

**REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI UDINE
COMUNE DI TERZO DI AQUILEIA**

**RELAZIONE GEOLOGICA PER LA VERIFICA
SISMICA STRUTTURALE DEI FABBRICATI
DEL PLESSO SCOLASTICO**

**COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE
 COMUNALE
 TERZO DI AQUILEIA**

STARANZANO, FEBBRAIO 2017

DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSI

**VIA DEI MADRANI N° 11 - 34079 STARANZANO GO
TEL 0481485097 - 3384996778
e-mail: miniussi-geol@libero.it**

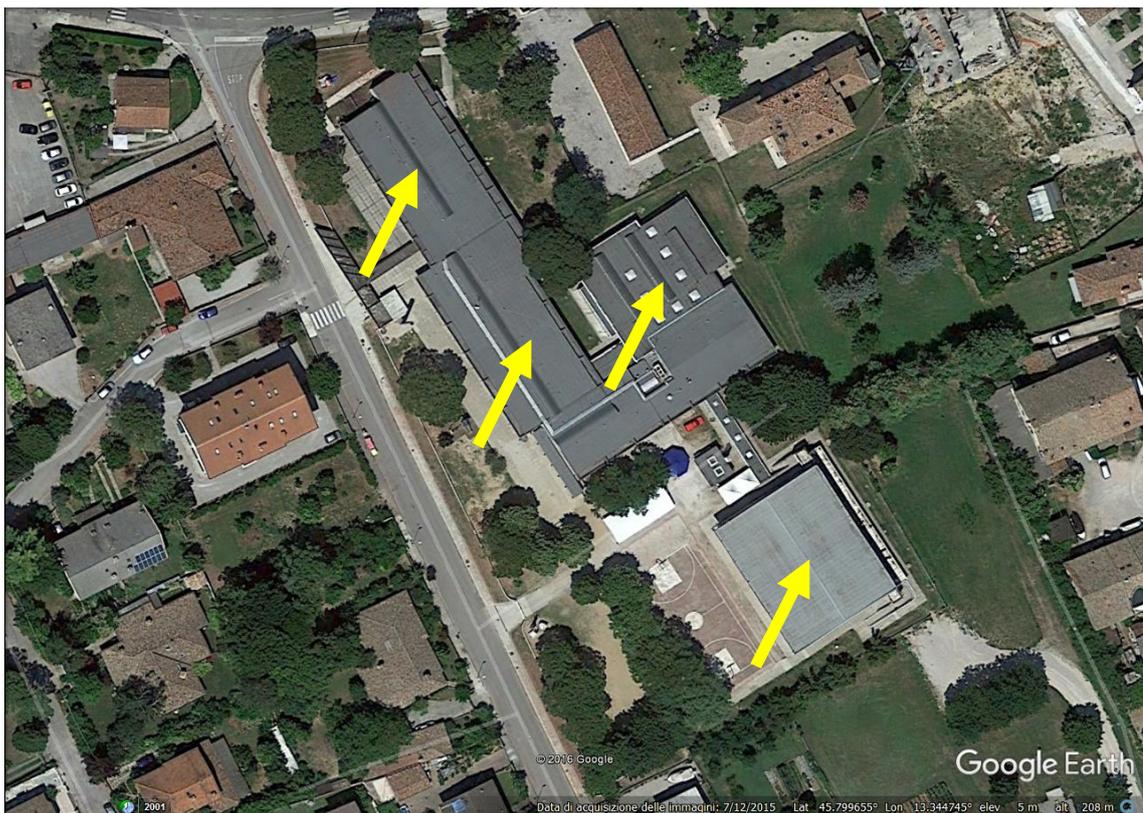
INDICE

| | | |
|---|------|----|
| Premessa..... | pag. | 2 |
| Descrizione delle opere esistenti | pag. | 3 |
| Morfologia e geologia..... | pag. | 4 |
| Prove geognostiche | pag. | 8 |
| Sondaggio meccanico..... | pag. | 9 |
| Prove penetrometriche dinamiche superpesanti..... | pag. | 11 |
| Prove penetrometriche statiche | pag. | 13 |
| Prove penetrometriche dinamiche medie (2004) | pag. | 14 |
| Pozzetti geognostici (2004)..... | pag. | 17 |
| Stratigrafie e modello geologico..... | pag. | 18 |
| Indagine sismica combinata attiva passiva | pag. | 22 |
| Indagine sismica tramite tecnica HVSR | pag. | 22 |
| Indagine sismica mediante sismica a rifrazione | pag. | 25 |
| Indagine sismica mediante MASW | pag. | 27 |
| Indagine sismica mediante antenna sismica..... | pag. | 30 |
| Particolarità del sito e indagini geofisiche | pag. | 31 |
| Conclusioni indagine geofisica combinata | pag. | 40 |
| Idrogeologia | pag. | 40 |
| Zonizzazione geologico-tecnica | pag. | 42 |
| Classificazione sismica | pag. | 44 |
| Caratteristiche geotecniche e modello geotecnico..... | pag. | 47 |
| Conclusioni | pag. | 49 |
| Elenco allegati..... | pag. | 52 |

RELAZIONE GEOLOGICA PER LA VERIFICA SISMICA STRUTTURALE DEI FABBRICATI DEL PLESSO SCOLASTICO DI TERZO DI AQUILEIA

PREMESSA

Il presente lavoro è stato eseguito nei mesi di agosto e dicembre 2016 e febbraio 2017, in relazione alla verifica sismica strutturale dei fabbricati del Plesso Scolastico di Terzo di Aquileia, su incarico del Comune di Terzo di Aquileia ed ha come fine l'accertamento delle caratteristiche geologiche, geotecniche, sismiche ed idrogeologiche del sito, per permettere la verifica delle strutture esistenti e la scelta ed il predimensionamento di eventuali interventi di consolidamento delle opere fondazionali, secondo quanto previsto dal D.M. dd. 14 gennaio 2008 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni).



L'area interessata dalla ricerca è ubicata nella zona centrale del Comune di Terzo di Aquileia ed è adiacente alle vie XXV Aprile e Galileo Galilei, come visibile nell'estratto delle Carte Tecniche Regionale elementi n° 088133 Cervignano del Friuli e 109014 Terzo di Aquileia, in scala 1:5000 allegato.

DESCRIZIONE DELLE OPERE ESISTENTI

Il plesso scolastico è formato da un insieme di fabbricati realizzati in tempi successivi costituiti da:

- Un corpo principale realizzato in più lotti successivi a partire dal 1966 costituito da due blocchi (scuola materna e scuola elementare), con piante irregolari riconducibili a rettangoli leggermente sfalsati tra loro con dimensioni rispettivamente di circa 16,87 x 37,90 metri e 16,87 x 37,90 metri (lunghezza complessiva di circa 86,90 metri), che si sviluppano al piano terra (vedi foto n° 1 e n° 2) e con una struttura realizzata in opera formata da pilatri, setti e travi in c.a., murature interne in laterizio, copertura in laterocemento e opere fondazionali costituite da plinti e fondazioni continue.
- Un locale mensa realizzato in ampliamento, di pianta rettangolare, che si sviluppa sempre al piano terra e una con struttura realizzata in opera formata da pilatri, setti e travi in c.a., copertura in laterocemento e opere fondazionali costituite da plinti e fondazioni continue.
- Un ampliamento posteriore eseguito nel 2004, con pianta rettangolare con dimensioni di circa 22,24 x 29,55 metri, che si sviluppa sempre al piano terra e una con struttura realizzata in opera formata da pilatri, setti e travi in c.a., copertura in laterocemento e fondazioni continue e a platea.
- Una palestra con tribune e sottostanti spogliatoi, realizzata con copertura metallica su pilastri metallici e murature perimetrali in c.a. fino all'altezza di circa 3,00 metri (vedi foto n° 3 e n° 4); le opere fondazionali sono costituite da fondazioni profonde su pali; da segnalare che il piano del campo da gioco è più basso di circa 0,95 metri rispetto al piano di campagna esterno.

- Sono inoltre presenti dei locali accessori (centrale termica) e delle tettoie e pensiline di ingresso e di collegamento tra il blocco aule scolastiche e la palestra.

MORFOLOGIA E GEOLOGIA

La zona, il cui sottosuolo superficiale è costituito da depositi alluvionali quaternari, si estende nella bassa pianura friulana.

L'area, situata nella zona Est di un dosso morfologico orientato NNO-SSE (corrispondente al centro abitato di Terzo di Aquileia e con asse approssimativamente coincidente con la via E. Curiel), è praticamente pianeggiante con una quota, desunta dalla Carta Tecnica Regionale di circa 3,7 ÷ 4,1 metri sul livello medio del mare.

Da segnalare che l'area del plesso scolastico presenta dei dislivelli rispetto alla viabilità adiacente (vie XXV Aprile e G. Galilei), situate a quote rispettivamente di circa 2,9 e 3,1 metri (vedi foto n° 5 e n° 6).

Anche rispetto alle particelle private confinanti, situate rispettivamente verso Nord Est e verso Sud Ovest, l'area scolastica si presenta più elevata di circa 40 ÷ 70 centimetri, mentre risulta praticamente complanare rispetto all'area adibita a parco situata sul confine Est.

I sedimenti presenti nella zona, situata a Sud della linea delle risorgive che segna il passaggio tra l'alta e la bassa pianura, sono da ricondursi all'azione di diversi torrenti.

In generale il settore centrale della pianura friulana, costituito da depositi fluvio-glaciali ed alluvionali quaternari riferibili al Pleistocene (Wurmiano), è formato dai sedimenti depositati dalle acque di fusione del ghiacciaio Tilaventino, che si scaricavano sul piano, dando luogo a più correnti le quali hanno costituito una serie di conoidi, a modesta pendenza, fusi tra loro.

In seguito, con il ritiro del ghiacciaio, questi sono stati incisi dai corsi d'acqua tuttora attivi: Tagliamento, Corno, Cormor e Torre, i quali hanno creato una serie di terrazzi che sfumano verso Sud.

Nel settore orientale le alluvioni tilaventine si fondono con i depositi coevi del Natisone e più ad Est dell'Isonzo.

I materiali depositati dalle acque di fusione sono essenzialmente ghiaioso-sabbiosi a monte della linea delle risorgive, mentre a valle della linea, prevalgono sedimenti fini sabbioso-limosi ed argillosi, coevi con quelli grossolani presenti a Nord, intersecati da lingue ghiaiose in corrispondenza delle più cospicue correnti fluvio-glaciali che defluivano verso la linea di costa più lontana dall'attuale.

Nel settore meridionale si sviluppano sedimenti riferibili all'Olocene, costituiti da alluvioni sabbiose limose e argillose, recenti e attuali, raramente ghiaiose e poco alterate, associate a depositi lagunari e palustri, torbosi, che affiorano nella fascia costiera e circostante le lagune.

Allo stesso periodo vanno inoltre riferiti i sedimenti prevalentemente sabbiosi dei delta del Tagliamento e dell'Isonzo e delle dune costiere.

Nella zona in esame, la pianura è stata formata in particolare dall'avanzamento del sistema deltizio Torre Natisone, inizialmente direttamente tributario dell'Adriatico, con foce tra Grado e Morgo.

In particolare il fiume Natisone (all'epoca Natiso) risultava il più importante della Regione dopo il Tagliamento e sfociava a circa 2 Km al largo dell'attuale foce del canale di Morgo.

Successivamente (VI° sec. d.C.) il fiume Natiso, sia per cause naturali che per deviazioni antropiche, venne deviato nel fiume Isonzo (all'epoca Sonzius), che già dal 315 d.C., dall'area di Grado, poneva la foce in corrispondenza della bocca di Primero (foce dell'Averto).

Intorno al VI° sec. d.C. si ebbe pertanto un'importante variazione dei rapporti tra sedimentazione fluviale ed erosione marina, con l'abbozzo delle strutture lagunari.

Venendo a mancare l'apporto terrigeno nell'area Morgo Grado, prese il sopravvento l'erosione marina sul vecchio sistema deltizio litorale.

Nell'area di Grado il litorale regrediva ed il retroterra si trasformava progressivamente in laguna.

Dal canto suo l'Isonzo, dopo aver raccolto le acque del Natisone e del Torre, divenne il fiume più importante della regione iniziando la sua fase di interrimento ad Est di Grado, con il delta che progrediva rapidamente in mare mentre la sua foce migrava progressivamente da Ovest ad Est, dal canale d'Averto, al fiume Isonzato fino alla posizione attuale a Punta Sdobba.

