico

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.) Argilla con Limo

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE Limo inorganico a media compressibilità
--

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova di taglio residuo: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova di espansione laterale libera: $C_u =$ _____ Kg/cm²

Prova triass.non consolidata non drenata (UU): $C_u =$ _____ Kg/cm²

Prova triassiale consolidata non drenata (CU): $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...: $C' =$ _____ Kg/cm² $\Phi' =$ _____ °

DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

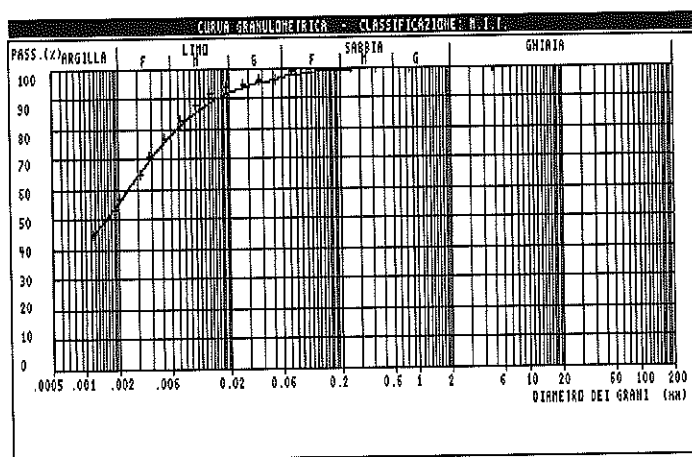
CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 2

Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 3 %
Limo.....: 41 %
Argilla.....: 56 %
Diam. 60%: 0.0024 mm.
Diam. 10%: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Argilla con Limo (M.I.T.)

DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

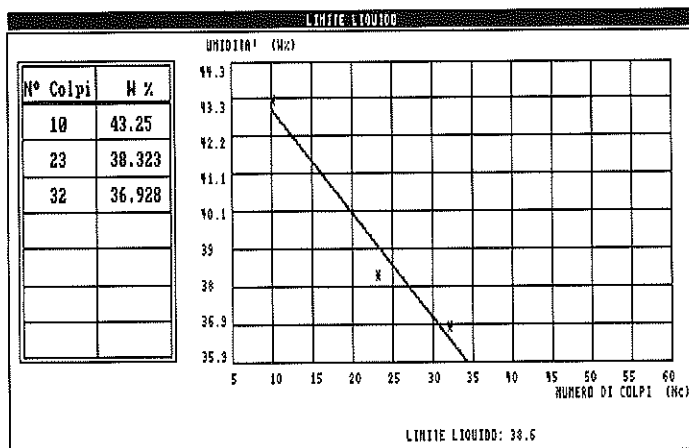
CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 2

Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

L I M I T I D I A T T E R B E R G



Limite Liquido.....(LL): 38.6
Limite Plastico.....(LP): 34.8
Indice Plastico.....(IP): 3.8
Contenuto naturale d'acqua..(W): 35.5%
Indice di Consistenza.....(IC): 0.8
Limite del Ritiro.....(LR):

DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

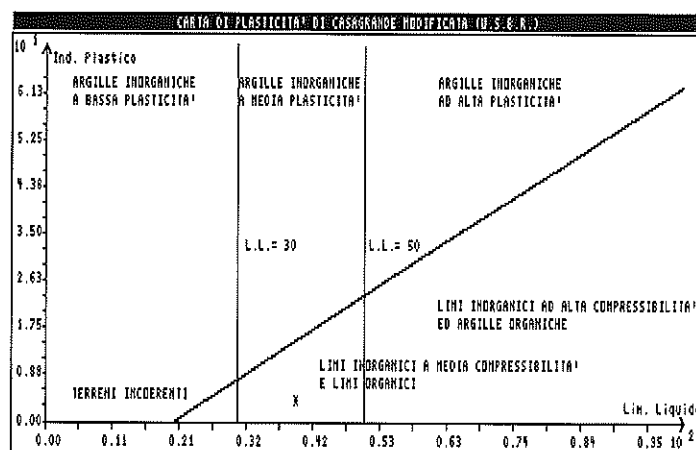
LABORATORIO GEOTECNICO
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2	Campione: 2	Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50
--------------	-------------	-------------------------------------

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE MODIFICATA (U.S.B.R.)



CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

Limo inorganico a media compressibilità

DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

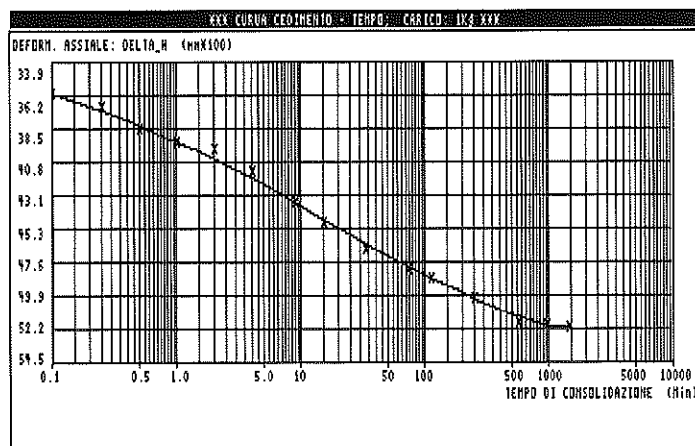
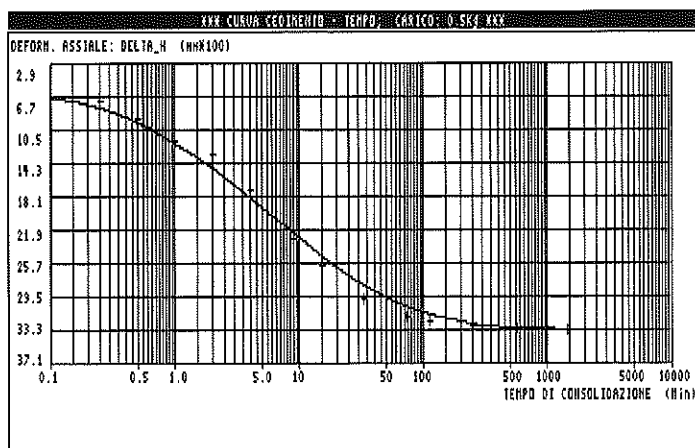
CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 2

Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 0.5Kg - 1Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

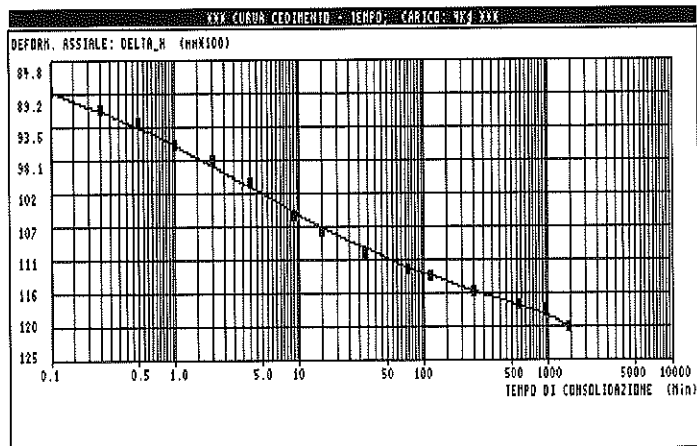
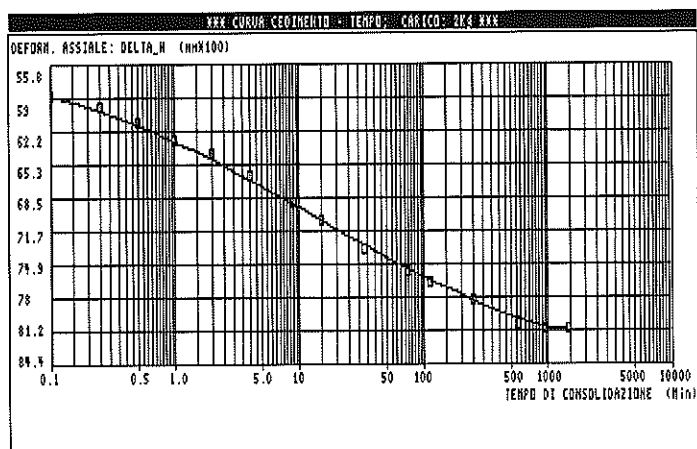
CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 2

Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 2Kg - 4Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

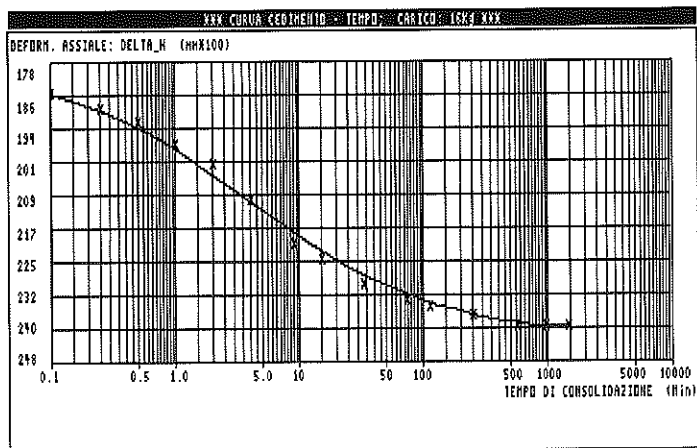
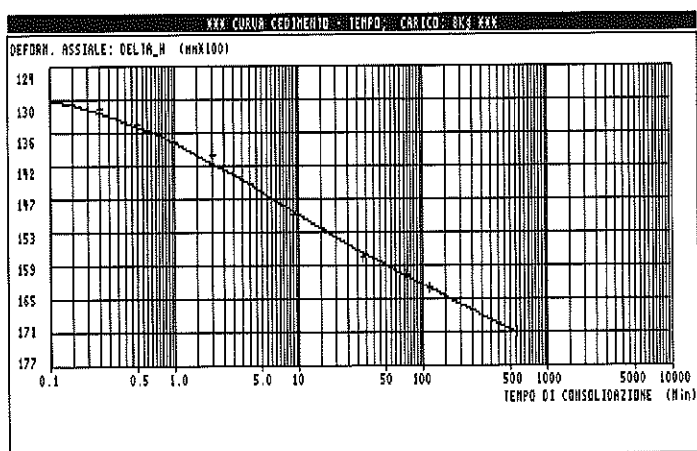
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2 Campione: 2 Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 8Kg - 16Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

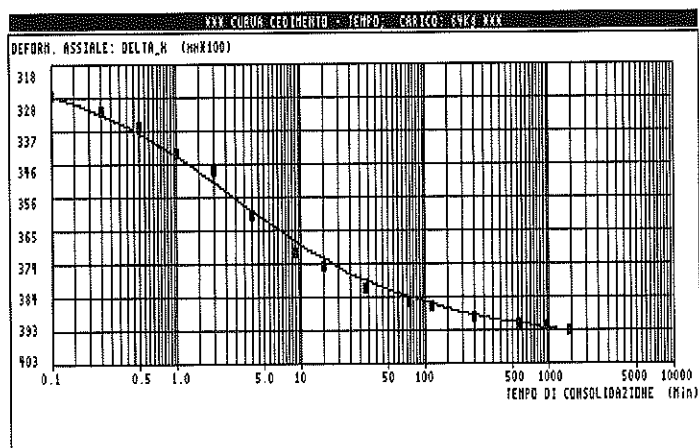
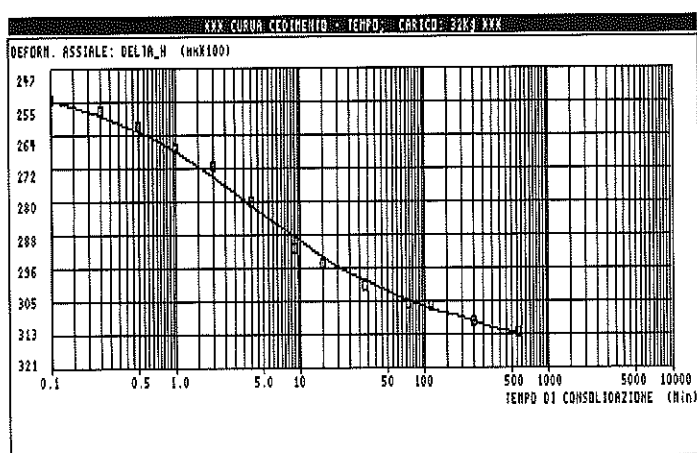
CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 2

Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

*** PROVA EDOMETRICA: CONSOLIDAZ.; CARICHI: 32Kg - 64Kg ***



DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2 Campione: 2 Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

P R O V A E D O M E T R I C A

Sezione iniziale ...: 40.151 cm ²	Altezza iniziale ...: 1.995 cm
Press. rigonfiam. ..: Kg/cm ²	Volume iniziale ...: 80.102 cmc
Umidità iniziale ...: 32.41 %	Umidità finale: 25.49 %
Densità naturale ...: 1.85 g/cmc	Dens. nat. finale ..: 2.07 g/cmc
Densità secca: 1.39 g/cmc	Peso specifico: 2.7 g/cmc
Indice dei vuoti ...: 0.94	Porosità: 48.35 %
Densità satura: 1.88 g/cmc	Grado saturazione ..: 93.46 %

Press. imposta Kg/cm ²	Deform. dH/Ho %	Indice vuoti e	Modulo edom. E Kg/cm ²	Indice compr. Cc	Coeff. comp. Cv cm ² /s	Permeab K cm/s
0.125	1.669	0.9039	7.4	0.1074		
0.249	2.617	0.8856	12.86	0.0609		
0.498	4.07	0.8574	16.56	0.0935		
0.996	6.025	0.8196	24.19	0.1258		
1.992	8.576	0.7702	36.2	0.1641		
3.985	12.03	0.7033	51.75	0.2222		
7.97	15.679	0.6326	94.07	0.2347		
15.94	19.709	0.5546	162.77	0.2592		
3.985	18.697	0.5742				
0.996	17.158	0.604				
0.249	15.343	0.6391				

DATA: 28/5/2013

Certificato: 660513

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Drilling C.C.D.

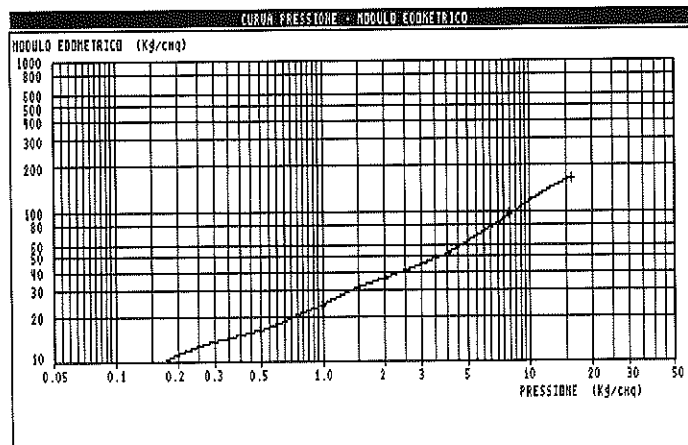
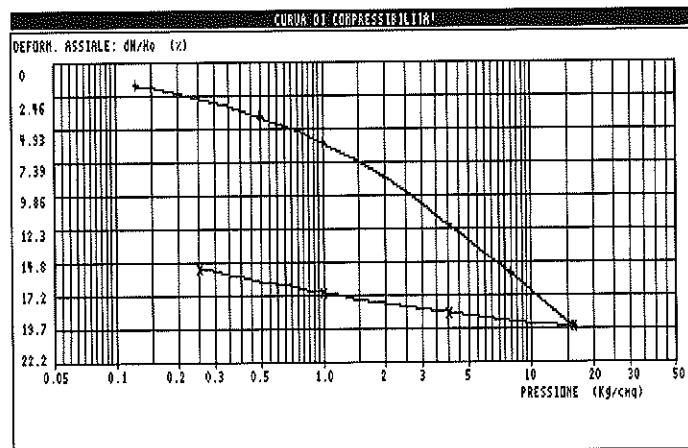
CANTIERE : Silex 3 -Uropa Via Valle Roveto Pescara