La progressione in mare dei delta fluviali del Tagliamento e dell'Isonzo, la migrazione progressiva della foce dell'Isonzo verso Est fino alla posizione attuale, l'innalzamento del livello marino negli ultimi 2000 anni accentuato da fenomeni di subsidenza che interessano tuttora la pianura friulana, hanno portato alla retrocessione della linea di costa (da circa 3 miglia al largo di Grado, a circa un miglio nel 1840, fino alla situazione attuale) e, considerando anche la variazione del reticolo idrografico del retroterra con particolare riferimento al citato sistema Torre Natisone con il conseguente mancato apporto di materiale terrigeno, alla progressiva sommersione dell'area costiera con la formazione delle lagune di Grado e di Marano.

L'evoluzione della pianura, della linea di costa e dell'area lagunare, il divagare e le modificazioni del sistema idrografico evidenziano la notevole variabilità dei sedimenti depositi, dovuta alle diverse competenze (capacità di trasporto) delle correnti fluviali.

Nel territorio comunale si evidenzia quindi una variazione dei depositi presenti con diminuzione progressiva delle granulometrie procedendo da Nord verso Sud.

Secondo la più recente nomenclatura geologica i depositi appartengono all'Unità di Grado (8000 B.P. – attuale) ed in particolare alla Subunità di Aquileia (8000 B.P. – IV secolo d.C.) GRA1.

Dai risultati di precedenti studi e dalle stratigrafie di terebrazioni eseguite in aree adiacenti, si ricava che le serie alluvionali presenti nella zona, sono costituite generalmente, da un primo livello superficiale di limi argillosi e sabbiosi di spessore variabile, localmente passanti ad argille e limi, seguito da uno strato di sabbie e limi, con variabile contenuto della frazione granulometrica argillosa e successivamente da depositi in prevalenza ghiaiosi e sabbiosi, ma con la presenza di materiali a granulometrie più sottili, dovuta alle frequenti divagazioni e variazioni della portata dei paleo alvei fluviali e quindi alle facies di sedimentazione.

In allegato sono riportati gli estratti, relativi alla zona in esame, della Carta Geologico Tecnica 088133 Cervignano del Friuli scala 1:5.000 (Carta idrogeologica, delle aree dissestate e geomorfologica applicata, Carta litostratigrafia del sottosuolo e delle caratteristiche geomeccaniche e geotecniche e Carta litostratigrafica formazionale, dell'intensità della suddivisione delle masse rocciose e strutturale) dove, nella carta geotecnica l'area è individuata come costituita da terre con strati di limi e/o argille maggiori al 30% ed inferiori o uguali al 70 %.

Di seguito sono riportate le stratigrafie relative a due sondaggi meccanici eseguiti in corrispondenza della palestra del plesso scolastico (con posizione precisa non nota).

Sondaggio n° 1

| | | | |
|------|---|------|---|
| 0,00 | - | 3,00 | terreno vegetale limo sabbioso di colore bruno; |
| 3,00 | - | 3,80 | argilla limosa di colore bruno; |
| 3,80 | - | 5,40 | sabbia limosa; |
| 5,40 | - | 9,50 | ghiaia e sabbia con limo; |

9,50 - 10,00 sabbia con ghiaia fine.

Sondaggio n° 2

0,00 - 3,00 terreno vegetale limo sabbioso di colore bruno;

3,00 - 4,00 argilla limosa di colore grigio;

4,00 - 4,80 sabbia limosa;

4,80 - 5,00 argilla limosa;

5,00 - 5,30 sabbia limosa;

5,30 - 6,00 ghiaia e sabbia con limo.

In profondità sono presenti alternanze di ghiaie e di argille, con intercalazioni di livelli sabbiosi e localmente costituiti da torbe.

Lo spessore della coltre alluvionale è superiore a 350 metri.

Nella zona meridionale del territorio comunale, un sondaggio eseguito in località Collina spinto fino alla profondità di circa 350 metri, non ha intercettato il substrato roccioso.

In allegato sono riportate inoltre le stratigrafie, pubblicate nel Catasto Regionale dei pozzi della Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia, relative ai seguenti sondaggi meccanici eseguiti in aree limitrofe:

- Pozzo 192 0038
Coordinate EST 2391482 NORD 5073285
(circa 150 metri verso Nord Est)

- Pozzo 192 0043
Coordinate EST 2391030 NORD 5072827
(circa 450 metri verso Sud Ovest)

PROVE GEOGNOSTICHE

Per la definizione delle caratteristiche e degli spessori dei depositi presenti nella zona, oltre all'analisi dei dati di precedenti studi ed ai rilievi di superficie, è stata realizzata dalla ditta SRV Indagini Geologiche S.r.l. una campagna di indagini geognostiche (agosto e dicembre 2016) comprendente un sondaggio

meccanico a carotaggio continuo con prove SPT, tre prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH e due prove penetrometriche statiche CPT, integrata da una indagine sismica combinata attiva e passiva eseguita dallo scrivente con la collaborazione del dott. geologo Mauro Marini comprendente prospezioni sismiche passive HVSR, sismica a rifrazione, MASW e antenna sismica.

Nella relazione sono riportate inoltre tre prove penetrometriche dinamiche medie (DL 30) e due pozzetti geognostici eseguiti dallo scrivente in corrispondenza dell'ampliamento del Plesso scolastico (2004).

SONDAGGIO MECCANICO

In adiacenza alla centrale termica ed alla palestra, è stato eseguito un sondaggio meccanico a carotaggio continuo (S1), spinto fino ad una profondità di circa 18,00 metri dal piano di campagna.

L'ubicazione del sondaggio è riportata nella carta allegata.

L'attrezzatura di perforazione è costituita da una sonda a rotazione modello GELMA 2, montata su autocarro a tre assi.

La perforazione e l'infissione del rivestimento provvisorio sono state condotte in modo da minimizzare il disturbo dei terreni attraversati, utilizzando adeguati valori della velocità sia in avanzamento che in estrazione.

La perforazione è stata eseguita a secco con carotiere semplice \varnothing 127 mm, da 0 a 1,50 metri, e con carotiere \varnothing 101 mm (con rivestimento provvisorio \varnothing 127 mm) dalla profondità di 1,50 metri.

Le carote estratte sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in materiale plastico, munite di scomparti divisori e con l'indicazione delle profondità e delle prove SPT eseguite.

La stratigrafia del sondaggio e le fotografie delle cassette sono riportate in allegato.

La stratigrafia evidenziata dall'analisi delle carote è la seguente:

Sondaggio meccanico n° S1:

| | | | |
|-------|---|-------|---|
| 0,00 | - | 0,30 | terreno di riporto ghiaioso; |
| 0,30 | - | 1,10 | limo sabbioso argilloso rimaneggiato color marrone (qualche elemento ghiaioso immerso); |
| 1,10 | - | 2,70 | limo sabbioso e limo sabbioso argilloso consistente color marrone chiaro; |
| 2,70 | - | 3,00 | argilla limosa color marrone chiaro grigio, poco consistente; |
| 3,00 | - | 3,30 | limo con sabbia color marrone chiaro; |
| 3,30 | - | 5,10 | sabbia fina con limo argilloso e sabbia fina limosa sciolta color marrone chiaro – grigio, alla base sabbia medio fina; |
| 5,10 | - | 6,10 | ghiaia medio fina prevalente con sabbia; |
| 6,10 | - | 6,40 | sabbia organica color grigio, sciolta a tratti debolmente ghiaiosa; |
| 6,40 | - | 9,00 | ghiaia da fina a medio grossolana con sabbia limosa color grigio; |
| 9,00 | - | 10,10 | sabbia medio fina limosa color grigio; |
| 10,10 | - | 10,80 | sabbia color marrone con ghiaia medio fina; |
| 10,80 | - | 11,80 | ghiaia medio fina con sabbia limosa; |
| 11,80 | - | 12,00 | limo sabbioso argilloso color grigio scuro con frammenti lignei; |
| 12,00 | - | 12,30 | ghiaia da fina a media grossolana con sabbia limosa; |
| 12,30 | - | 12,90 | limo sabbioso color grigio, con resti organici e con immersi elementi ghiaiosi; |
| 12,90 | - | 15,10 | ghiaia da fine a medio grossolana con sabbia limosa; |
| 15,10 | - | 18,00 | ghiaia da fine a medio grossolana con argilla limosa color grigio scuro. |

Nel foro del sondaggio sono state inoltre eseguite n° 5 prove SPT.

La prova consiste nel misurare il numero di colpi necessari per infiggere un campionatore standard “Raymond”, o in terreni granulari grossolani una punta conica piena (\varnothing 51 mm angolo 60°), per una profondità di 30 cm (1 piede), battendolo con un maglio di 63,5 kg (140 libbre) da un'altezza di 76,2 cm (30 pollici).

Pur essendo la prova empirica e risentendo di alcune variabili, essa fornisce utili indicazioni soprattutto in terreni granulari eterogenei su cui non è possibile effettuare altri tipi di prove in sito.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

| SONDAGGIO S1 | | |
|---------------------|-------------------|-------------|
| Prof. m | Nspt | Note |
| 6,20 ÷ 6,65 | 19 (19 – 12 – 7) | Punta piena |
| 9,00 ÷ 9,45 | 25 (26 – 14 – 11) | Punta piena |
| 12,00 ÷ 12,45 | 64 (29 – 48 – 16) | Punta piena |
| 15,00 ÷ 15,45 | 66 (31 – 22 – 44) | Punta piena |
| 18,00 ÷ 18,45 | 11 (4 – 5 – 6) | Punta piena |

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER PESANTI

In corrispondenza dell'area del plesso scolastico sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti, spinte fino ad una profondità di circa 16,00 metri dal piano di campagna.

L'ubicazione delle prove è riportata nella carta allegata.

Il penetrometro usato è il modello Pagani TG 63-200, con cui si possono eseguire prove DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).

Le prove consistono nell'infissione di una punta conica con angolo di apertura 90°, diametro 50,5 millimetri (area 20 cm²), battendo sulle aste con un maglio di 63,5 chilogrammi, a caduta libera da un'altezza di 75 centimetri e registrando il numero dei colpi corrispondenti ad una infissione di 20 centimetri.

Il diametro delle aste di infissione è pari a 32 mm con un peso di 6,3 chilogrammi per metro ed una lunghezza di 1,00 metri.

Per quanto riguarda la loro interpretazione valgono le correlazioni esistenti per le prove SPT, dopo conversione dei valori usando la seguente relazione:

$$1,489 N_{(DPSH\ 20\ cm)} = N_{(SPT\ 30\ cm)}$$

Le prove sono riportate negli istogrammi allegati nei quali, in ascissa è indicato il numero dei colpi, mentre in ordinata sono indicate le profondità.

Tramite l'analisi degli istogrammi delle prove penetrometriche si sono rilevate le seguenti stratigrafie:

- Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH n° 1:

| | | | |
|------|---|-------|---|
| 0,00 | - | 0,80 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto ghiaioso terroso; |
| 0,80 | - | 1,40 | limi sabbiosi debolmente argillosi; |
| 1,40 | - | 4,00 | limi sabbiosi e argillosi alternati ad argille e limi ed a sabbie limose sciolte; |
| 4,00 | - | 5,00 | sabbie e limi a variabile contenuto in argilla; |
| 5,00 | - | 8,00 | ghiaie e sabbie con intercalazioni di sabbie e limi; |
| 8,00 | - | 16,20 | ghiaie e sabbie con limitate intercalazioni sabbiose. |

- Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH n° 2:

| | | | |
|------|---|-------|---|
| 0,00 | - | 0,80 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto ghiaioso terroso; |
| 0,80 | - | 2,20 | limi sabbiosi debolmente argillosi; |
| 2,20 | - | 3,40 | limi sabbiosi e argillosi alternati ad argille e limi ed a sabbie limose sciolte; |
| 3,40 | - | 4,40 | sabbie e limi a variabile contenuto in argilla; |
| 4,40 | - | 7,20 | ghiaie e sabbie con intercalazioni di sabbie e limi; |
| 7,20 | - | 16,40 | ghiaie e sabbie con limitate intercalazioni sabbiose. |

- Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH n° 3:

| | | | |
|------|---|-------|---|
| 0,00 | - | 1,00 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto ghiaioso terroso; |
| 1,00 | - | 1,80 | limi sabbiosi debolmente argillosi; |
| 1,80 | - | 4,00 | limi sabbiosi e argillosi alternati ad argille e limi ed a sabbie limose sciolte; |
| 4,00 | - | 4,60 | sabbie e limi a variabile contenuto in argilla; |
| 4,60 | - | 6,80 | ghiaie e sabbie con intercalazioni di sabbie e limi; |
| 6,80 | - | 16,40 | ghiaie e sabbie con limitate intercalazioni sabbiose. |

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Nell'area posteriore del plesso scolastico (lato Est) sono state eseguite n° 2 prove penetrometriche statiche, spinte (a rifiuto) fino ad una profondità di circa 6,00 ÷ 7,20 metri dal piano di campagna.

L'ubicazione delle prove è riportata nella carta allegata.

Queste prove, eseguite tramite penetrometro statico tipo Gouda da 20 tonnellate montato su autocarro zavorrato IVECO 4x4, consistono nell'infissione di una punta conica (angolo 60°, diametro 3,57 cm, area 10 cm²), dotata di uno speciale manicotto laterale (lunghezza 13,3 cm, diametro 3,57 cm, superficie 150 cm²), posta all'estremità di un'asta protetta esternamente da un tubo di rivestimento.

Alternativamente sono spinti nel terreno la punta (4 centimetri), la punta ed il manicotto (12 centimetri) e successivamente la batteria di aste per il ricongiungimento della punta e del manicotto (avanzamento totale 20 centimetri), con velocità lenta e costante (2 centimetri al secondo) tramite martinetti idraulici e registrando le pressioni corrispondenti.

I risultati vengono rappresentati in diagrammi, in cui in ordinata è rappresentata la profondità ed in ascissa la resistenza di punta R_p e la resistenza laterale R_l relativa al manicotto (in kg/cm²), viene inoltre riportato il rapporto R_p/R_l .

I diagrammi relativi alle prove sono riportati in allegato.

Il riconoscimento del tipo di deposito, viene eseguito in base al rapporto R_p/R_l caratteristico per ogni granulometria, piccolo per materiali a granulometria fine ed elevato per materiali a granulometria maggiore (A.G.I. 1977).

| TERRENO | R_p/R_l |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Torbe e argille organiche | $R_p/R_l < 15$ |
| Limi e argille | $15 < R_p/R_l < 30$ |
| Limi sabbiosi e sabbie limose | $30 < R_p/R_l < 60$ |
| Sabbie e sabbie con ghiaia | $R_p/R_l > 60$ |

Inoltre con correlazioni e comparazioni anche complesse, ma basate su sperimentazioni scientificamente efficaci, si ottengono praticamente tutti i principali valori e coefficienti geotecnici dei terreni attraversati.

Di seguito sono riportate le stratigrafie rilevate:

Prova penetrometrica statica CPT n°1

| | | | |
|------|---|------|--|
| 0,00 | - | 0,60 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto terroso ghiaioso; |
| 0,60 | - | 1,20 | argille e limi; |
| 1,20 | - | 1,80 | limi sabbiosi; |
| 1,80 | - | 3,20 | argille e limi (con un livello organico a 3,00 metri); |
| 3,20 | - | 4,20 | sabbie e limi; |
| 4,20 | - | 5,40 | sabbie limose; |
| 5,40 | - | 6,00 | ghiaie e sabbie. |

Prova penetrometrica statica CPT n° 2

| | | | |
|------|---|------|--|
| 0,00 | - | 0,40 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto terroso ghiaioso; |
| 0,40 | - | 2,00 | argille e limi; |
| 2,00 | - | 2,20 | limi sabbiosi; |
| 2,20 | - | 3,20 | argille e limi (con un livello organico a 3,00 metri); |
| 3,20 | - | 3,60 | sabbie e limi; |
| 3,60 | - | 4,20 | sabbie limose; |
| 4,20 | - | 5,00 | sabbie e ghiaie; |
| 5,00 | - | 7,20 | ghiaie e sabbie. |

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE MEDIE (DL 30)

Entro la sagoma dell'ampliamento posteriore sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche dinamiche medie (2004), spinte fino ad una profondità di circa 10 metri dal piano di campagna.

L'ubicazione delle prove penetrometriche è riportata nella carta allegata.

Queste prove consistono nel conteggio del numero di colpi (N) necessario per infiggere, mediante un peso, una batteria di aste nel terreno di successive quantità costanti (10 cm). Tale numero dipende dalla resistenza che il terreno oppone alla penetrazione dello strumento ed è dovuta alle dimensioni dei granuli ed allo stato di addensamento del terreno stesso. Il penetrometro dinamico ad azionamento oleodinamico, impiegato nelle prove è dotato di una punta conica (angolo 60°) con diametro di 3,57 cm ed area pari a 10 cm², utilizza una batteria di aste del diametro di 2,2 cm ed un maglio di 30 kg con una corsa di caduta fissa di 20 cm.

Per quanto riguarda la loro interpretazione valgono le correlazioni esistenti per le prove SPT, dopo conversione dei valori usando la seguente relazione:

$$0,80 N_{SPT(30\text{ cm})} < N_{DL30(10\text{cm})} < 1,20 N_{SPT(30\text{ cm})}$$

(teoricamente $N_{SPT} \approx 0,766 N_{DL}$ considerando le energie specifiche per colpo)

Le prove sono riportate negli istogrammi allegati, nei quali in ascissa è indicato il numero dei colpi, mentre in ordinata sono indicate le profondità.

Tramite l'analisi degli istogrammi delle prove penetrometriche, si sono rilevate le seguenti stratigrafie:

Prova penetrometrica dinamica n° 1 (2004)

| | |
|-------------|--|
| 0,00 - 0,70 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto ghiaioso terroso; |
| 0,70 - 1,70 | limi sabbiosi debolmente argillosi passanti a limi argillosi e sabbiosi; |
| 1,70 - 2,10 | sabbie limose; |
| 2,10 - 2,60 | argille e limi; |
| 2,60 - 3,40 | sabbie limose/limi sabbiosi poco addensati; |
| 3,40 - 4,70 | sabbie e limi a variabile contenuto in argilla; |
| 4,70 - 5,30 | sabbie e ghiaie; |
| 5,30 - 8,20 | ghiaie e sabbie; |
| 8,20 - 9,20 | sabbie e ghiaie con intercalazioni di sabbie e limi; |

9,20 - 10,00 ghiaie e sabbie.

Prova penetrometrica dinamica n° 2 (2004)

| | |
|--------------|---|
| 0,00 - 0,50 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto limoso sabbioso e argilloso con inclusi clasti ghiaiosi e frammenti detritici; |
| 0,50 - 1,90 | limi sabbiosi debolmente argillosi passanti a limi argillosi e sabbiosi; |
| 1,90 - 2,30 | sabbie limose; |
| 2,30 - 3,10 | argille e limi; |
| 3,10 - 3,70 | sabbie limose/limi sabbiosi poco addensati; |
| 3,70 - 3,90 | sabbie e limi a variabile contenuto in argilla; |
| 3,90 - 5,60 | sabbie e ghiaie; |
| 5,60 - 6,90 | ghiaie e sabbie; |
| 6,90 - 7,10 | limi argillosi e sabbiosi; |
| 7,10 - 10,00 | ghiaie e sabbie alternate a sabbie e ghiaie e con intercalazioni di sabbie e limi. |

Prova penetrometrica dinamica n° 3 (2004)

| | |
|--------------|---|
| 0,00 - 0,60 | terreno vegetale superficiale e materiale di riporto limoso sabbioso e argilloso con inclusi clasti ghiaiosi e frammenti detritici; |
| 0,60 - 1,90 | limi sabbiosi debolmente argillosi passanti a limi argillosi e sabbiosi; |
| 1,90 - 2,30 | sabbie limose; |
| 2,30 - 3,10 | argille e limi; |
| 3,10 - 3,60 | sabbie limose/limi sabbiosi poco addensati; |
| 3,60 - 4,10 | sabbie e limi a variabile contenuto in argilla; |
| 4,10 - 5,80 | sabbie e ghiaie; |
| 5,80 - 9,00 | ghiaie e sabbie; |
| 9,00 - 9,50 | sabbie e ghiaie con intercalazioni di sabbie e limi; |
| 9,50 - 10,00 | ghiaie e sabbie. |

POZZETTI GEOGNOSTICI (2004)

Sempre in adiacenza all'ampliamento, sono stati eseguiti tramite escavatore, due scavi esplorativi, la cui ubicazione è riportata nella carta allegata.

Le stratigrafie rilevate sono le seguenti:

Pozzetto n° 1 (vedi foto allegate):

| | | | |
|------|---|------|--|
| 0,00 | - | 0,10 | terreno vegetale superficiale; |
| 0,10 | - | 0,70 | materiale di riporto limoso sabbioso debolmente argilloso con inclusi frammenti detritici e clasti ghiaiosi (localmente prevalenti); |
| 0,70 | - | 1,70 | limi sabbiosi debolmente argillosi localmente passanti a limi argillosi e sabbiosi; |
| 1,70 | - | 2,00 | sabbie limose; |
| 2,00 | - | 2,80 | argille e limi; |
| 2,80 | - | 3,40 | sabbie fini limose. |

Pozzetto n° 2 (vedi foto allegate):

| | | | |
|------|---|------|--|
| 0,00 | - | 0,10 | terreno vegetale superficiale; |
| 0,10 | - | 0,80 | materiale di riporto limoso sabbioso debolmente argilloso con inclusi frammenti detritici e clasti ghiaiosi; |
| 0,80 | - | 2,10 | limi argillosi e sabbiosi; |
| 2,10 | - | 2,30 | sabbie limose; |
| 2,30 | - | 3,00 | argille e limi; |
| 3,00 | - | 3,50 | sabbie fini limose. |

Da rilevare la variabilità sia verticale che orizzontale delle caratteristiche degli strati superficiali, passanti in brevi spazi da sedimenti sabbioso limosi debolmente argillosi poco coesivi a sedimenti limoso argillosi plastici.

Nei livelli coesivi dei vari stati, sono state eseguite delle misure con penetrometro tascabile ottenendo una serie di valori di q_U e con scissometro tascabile ottenendo una serie di valori di c_U .

Per i limi sabbiosi debolmente argillosi (prevalenti nel pozzetto n° 1) passanti a limi argillosi e sabbiosi, i valori di q_U sono compresi tra 75 e 150 kN/m² (valore medio più frequente 100 kN/m²) ed i valori di c_U sono compresi tra 36 e 96 kN/m² (valore medio più frequente 50 kN/m²).

Alla profondità di circa 1,50 metri dal piano di campagna è presente un livello, con uno spessore di circa 30 centimetri, più compatto con valori di q_U compresi tra 175 e 325 kN/m² e valori di c_U compresi tra 120 e 220 kN/m².

Per lo strato di argille e limi: $q_U = 75 \div 125$ kN/m² (valore medio più frequente 100 kN/m²); $c_U = 44 \div 92$ kN/m² (valore medio più frequente 60 kN/m²).

La colorazione dei sedimenti, inizialmente bruno nocciola passa progressivamente a colorazioni nocciola, con screziature grigiastre nel livello di argille e limi dove, in particolare nel pozzetto n° 2, sono presenti limitati resti nerastri di materiale organico.

I sottostanti livelli di sabbie e limi, al di sotto del livello della falda, hanno comportato il rapido franamento delle pareti degli scavi, impedendo l'approfondimento ed ulteriori osservazioni.

STATIGRAFIA E MODELLO GEOLOGICO

La stratigrafia generale media della zona, emersa dai risultati delle indagini eseguite, è la seguente:

Strato 1: materiale di riporto

Presente al di sotto di un sottile livello di terreno vegetale, o di ghiaino nelle zone carrabili esterne o delle pavimentazioni esistenti in adiacenza ai fabbricati.

Formato generalmente da riporto limoso sabbioso debolmente argilloso con inclusi frammenti detritici e clasti ghiaiosi (localmente prevalenti), o nelle zone a quote iniziali maggiori da suolo superficiale limoso sabbioso e argilloso rimaneggiato con inclusi clasti ghiaiosi e localmente detritici.

Le profondità raggiunte sono mediamente di circa $0,40 \div 1,10$ metri dal piano di campagna.

Strato 2: limi sabbiosi debolmente argillosi passanti a limi argillosi e sabbiosi

Formato da limo sabbioso debolmente argilloso, localmente passante progressivamente a limi argillosi e sabbiosi, di colore da marrone chiaro a nocciola.

Le profondità raggiunte sono variabili da circa $1,70 \div 2,20$ metri, fino ad un massimo di circa $2,70$ metri nel sito del sondaggio S1.

$$N_{DPSH} = 2 \div 4$$

$$N_{DL30} = 1 \div 6$$

$$R_p = 3 \div 12$$

Strato 3: sabbie limose

Formato da sabbia fine limosa, localmente da limo sabbioso.

Strato non continuo, di spessore limitato ($20 \div 40$ centimetri) evidenziato solo in corrispondenza delle prove statiche, delle prove dinamiche medie e dei pozzetti geognostici.

Le profondità raggiunte sono di circa $2,00 \div 2,30$ metri.

$$N_{DL30} = 6 \div 10$$

$$R_p = 10 \div 20$$

Strato 4: argille e limi

Formato da argilla limosa con colorazioni da marrone chiaro a grigio.