Sondaggio: 2

Campione: 2

Profondità da mt: 13.00 a mt: 13.50

P R O V A E D O M E T R I C A



Calcolo dei valori caratteristici dei parametri geotecnici

ORIZZONTE 1

Sabbie e ghiaie limose

Approccio "A" - Peso di volume		γ (kN/m ³)
a = valore minimo stimato	a =	18
b = valore più probabile	b =	19
c = valore massimo stimato	c =	20
$\gamma_m = (a + 4b + c) / 6$	$\gamma_m =$	19,00
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,02
	$\gamma_k =$	18,83
	VALORE MEDIO =	19,00

Approccio "A" - Angolo di attrito		ϕ (°)
a = valore minimo	a =	25
b = valore più probabile	b =	30
c = valore massimo	c =	30
$\phi_m = (a + 4b + c) / 6$	$\phi_m =$	29,17
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,03
	$\phi_k =$	28,75
	VALORE MEDIO =	28,33

Approccio "A" - Modulo edometrico		M (MPa)
a = valore minimo	a =	8
b = valore più probabile	b =	10
c = valore massimo	c =	20
$M_m = (a + 4b + c) / 6$	$M_m =$	11,33
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,18
	$M_k =$	10,33
	VALORE MEDIO =	12,67

ORIZZONTE 2

Limi argilloso-torbosi

Approccio "A" - Peso di volume		γ (kN/m ³)
a = valore minimo stimato	a =	18
b = valore più probabile	b =	18
c = valore massimo stimato	c =	19
$\gamma_m = (a + 4b + c) / 6$	$\gamma_m =$	18,17
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	$CV =$	0,01
	$\gamma_k =$	18,08
	VALORE MEDIO =	18,33

Approccio "A" - Angolo di attrito		ϕ (°)
a = valore minimo	a =	20
b = valore più probabile	b =	22
c = valore massimo	c =	24
$\phi_m = (a + 4b + c) / 6$	$\phi_m =$	22,00
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	$CV =$	0,03
	$\phi_k =$	21,67
	VALORE MEDIO =	22,00

Approccio "A" - Coesione intercetta		c' (kPa)
a = valore minimo	a =	0
b = valore più probabile	b =	0
c = valore massimo	c =	5
$c'_m = (a + 4b + c) / 6$	$c'_m =$	0,83
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	$CV =$	1,00
	$c'_k =$	0,42
	VALORE MEDIO =	1,67

Approccio "A" - Coesione non drenata		c_u (kPa)
a = valore minimo	a =	40
b = valore più probabile	b =	50
c = valore massimo	c =	60
$c_{um} = (a + 4b + c) / 6$	$c_{um} =$	50,00
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	$CV =$	0,07
	$c_{uk} =$	48,33
	VALORE MEDIO =	50,00

Approccio "A" - Modulo edometrico		M (MPa)
a = valore minimo	a =	4
b = valore più probabile	b =	6
c = valore massimo	c =	6
$M_m = (a + 4b + c) / 6$	$M_m =$	5,67
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	$CV =$	0,06
	$M_k =$	5,50
	VALORE MEDIO =	5,33

ORIZZONTE 3

Ghiaie con sabbia

Approccio "A" - Peso di volume		γ (kN/m ³)
a = valore minimo stimato	a =	20
b = valore più probabile	b =	21
c = valore massimo stimato	c =	21
$\gamma_m = (a + 4b + c) / 6$	$\gamma_m =$	20,83
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,01
	$\gamma_k =$	20,75
	VALORE MEDIO =	20,67

Approccio "A" - Angolo di attrito		ϕ (°)
a = valore minimo	a =	35
b = valore più probabile	b =	40
c = valore massimo	c =	40
$\phi_m = (a + 4b + c) / 6$	$\phi_m =$	39,17
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,02
	$\phi_k =$	38,75
	VALORE MEDIO =	38,33

Approccio "A" - Modulo edometrico		M (MPa)
a = valore minimo	a =	50
b = valore più probabile	b =	60
c = valore massimo	c =	60
$M_m = (a + 4b + c) / 6$	$M_m =$	58,33
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,03
	$M_k =$	57,50
	VALORE MEDIO =	56,67

ORIZZONTE 4

Limi argillosi

Approccio "A" - Peso di volume		γ (kN/m ³)
a = valore minimo stimato	a =	20
b = valore più probabile	b =	21
c = valore massimo stimato	c =	21
$\gamma_m = (a + 4b + c) / 6$	$\gamma_m =$	20,83
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,01
	$\gamma_k =$	20,75
	VALORE MEDIO =	20,67