Localmente sono presenti limitati livelli con resti nerastri di materiale organico.

Le profondità raggiunte sono di circa $2,60 \div 3,20$ metri.

$$N_{DPSH} = 1$$

$$N_{DL30} = 1 \div 4$$

$$R_p = 8 \div 24 \text{ (} 2 \div 3 \text{ per l'intervallo torboso)}$$

Strato 5: sabbie limose e limi sabbiosi poco addensati

Formato da sabbia fine limosa o limo con sabbia, entrambi poco addensati.

Evidenziato con chiarezza solo nei siti delle prove statiche e delle prove dinamiche leggere.

Da segnalare che le prove penetrometriche dinamiche superpesanti, non permettono di differenziare tra loro gli stati N° 3, N° 4 e N° 5.

Le profondità raggiunte sono mediamente di circa 3,30 ÷ 4,20 metri.

$$N_{DPSH} = 1$$

$$N_{DL30} = 1 \div 3$$

$$R_p = 10 \div 20$$

Strato 6: sabbie e limi a variabile contenuto in argilla

Formato da sabbia fine e medio fine limosa localmente argillosa, con colorazioni da marrone chiaro a grigio.

Una granulometria eseguita su un campione sabbioso prelevato dalle carote estratte con il sondaggio S1 (profondità 3,3 ÷ 5,1 metri), ha evidenziato una percentuale di fino (passante ASTM 200) del 25%.

Le profondità raggiunte sono variabili da circa 3,90 ÷ 4,70 metri, fino ad un massimo di circa 5,10 ÷ 5,40 metri in corrispondenza dei siti del sondaggio S1 e della CPT 1.

$$N_{DPSH} = 1 \div 5$$

$$N_{DL30} = 3 \div 6$$

$$R_p = 25 \div 70$$

Strato 7: sabbie e ghiaie

Formato da ghiaia medio fina con sabbia e da sabbia ghiaiosa, con intercalazioni sabbioso limose.

La profondità media raggiunta da questo strato è di circa 5,00 ÷ 6,40 metri, con valori massimi di circa 6,80 ÷ 8,00 metri in corrispondenza con le prove DPSH, in parte per la difficoltà a differenziarlo dai sottostanti livelli francamente ghiaiosi.

$$N_{SPT} = 19$$

$$N_{DPSH} = 5 \div 12 \text{ (2 } \div \text{ 5 per le intercalazioni sabbioso limose)}$$

$$N_{DL30} = 8 \div 16 \text{ (6 } \div \text{ 8 per le intercalazioni sabbioso limose)}$$

$$R_p = 100 \div 140$$

Strato 8: ghiaie e sabbie

Formato da ghiaia da fina a medio grossolana con sabbia limosa.

Localmente sono presenti intercalazioni di sabbia medio fina limosa o limitatamente di limo sabbioso a tratti argilloso, generalmente di colore grigio.

La profondità raggiunta da questo strato è di circa 15,10 ÷ 16,40 metri.

$$N_{SPT} = 25 \div 64$$

$$N_{DPSH} = 8 \div 32 \text{ (5 } \div \text{ 8 per le intercalazioni sabbiose)}$$

$$N_{DL30} = 10 \div 36 \text{ (6 } \div \text{ 10 per le intercalazioni sabbiose)}$$

$$R_p > 170$$

Strato 9: ghiaie e sabbie argilloso limose

Formato da ghiaia da fina a medio grossolana con argilla limosa color grigio scuro.

Evidenziato nel sondaggio meccanico (a partire dalla profondità di 15,10 metri).

La profondità raggiunta da questo strato è quella investigata di 18,00 metri.

$$N_{SPT} = 11 \div 66$$

Dall'analisi delle prove geognostiche eseguite risulta una variabilità sia verticale che orizzontale dei depositi alluvionali e localmente palustri presenti.

Considerando le tipologie dei depositi presenti e le variabilità riscontrate vista anche l'estensione dell'area indagata, risulta complesso identificare una stratigrafia tipo rappresentativa e pertanto la stratigrafia media sopra riportata risulta indicativa.

Per le singole aree, le colonne litostratigrafiche possono essere sinteticamente descritte tramite le stratigrafie delle prove geognostiche più vicine.

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA ATTIVA PASSIVA

In corrispondenza dell'area posteriore del plesso scolastico è stata eseguita una indagine sismica con metodologie passive e attive (HVRS, sismica a rifrazione, MASW e antenna sismica) con i seguenti obiettivi:

- ricostruire la stratigrafia sismica del sottosuolo;
- caratterizzare le frequenze fondamentali di risonanza al fine di mettere in luce possibili fenomeni di doppia risonanza tra terreno e strutture in caso di terremoto;
- stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (V_s) per fornire la categoria di suolo di fondazione secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

L'ubicazione delle prove è riportata nella carta allegata.

L'indagine sismica è stata eseguita in collaborazione con il dott. geologo Mauro Marini che ha inoltre curato l'interpretazione congiunta delle varie metodologie utilizzate.

INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE TECNICA HVSR

La finalità di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo con l'individuazione delle discontinuità sismiche ed in particolare la profondità del substrato rigido o dell'eventuale basamento roccioso compatto. La tecnica

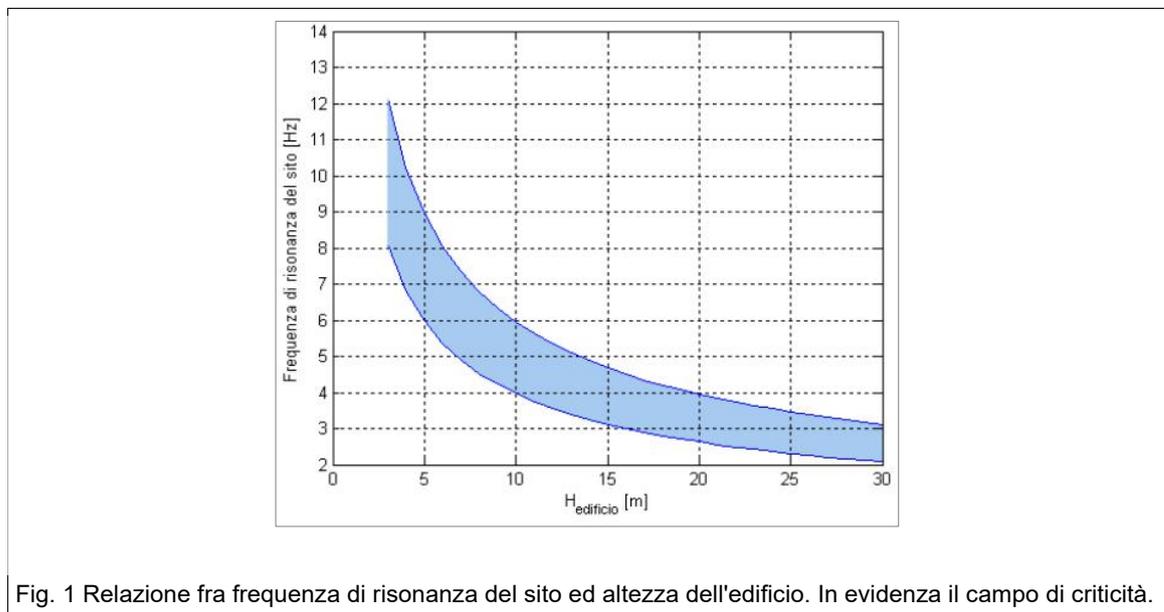
HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito, inoltre con questo tipo d'indagine viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio e lo spessore dei singoli strati, in modo tale da definire il parametro V_{S30} come definito dalle NTC 14/01/2008. L'indagine geofisica descritta si avvale della metodologia basata sulla tecnica essenzialmente sviluppata da Nakamura e sul rapporto spettrale H/V (tecnica dei rapporti spettrali o HVSR "Horizontal to Vertical Spectral Ratio"). La metodologia d'indagine consiste nel rilevare il rumore sismico ambientale, presente sulla superficie terrestre, generato da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento), dall'attività antropica e dall'attività dinamica terrestre (microtremori, onde sismiche remote). Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un dispositivo costituito da tre velocimetri elettrodinamici disposti su tre assi ortogonali con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 e 250 Hz, con frequenza propria pari a 4,37 Hz. I dati registrati vengono memorizzati su supporto informatico. I campioni vengono successivamente elaborati per ottenere gli spettri di velocità in funzione della frequenza. L'analisi eseguita con un software dedicato consente di definire la velocità media delle onde di taglio V_s . Il codice di calcolo consente di interpretare i rapporti spettrali HVSR basati sulla simulazione del campo d'onde (P, S, Rayleigh e Love) in sistemi multistrato con disposizione piana parallela. Per il raggiungimento di un risultato affidabile è necessario introdurre dei vincoli relativi ai sismostrati quali profondità e velocità, definiti da altre indagini

(sondaggi, prove penetrometriche, microsismica attiva). Nell'elaborazione si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata con un eventuale filtraggio per limitare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione. Per ciascuna delle finestre valide, con relativo tapering e/o lisciamiento, viene valutato lo spettro di Fourier. Per ogni finestra temporale sono registrate due componenti orizzontali ortogonali (che definiscono una unica componente risultante azimutale) e la componente verticale. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia (orizzontale e verticale). Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la stima deducibile della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di definire come elaborazione finale il profilo stratigrafico (approssimato) definendo il miglior adattamento del modello alla curva sperimentale, con la relativa definizione di spessori, densità, indice di Poisson, velocità delle onde di taglio. La curva del rapporto spettrale evidenzia, nelle condizioni ottimali, in prossimità dei picchi, il contatto tra copertura e substrato rigido o la presenza di eventuali discontinuità sismiche. La stratigrafia del sottosuolo può essere definita con buon dettaglio per profondità comprese tra 0,5 e 100 m di profondità. L'analisi consente di definire un altro parametro utile nella progettazione strutturale dell'edificio quale la frequenza caratteristica di risonanza del sito. Tale valore evidenzia la

condizione di vibrazione del terreno in risonanza con la struttura edificata che produce una amplificazione dell'effetto sismico.

Nella figura di seguito riportata (fig. 1), vengono messe in relazione le frequenze di risonanza del sottosuolo con l'altezza degli edifici che si renderebbero maggiormente vulnerabili per doppia risonanza terreno-struttura in caso di terremoto. La curva vale per edifici standard in c.a. (cfr. Masi et al., 2007), ovviamente la prassi corretta è quella di calcolare/misurare i modi di vibrare delle strutture. In fase preliminare il grafico può fornire utili indicazioni per la progettazione (la curva riportata può essere applicata a qualsiasi sito).



INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE

La metodologia a rifrazione permette la ricostruzione lineare delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, la profondità del substrato (entro i limiti di penetrazione del metodo), la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici.

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde

elastiche disponendo una serie di ricevitori lungo la superficie libera del suolo e generando onde elastiche da una sorgente puntiforme le onde dirette e rifratte giungeranno per prima ai punti di ricezione (geofoni).

L'intersezione delle rette con l'asse dei tempi e la pendenza (inverso della velocità) di ciascuna retta consente di definire le caratteristiche della profondità degli strati.

La velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi ($S_r = 100\%$) dipende talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale e perciò tale valore può rappresentare una approssimazione delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Le velocità delle onde S e delle onde di superficie, sono caratteristiche delle vibrazioni trasmesse prevalentemente dal solo scheletro solido e consentono una migliore valutazione delle proprietà meccaniche del terreno. Per terreni ubicati al di sotto del livello freatico le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio e subordinatamente le onde di superficie. Generalmente, in un terreno stratificato orizzontalmente le onde SH non trasmutano (conversione in altri tipi di onde elastiche) a differenza delle onde SV e P. Il fenomeno della trasmutazione avviene in tutte le situazioni in cui esiste una differenza di impedenza - rigidità sismica e dall'angolo di incidenza. L'attenuazione delle onde di compressione dipende dalla porosità, dal grado di saturazione e dalla viscosità del mezzo.

L'analisi dei dati è stata effettuata con il metodo dei tempi intercetti con una configurazione lineare congiunta (diretta e inversa) dello stendimento di geofoni. La scelta di uno studio congiunto con varie metodologie geofisiche (in questa indagine con le tecniche HVSR) o con indagini dirette o indirette di tipo geotecnico ha come fine la definizione di una interpretazione sismica del sottosuolo corretta, corrispondente ad un modello convergente per tutti i metodi di indagine.

INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE MASW

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva, Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio). Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008.

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

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della V_{s30} (il valore medio della V_s nei primi 30 m di profondità, inerente gli intervalli di velocità e gli spessori corrispondenti).

Le caratteristiche delle onde, quando uno dei due mezzi semi-infiniti sono separati da un'interfaccia, per esempio quello superiore costituito da aria, si può assumere che non esistano onde trasmesse e in generale esistono solo onde riflesse. È dimostrabile che in un semispazio omogeneo, oltre alle onde P e S già trovate in un mezzo infinito, esiste un nuovo tipo di onda denominata onda di Rayleigh.

L'onda di Rayleigh è il risultato della combinazione di onde P e S in modo che siano soddisfatte le seguenti due condizioni:

1. il moto associato all'onda di Rayleigh si attenua rapidamente con la profondità.
2. lo stato tensionale è nullo sulla superficie libera del semispazio solido.

La velocità con cui si propaga l'onda di Rayleigh sulla superficie libera di un semispazio omogeneo è leggermente inferiore alla velocità V_s delle onde di taglio S (tra $0,862 \cdot V_s$ e $0,955 \cdot V_s$) e dipende dal coefficiente di Poisson μ (Achenbach, 1999): $V_R = V_s[(0.862 + 1.14\mu)/(1+\mu)]$.

In un semispazio omogeneo la velocità di fase dell'onda di Rayleigh non dipende dalla frequenza o dal numero d'onda k , quindi si dice che non è dispersiva.

Le componenti orizzontale e verticale sono sfasate di 90° , quindi durante il moto le particelle descrivono un'ellisse. L'asse maggiore dell'ellisse è parallela alla superficie libera orizzontale fino alla profondità di circa $0,2 \lambda$ (λ è la lunghezza d'onda), dove lo spostamento orizzontale cambia segno e quindi gli assi e il senso di percorrenza dell'ellisse si invertono. L'ampiezza degli spostamenti decresce rapidamente con la profondità, così che l'onda di Rayleigh è confinata nella parte superficiale del semispazio, in una striscia di spessore pari a circa $1,5 \lambda$.

Nelle analisi sono state prodotte onde di Love con analisi delle loro dispersione. Le onde di Love sono presenti in un semispazio stratificato. Le onde di Love sono polarizzate orizzontalmente, cioè il moto delle particelle appartiene al piano orizzontale e come le onde di Rayleigh sono onde superficiali, perchè si propagano in prossimità della superficie libera del semispazio stratificato. Si può dimostrare che le onde di Love sono il risultato di un'interferenza costruttiva delle onde di taglio SH all'interno di uno o più strati e che quindi non possono esistere in un semispazio omogeneo non stratificato (Aki and Richards, 1980, Pujol, 2002).

Le onde di Love sono dispersive, cioè la loro velocità di propagazione dipende dalla frequenza.

Nei materiali stratificati la velocità delle onde di Love nei livelli sottili è prossima alle V_s per $h/\lambda \ll 1$ (con h lo spessore dello strato e λ la lunghezza d'onda) mentre negli strati potenti $h/\lambda \gg 1$, le onde di Love tendono alla velocità delle onde di Rayleigh (V_R). Le onde di Love possono accelerare o decelerare in funzione delle differenze di velocità dello strato rispetto al semispazio confinante. Nelle applicazioni pratiche le onde di Love richiedono un'analisi preliminare tarata sulle caratteristiche dei materiali presenti nei sismostrati.

Secondo la teoria (Teorema di Fourier), i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato, dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando inoltre che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza.

Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio $f-k$ è detta curva di dispersione sperimentale e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione dello spettro di velocità, identificazione delle curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).

Partendo da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, si può definire la miglior sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale (la curva di dispersione teorica lega velocità e lunghezza d'onda). Nella curva di inversione teorica ed in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno che definiscono i modi (le varie componenti armoniche) delle onde di Rayleigh. Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali,

mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

La scelta di uno studio congiunto con varie metodologie geofisiche ha come fine la definizione di una interpretazione sismica del sottosuolo maggiormente corretta, corrispondente ad un modello convergente per tutti i metodi di indagine.

INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE ANTENNA SISMICA

L'utilizzo dell'antenna sismica mediante sorgenti passive consente l'investigazione di strutture sedimentarie profonde con una metodologia economicamente vantaggiosa rispetto ad altre tecniche sismiche.

L'analisi frequenza - numero d'onda (F-K) assume che la propagazione delle onde, attraverso i sensori dell'antenna, sia piana, cioè che la propagazione avvenga lungo gli assi X e Y con i rispettivi numeri d'onda K_x e K_y . Si assumono le grandezze definite dalle seguenti espressioni, $K = \omega s = 2 \pi f s = 2 \pi / \lambda$, con $s = 1/v$, reciproco della velocità (lentezza) e λ lunghezza d'onda.

Nella fase di output vengono calcolate le somme dei tempi d'arrivo relativi alle posizioni dei sensori e lo spostamento delle fasi corrispondenti. L'analisi eseguita nel dominio delle frequenze considera le velocità e le direzioni, e se coerenti, nella loro somma positiva, producendo in questo caso un output elevato (fascio di potenza o beam power, secondo Capon '69). Risulta fondamentale la comparazione tra le "lentezze" e l'energia del fascio di potenza definendo i valori massimi di energia al variare dell'azimut. La versione FKHR (proposta da Ohrnberger et al. 2004a) consente il calcolo dell'estimatore del massimo dell'analisi FK, introducendo la media della matrice spettrale (cross spectral matrix) e consentendo, in tal modo, la stima delle velocità più affidabile rispetto al metodo originale FK.

Il metodo di auto-correlazione spaziale (SPAC) è stato proposto, inizialmente, da Aki (1957) per indagare sulla natura del rumore sismico e per caratterizzare

il mezzo di propagazione delle onde sismiche. Tale analisi consente di stimare le curve di dispersione dalle onde di superficie analizzando la correlazione tra il rumore sismico registrato in diversi punti ravvicinati; l'analisi delle curve consente la definizione della struttura del mezzo di propagazione sottostante l'area di studio. La procedura eseguita per ottenere i coefficienti di correlazione ed il calcolo delle funzioni di Bessel mediante la funzione di auto-correlazione spaziale modificato (MSPAC) è stato proposto da Bettig et al. (2001). Poiché il metodo è basato su un'indagine statistica nel tempo e nello spazio, si assume che il segnale è rumore stocastico e stazionario in entrambi i domini.

Nella utilizzazione della antenna sismica passiva le assunzioni principali sono che la misura delle vibrazioni ambientali siano composte principalmente da onde superficiali e che la struttura del terreno sia prevalentemente orizzontale.

Il tipo di analisi si focalizza essenzialmente nella componente verticale delle armoniche modali delle onde di Rayleigh. L'analisi consiste nel determinare il profilo delle onde S definite dalle curve di dispersione (o di autocorrelazione) e successivamente di ottenere, eseguendo una inversione, la struttura del suolo (risultati legati alla sensibilità degli strumenti ed alla caratteristiche dell'antenna sismica).

PARTICOLARITÀ DEL SITO E INDAGINI GEOFISICHE

Le varie tipologie di indagini geofisiche (MASW e HVSR) presuppongono una stratificazione dei sismostrati a livelli orizzontali (modello 1D per MASW e HVSR) e modelli 2D per la sola sismica a rifrazione. Per l'esecuzione delle prove MASW sono state utilizzate sorgenti sismiche con polarizzazione verticale ed orizzontale. È stato utilizzato uno stendimento con lunghezza pari a 30 metri, la configurazione scelta per l'antenna sismica è costituita da due tratti rettilinei ortogonali (L) di lunghezza pari a 35 metri e 17,5 metri. La scelta di uno studio congiunto con varie metodologie geofisiche ha come fine la definizione di una interpretazione sismica del sottosuolo maggiormente

corretta, corrispondente ad un modello convergente per tutti i metodi di indagine.

Le prove HVSR sono state realizzate in prossimità dei sondaggi sismici a rifrazione, MASW ed antenna sismica al fine di ottenere dei vincoli nell'interpretazione (spessori e velocità V_s).

La particolarità dei depositi esaminati evidenzia una eterogeneità limitata in superficie, l'interpretazione in profondità è maggiormente complessa. In queste condizioni, i dati congiunti dalle prove MASW e HVSR possono definire i modelli delle V_{s30} (secondo quanto richiesto dalla normativa) con una migliore approssimazione rispetto ad un unico metodo sismico. I dati risultanti dalle interpretazioni HVSR raggiungono una buona affidabilità, in quanto vincolati (Mulargia, Castellano) dai parametri definiti dalla stratigrafia superficiale, dalle prove penetrometriche statiche, dinamiche pesanti e leggere e dalle stratigrafie dei sondaggi meccanici.

Le elaborazioni sono state eseguite preliminarmente con i software EasyMASW e EasyHVSR (Geostru) e nella fase finale con il software Geopsy (SESAME).

Pur essendo l'amplificazione sismica un fenomeno complesso, che dipende da molte variabili (Anderson, 2007), ci sono almeno due evidenze sperimentali per l'utilizzo della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s). La V_s è un indicatore della rigidità μ dei terreni secondo la nota formula $\mu = \rho V_s^2$, dove ρ è la densità.

Il fenomeno sismico è però caratterizzato anche da altri tipi di onde sismiche che inducono moti orizzontali sui terreni, quali le onde di superficie (Rayleigh e Love) che peraltro denotano ampiezza e durata praticamente sempre maggiore delle onde S per tutti i terremoti superficiali e locali, ossia per quelli potenzialmente distruttivi e che molto spesso vengono trascurate.

La classificazione sismica semplificata dei suoli di fondazione viene definita dalla V_{s30} , un parametro semplice che funge da stimatore dell'amplificazione sismica di sito (F_a) ed è alla base di molte normative tecniche.

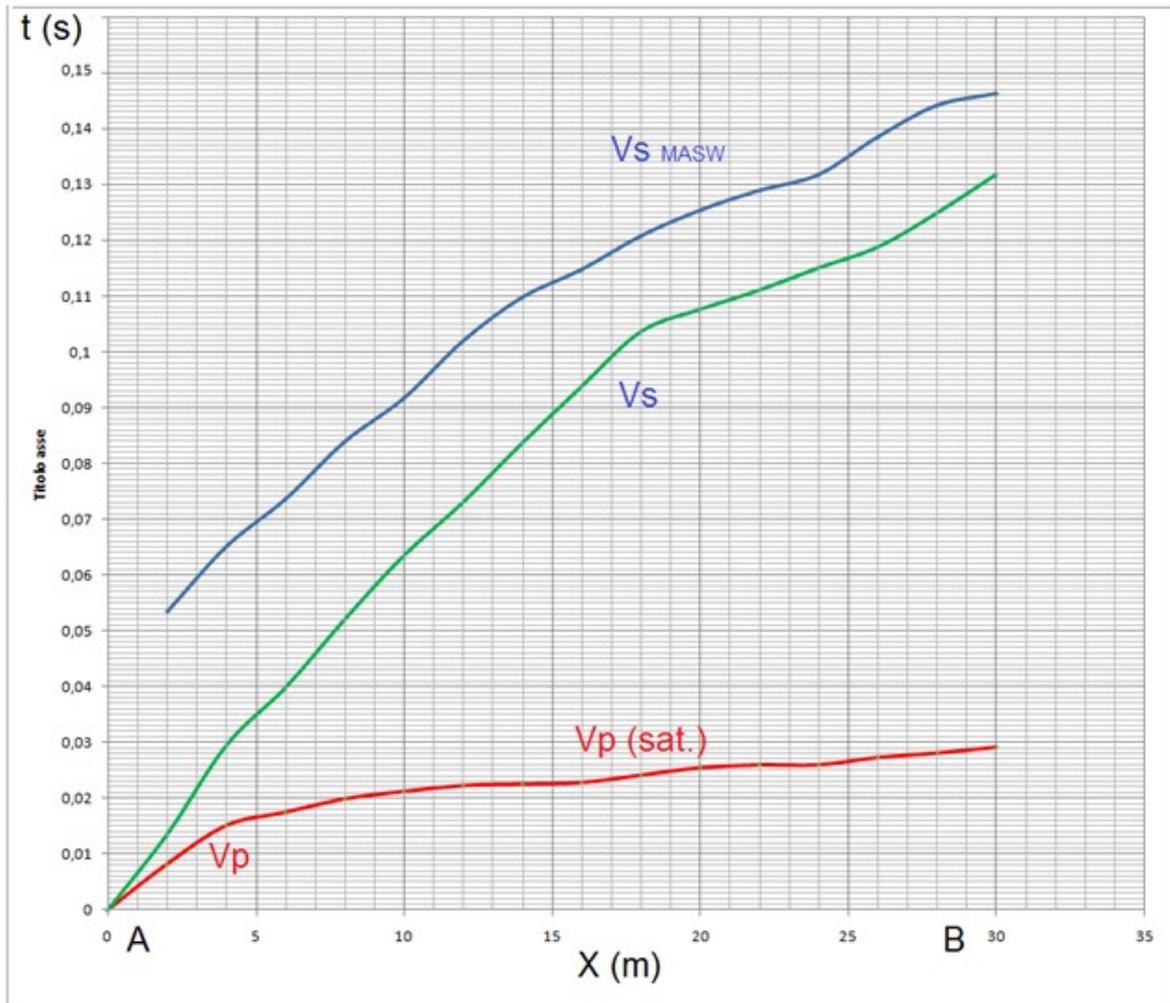
Purtroppo l'analisi statistica sulla sostenibilità di una relazione $F_a - V_{s30}$, non evidenzia una elevata correlazione ed esistono ragioni fisiche in grado di spiegare la mancanza di una relazione semplice tra i due parametri.