Approccio "A" - Angolo di attrito		ϕ (°)
a = valore minimo	a =	25
b = valore più probabile	b =	28
c = valore massimo	c =	30
$\phi_m = (a + 4b + c) / 6$	$\phi_m =$	27,83
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,03
	$\phi_k =$	27,42
	VALORE MEDIO =	27,67

Approccio "A" - Coesione intercetta		c' (kPa)
a = valore minimo	a =	15
b = valore più probabile	b =	25
c = valore massimo	c =	30
$c'_m = (a + 4b + c) / 6$	$c'_m =$	24,17
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,10
	$c'_k =$	22,92
	VALORE MEDIO =	23,33

Approccio "A" - Coesione non drenata		c_u (kPa)
a = valore minimo	a =	150
b = valore più probabile	b =	200
c = valore massimo	c =	250
$c_{um} = (a + 4b + c) / 6$	$c_{um} =$	200,00
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,08
	$c_{uk} =$	191,67
	VALORE MEDIO =	200,00

Approccio "A" - Modulo edometrico		M (MPa)
a = valore minimo	a =	30
b = valore più probabile	b =	30
c = valore massimo	c =	40
$M_m = (a + 4b + c) / 6$	$M_m =$	31,67
$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$	CV =	0,05
	$M_k =$	30,83
	VALORE MEDIO =	33,33

Pericolosità sismica di base e di sito

All. 11

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Opera:

“LOTTO 1” del P.U.E. - Comparto 5.06/B -

Realizzazione edificio a uso residenziale

Committente:

UROPA srl -SILEX srl

Cantiere:

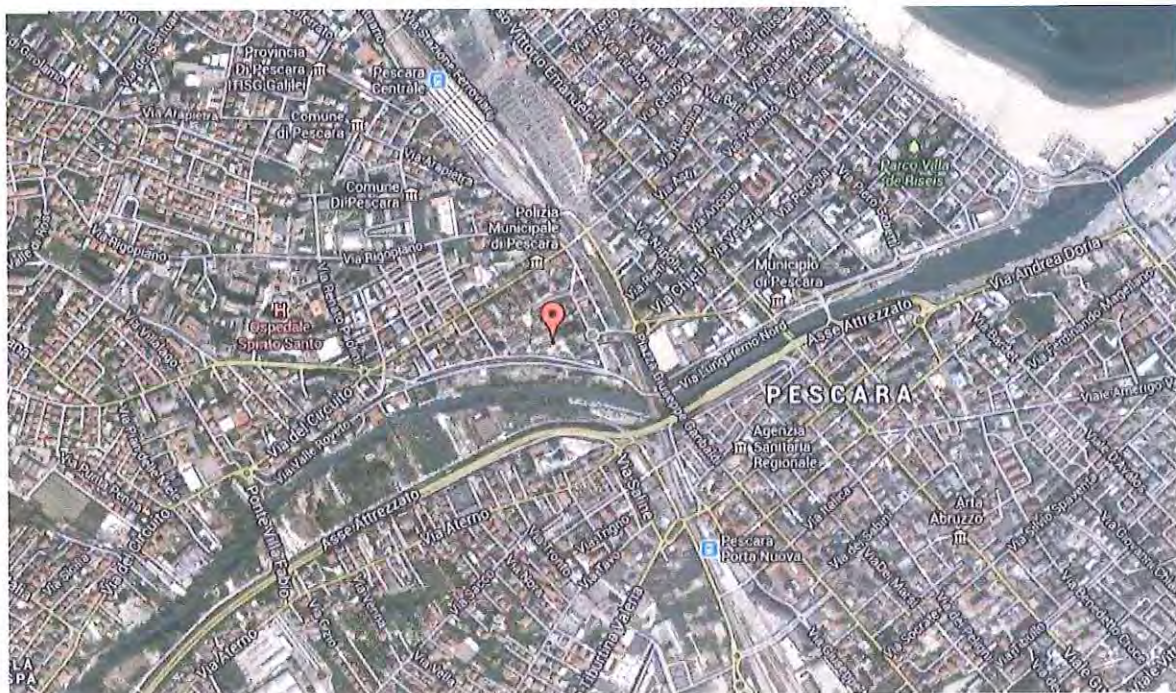
Via Valle Roveto

Località:

Pescara

Data:

Maggio 2013



Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 42,4630100 [°]

Longitude (WGS84): 14,2066500 [°]

Latitudine (ED50): 42,4639700 [°]

Longitude (ED50): 14,2075500 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]
1	25873	42,483020	14,168150
2	25874	42,482610	14,235940
3	26096	42,432610	14,235380
4	26095	42,433030	14,167630

**Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08,
per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento**

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,452	0,284
SLD	50	0,057	2,472	0,309
SLV	475	0,145	2,482	0,360
SLC	975	0,189	2,497	0,364

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,498	0,284
SLD	50	0,053	2,474	0,310
SLV	475	0,121	2,566	0,377
SLC	975	0,155	2,544	0,411

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,480	0,284
SLD	50	0,054	2,477	0,311
SLV	475	0,129	2,543	0,373
SLC	975	0,166	2,519	0,403

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,447	0,283
SLD	50	0,059	2,479	0,308
SLV	475	0,152	2,474	0,357
SLC	975	0,198	2,493	0,360

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,474	0,284
SLD	50	0,055	2,475	0,310
SLV	475	0,134	2,525	0,368
SLC	975	0,173	2,518	0,389

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000

Categoria sottosuolo:

C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

T1

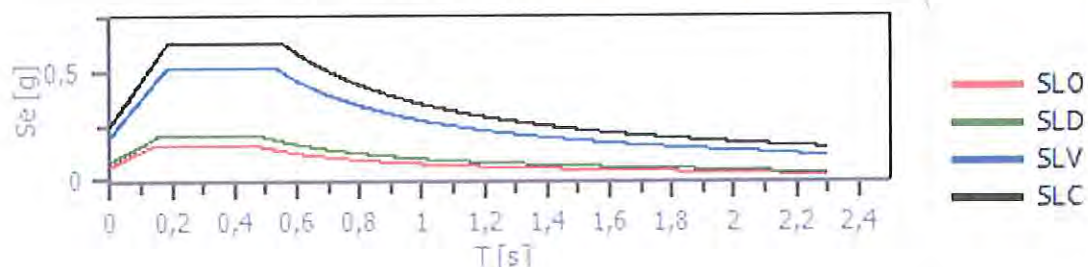
Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,048	0,060
kv	0,007	0,008	0,024	0,030
Amax [m/s ²]	0,651	0,812	1,969	2,439
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

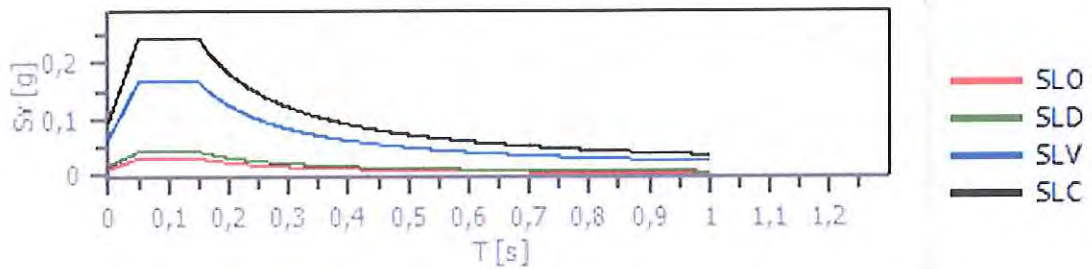
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,044	2,474	0,284	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,150	0,451	1,777	0,066	0,164
SLD	1,0	0,055	2,475	0,310	1,500	1,550	1,000	1,500	1,000	0,160	0,480	1,821	0,083	0,205
SLV	1,0	0,134	2,525	0,368	1,500	1,460	1,000	1,500	1,000	0,179	0,538	2,135	0,201	0,507
SLC	1,0	0,173	2,518	0,389	1,440	1,430	1,000	1,440	1,000	0,185	0,556	2,291	0,249	0,626

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,044	2,474	0,284	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,031
SLD	1,0	0,055	2,475	0,310	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,043
SLV	1,0	0,134	2,525	0,368	1	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,066	0,167
SLC	1,0	0,173	2,518	0,389	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,097	0,244