L'amplificazione sismica è dunque determinata non univocamente dalla rigidità assoluta di un terreno ma anche dal contrasto di impedenza tra unità sismiche.

Se da un lato il parametro V_{s30} conserva l'informazione sulla rigidità assoluta dei terreni, che è legata al loro smorzamento, dall'altro lato esso annulla l'informazione in merito alla prima causa di amplificazione sismica, ossia la presenza di contrasti di impedenza ($\rho_1 V_1 / \rho_2 V_2$).

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un qualsiasi tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque anche senza terremoti ed è il principio alla base della sismica passiva a stazione singola.

Sismica a rifrazione

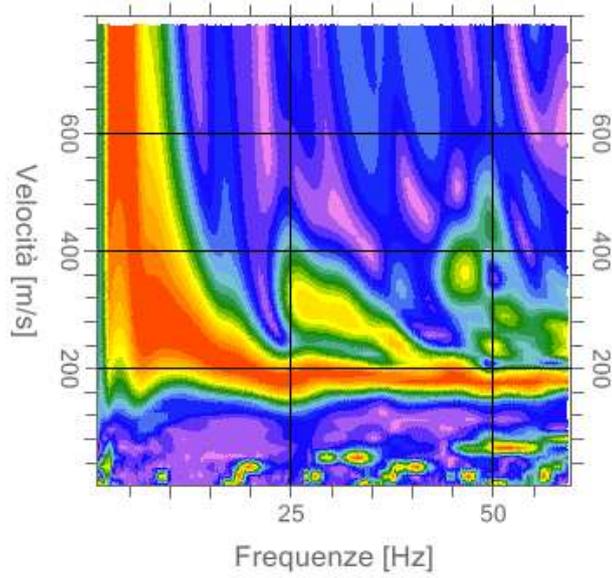


Interpretazione

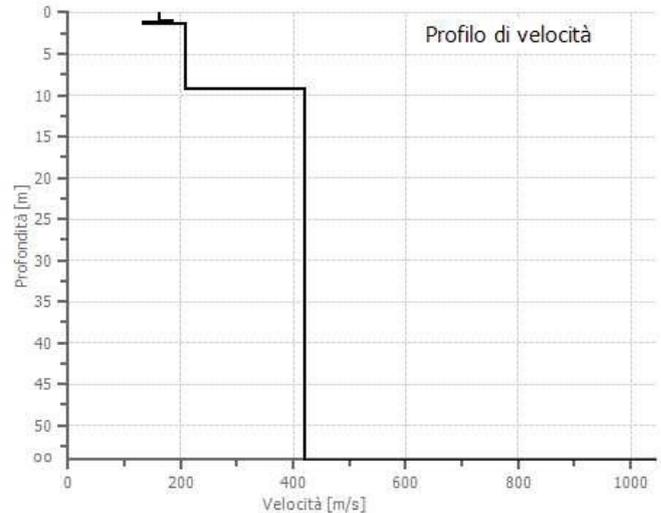
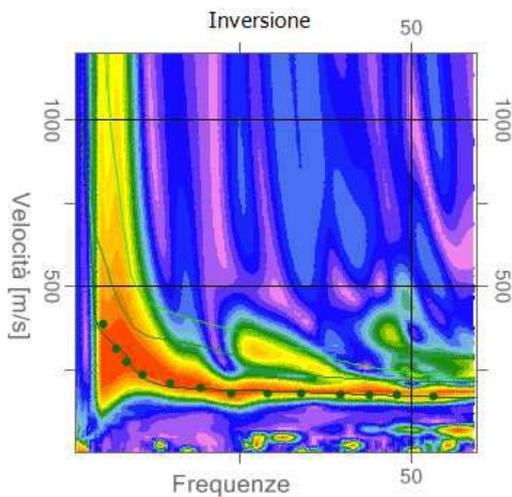
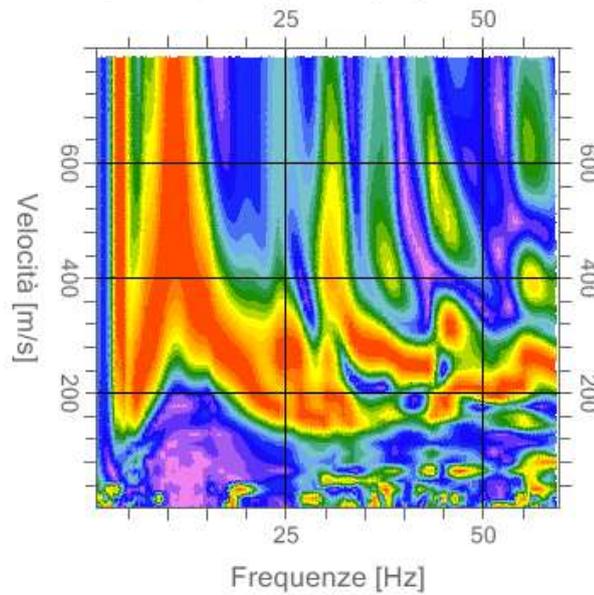
| Int | | | | |
|----------|-------|----------|----------|--------|
| Prof (m) | h (m) | Vs (m/s) | Vp (m/s) | v (--) |
| 0,9 | 0,9 | 128 | 232 | 0,29 |
| 5,3 | 4,4 | 192 | 1029 | 0,48 |
| | | 417 | 2333 | 0,484 |

ANALISI MASW

Spettro polarizzazione Trasversale



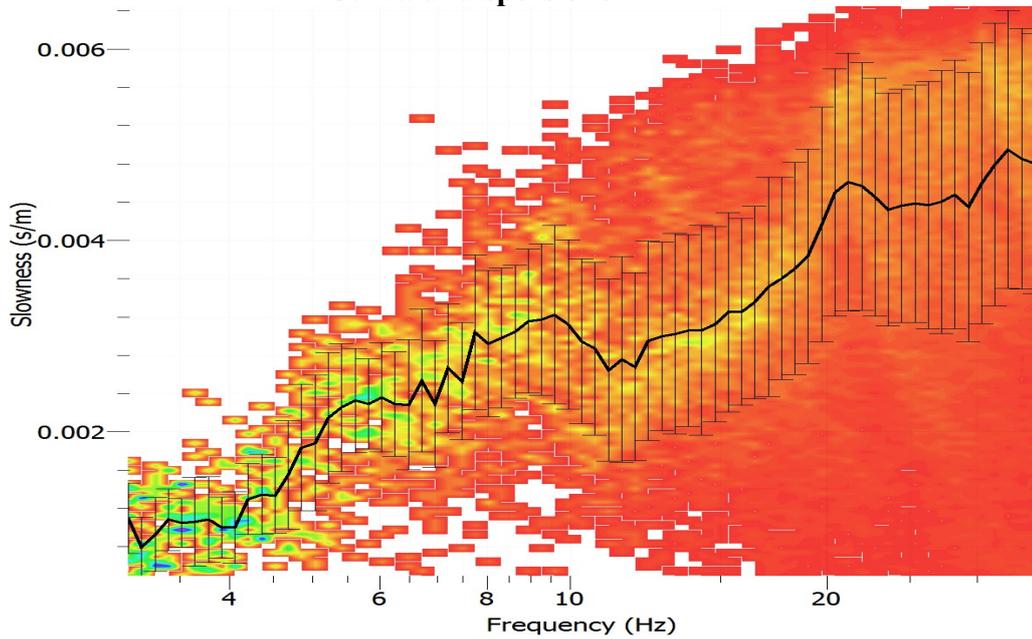
Spettro polarizzazione Radiale



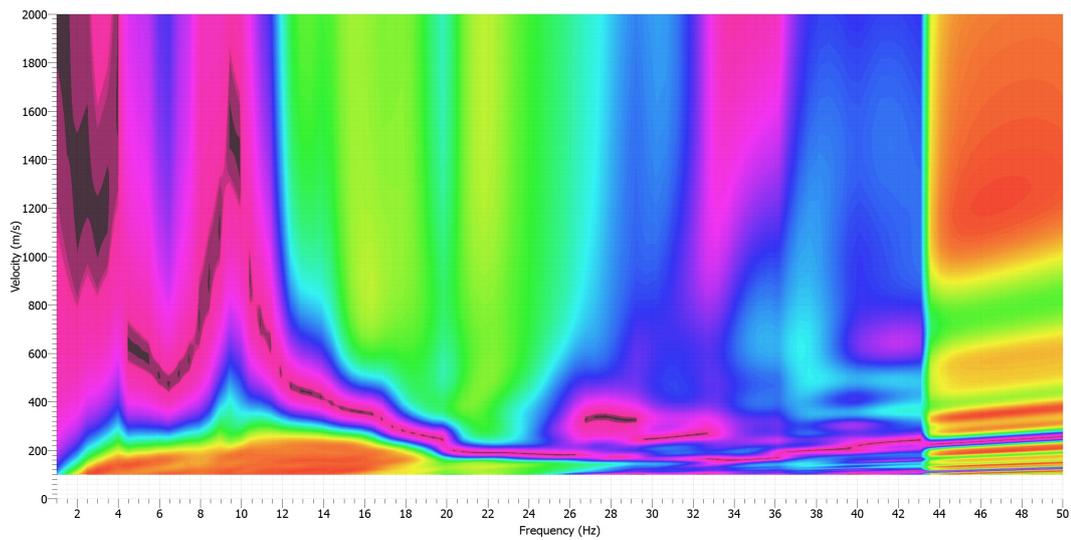
Inversione: Modo fondamentale e 1^a e 2^a armonica

Analisi HVSR – MSPAC – FKHR – MASW passiva

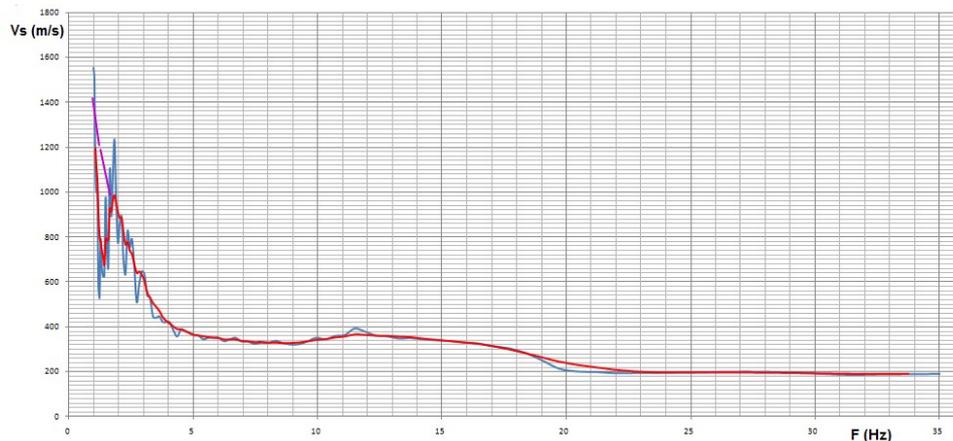
Curva di dispersione FKHR



MASW passiva (linea AB)

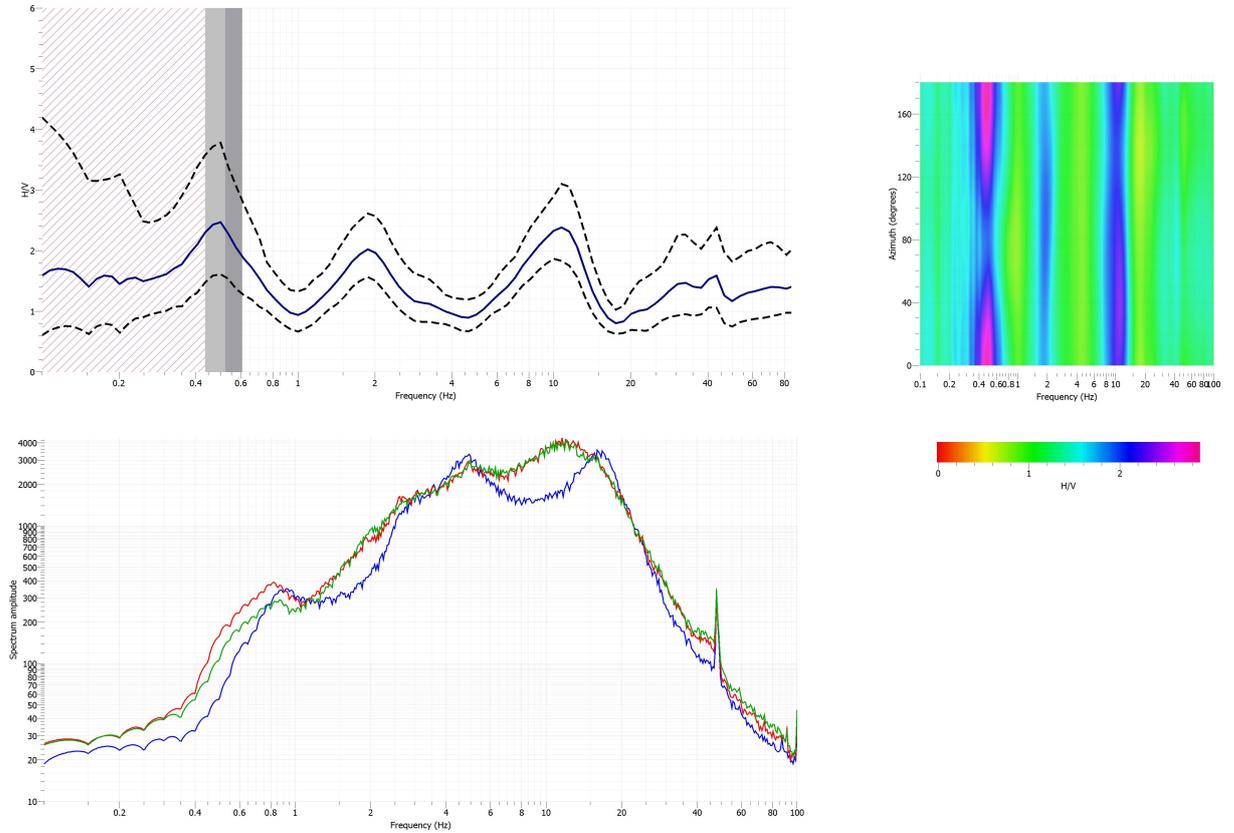


Sovrapposizione FKHR e MASW passiva

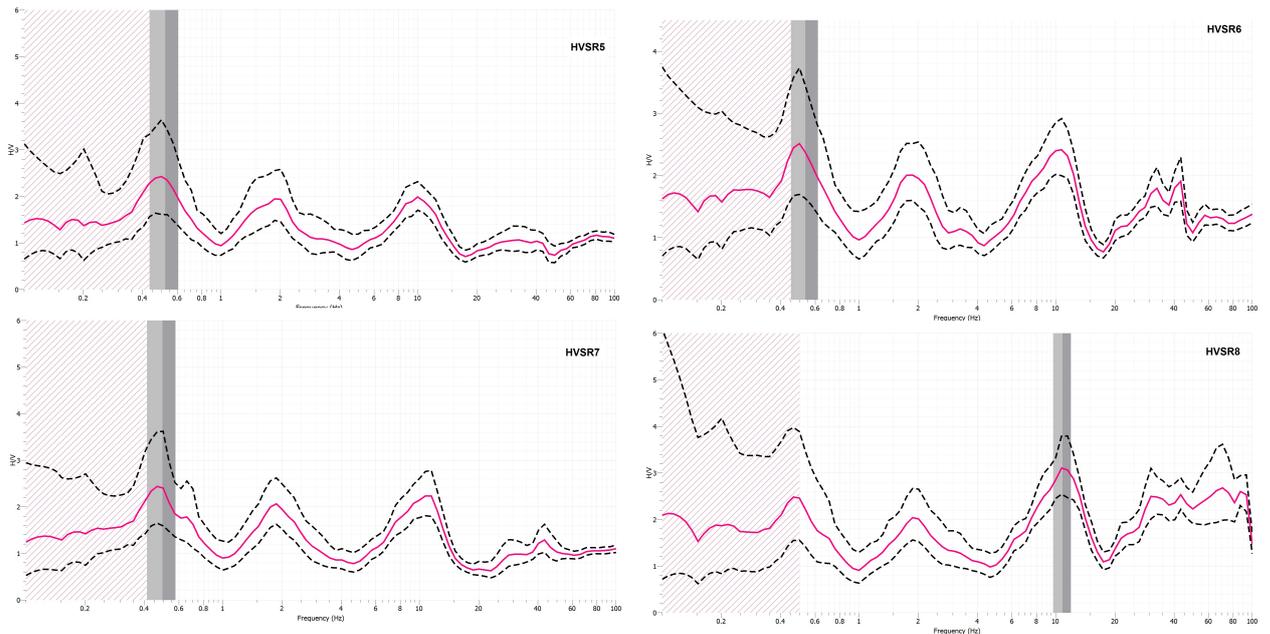


Analisi HVSR somma delle HVSR (registrazioni 5, 6, 7, 8)

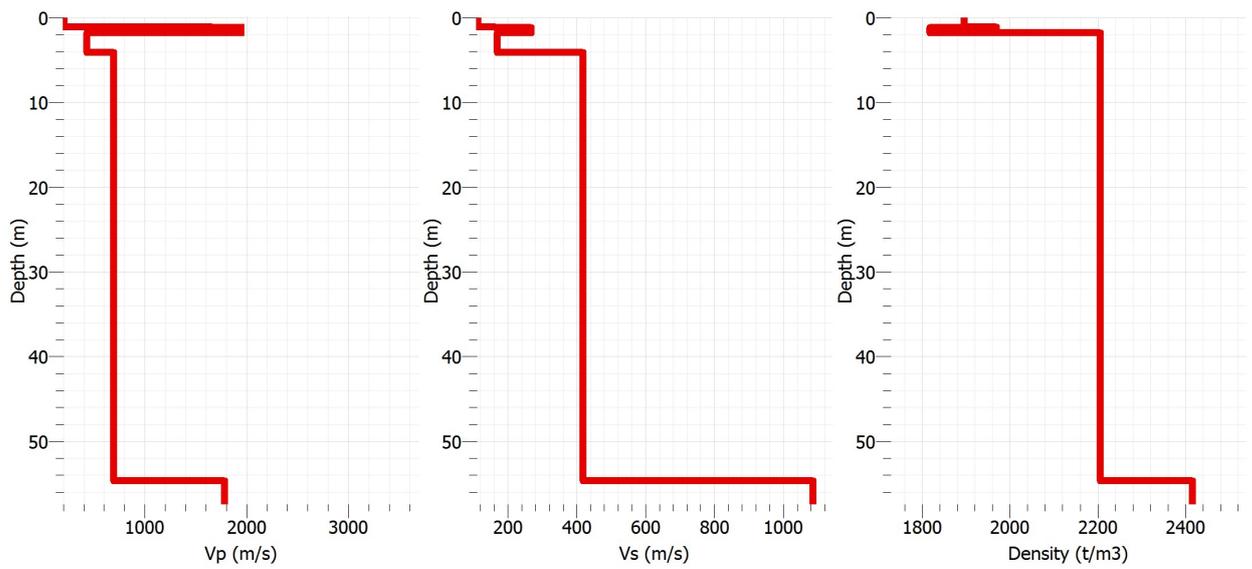
Rapporto H/V, Potere spettrale, Direttività



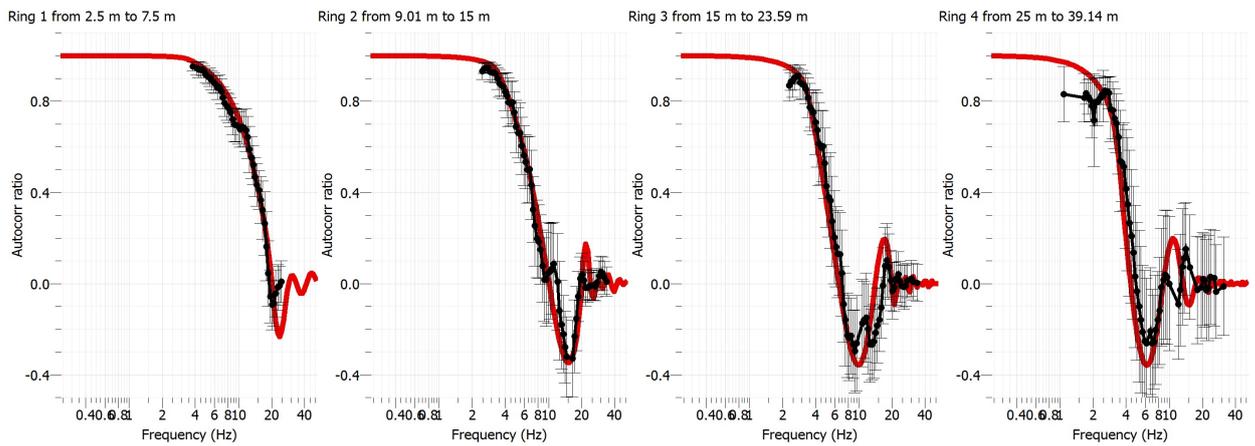
Single analisi HVSR (5, 6, 7, 8)



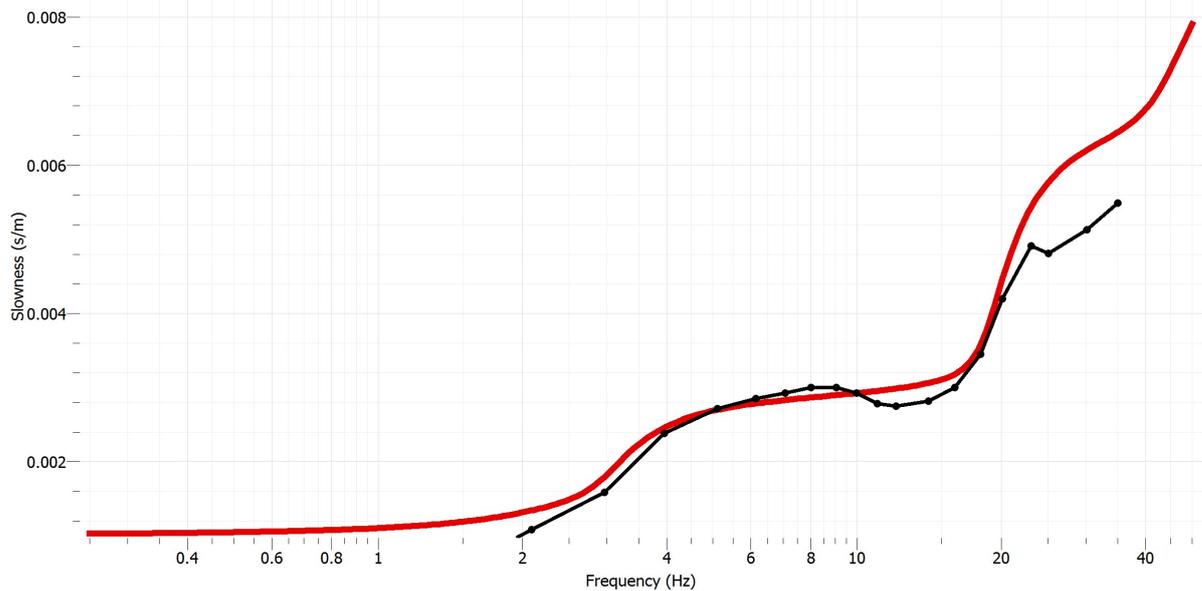
Andamento Vp – Vs – ρ / Profondità



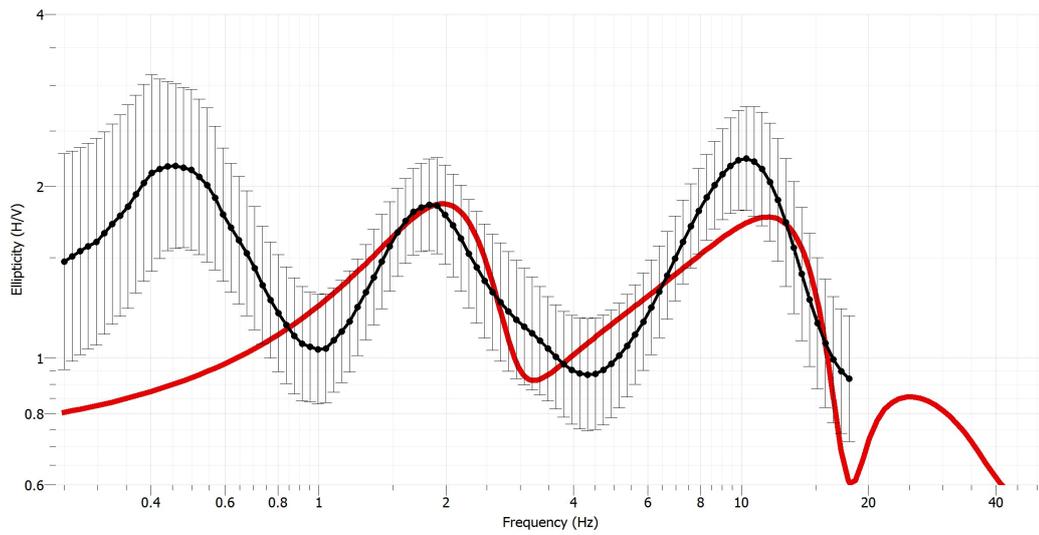
Andamento funzione di autocorrelazione analisi MSPAC



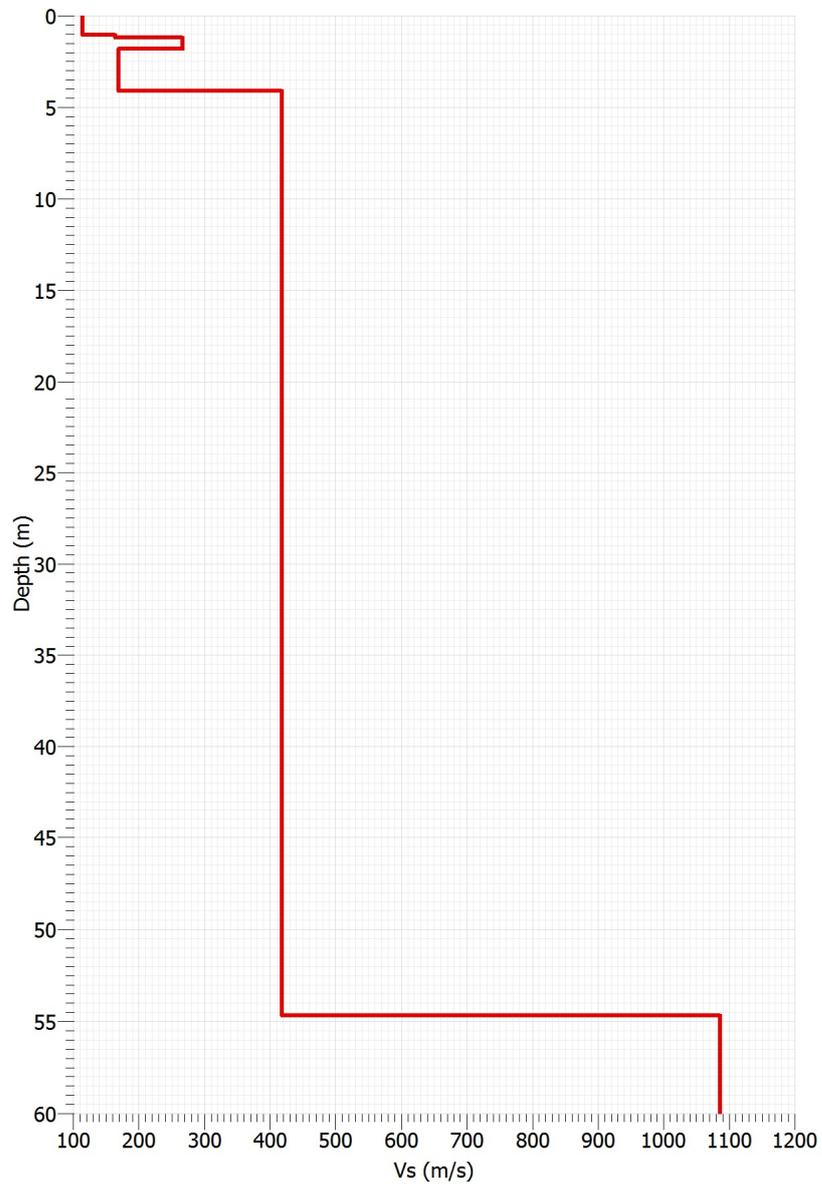
Curva di dispersione analisi FKHR



Modello interpretazione curva h/v



Dettaglio profilo Vs - H



Sintesi sismostratigrafia – valutazione Vs30

| Prof (m) | h (m) | Vs (m/s) | h/v (1/s) |
|------------|-------|----------|-----------|
| 1 | 1 | 110 | 0.009091 |
| 1,2 | 0,2 | 162 | 0.001235 |
| 1,4 | 0,2 | 268 | 0.000746 |
| 4,2 | 2,8 | 168 | 0.016667 |
| 30 | 25,8 | 417 | 0.061871 |
| Vs30 = 335 | | | |

| Prof (m) | h (m) | Vs (m/s) | h/v (1/s) |
|------------|-------|----------|-----------|
| 1 | 1 | 110 | 0.009091 |
| 1,2 | 0,2 | 162 | 0.001235 |
| 1,4 | 0,2 | 268 | 0.000746 |
| 4,2 | 2,8 | 168 | 0.016667 |
| 54,6 | 50,4 | 417 | 0.120863 |
| >54,6 | 0,01 | 1085 | 9.22E-06 |
| Vmed = 367 | | | |

Analisi HVSR: legge ¼ d'onda

| F (Hz) | Vsmed (m/s) | H (m) |
|--------|-------------|-------|
| 0,49 | 876 | 447 |
| 1,86 | 362 | 49 |
| 10,6 | 148 | 3,5 |

CONCLUSIONI INDAGINE GEOFISICA COMBINATA

Le analisi hanno evidenziato la profondità del substrato roccioso e l'andamento della velocità di fase. Le prove geofisiche sono state elaborate congiuntamente per ottenere una migliore coerenza dei dati. Un'analisi ulteriore ha considerato l'analisi approssimata con la legge del quarto d'onda per confrontare i vari picchi di frequenza individuati sulla curva complessiva HVSR.

| SINTESI DEI RISULTATI | Valore | Unità Misura |
|--|------------------|--------------|
| Profondità bedrock sismico (F = 186 Hz) | 54,6 | m |
| Profondità substrato roccioso (F = 0.49 Hz) | 447* | m |
| Frequenze proprie terreno F ₀ F ₁ F ₂ | 0.49, 1.86, 10.6 | Hz |
| Frequenze antropiche F _a | 50, 100 | Hz |
| Vs30 | 335 | m/s |
| Categoria del terreno | C | |
| (* Dato approssimato – probabile) | | |

IDROGEOLOGIA

L'area ubicata tra i fiumi Torre, Isonzo e Ausa si trova a valle della linea delle risorgive che segna il passaggio tra Alta e Bassa pianura.

In questa fascia la riduzione delle granulometrie dei depositi alluvionali, procedendo da Nord verso Sud, determina la diminuzione della permeabilità dei sedimenti e la risalita con emersione della falda freatica.

La rete idrografica generale della zona è rappresentata da una serie di rogge che drenano le acque delle risorgive.

In particolare, a circa 450 metri di distanza verso Est, è presente la confluenza della roggia Mortesina con il fiume Terzo, che scorre con alveo in terra (in alcuni tratti banchinato) passando per il centro cittadino di Terzo di Aquileia.

Nel sottosuolo è presente una falda superficiale circolante nei depositi alluvionali, in prevalenza entro i livelli sabbioso-ghiaiosi a media permeabilità.

La presenza in superficie di depositi limosi e argillosi poco permeabili, condiziona la falda superficiale che presenta caratteristiche semiconfiniate.

All'interno degli scavi dei pozzetti geognostici, la falda presente nei depositi sabbiosi e ghiaiosi, risale rapidamente appena asportati gli strati argilloso limosi impermeabili sovrastanti.

Il livello della falda è stato misurato nei fori delle prove penetrometriche dinamiche e statiche e del sondaggio meccanico ad una profondità di circa 1,90 ÷ 2,20 metri dal piano di campagna.

I valori sono stati rilevati in periodi di medio basse precipitazioni (agosto e dicembre 2016) e corrispondono a quanto rilevato in precedenti studi (marzo 2004), considerando che tali valori sono strettamente legati al regime pluviometrico, va segnalata la possibilità di innalzamenti del livello della falda fino a profondità minori, stimabili di poco superiori ad un metro dal piano di campagna, in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi.

In profondità sono presenti diversi acquiferi confinati, con falde artesiane in pressione.

Da segnalare inoltre, in corrispondenza della particella confinante situata a Sud dell'area del Plesso scolastico, la presenza di un limitato fossato di scolo delle acque meteoriche.

ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Nello studio geologico allegato al Piano Regolatore Comunale, l'area in esame rientra nella Classe 1 ed è normata dall'art. 11.

In questa classe rientrano normalmente le aree centro settentrionali del centro abitato di Terzo di Aquileia, sviluppate lungo il dosso morfologico orientato Nord Sud, che presentano le seguenti caratteristiche:

- presenza di depositi alluvionali corrispondenti alla tipologia MS/SG della carta geolitologica, formati da uno strato superficiale limoso sabbioso e subordinatamente argilloso di spessore generalmente compreso tra 3 e 4 metri, che presenta frequenti variazioni sia verticali che orizzontali delle percentuali relative tra le varie frazioni granulometriche, con passaggi a limi argillosi ed a sabbie limose, seguito da terreni sabbioso-ghiaiosi, con limitate intercalazioni di livelli limoso sabbiosi a variabile contenuto della frazione granulometrica argillosa, localmente sostituiti da argille e limi compatti;
- le quote sono superiori a 3 metri sul livello medio del mare;
- la profondità della falda è inferiore a 2 metri dal piano di campagna (mediamente 1,5 ÷ 2 metri in condizioni normali), con valori dipendenti dalle quote del piano di campagna;
- il drenaggio dei terreni è discreto-limitato;
- lo scolo è di tipo naturale;
- il rischio idraulico di questa zona, caratterizzata da una maggiore distanza e da maggiori differenze di quota rispetto alla rete idrografica principale, è assente (locali problemi potranno essere connessi con il funzionamento della rete fognaria nelle aree con quote meno elevate);
- le caratteristiche geotecniche dei terreni sono generalmente da discrete a mediocri per il primo strato (Numero di colpi $N = 2 \div 5$), è tuttavia possibile intercettare localmente intercalazioni di materiali con caratteristiche scadenti, con N tra 1 e 2; buone per il sottostante strato sabbioso-ghiaioso: N è risultato maggiore di 10 e spesso superiore a 25; i livelli di argille e limi localmente

presenti al posto dei depositi sabbioso-ghiaiosi si presentano compatti (N = 10 ÷ 20);

- la zona, con profondità minima della falda compresa tra 0 e 2 metri dal piano di campagna, presentando "facies litologiche" prevalenti C10 in superficie e C9 C8 sottostanti, si può far rientrare nella zona Z4/Z5 della zonizzazione proposta in ambito regionale nella Guida "Criteri e metodologie di studio per indagini geologico-tecniche in prospettiva sismica nelle zone terremotate del Friuli" curata dall'Università degli Studi di Trieste.

Le aree indicate sono interessate da evidenze geologiche, morfologiche e caratteristiche idrogeologiche e geotecniche tali da condizionarne limitatamente il loro utilizzo.

Nelle aree incluse in questa classe dovrà venire predisposto un programma di osservazioni ed indagini commisurato alle caratteristiche ed all'importanza dell'opera ed all'entità delle sollecitazioni trasmesse al terreno.

L'indagine geologica e geognostica definirà con esattezza lo spessore degli orizzonti più direttamente influenzati dalle opere di progetto, i rapporti di correlazione tra gli stessi, i principali parametri geotecnici, con particolare riguardo alle valutazioni in merito alla capacità portante del terreno in funzione delle fondazioni scelte e quindi alle pressioni di contatto ammissibili e ai prevedibili cedimenti del terreno di sedime, particolare cura andrà posta nella esatta determinazione del livello della falda nell'area di interesse.

Nelle aree rientranti nella classe, considerando lo scolo meccanico della rete fognaria, sono ammessi gli interventi di ristrutturazione, ampliamento e nuova edificazione, con l'accortezza che la quota di calpestio del primo piano abitabile sia posta a +0,3 metri dal vicino piano stradale di riferimento; tale quota zero costituirà punto di spicco per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente. I vani posti al di sotto di tale quota non saranno abitabili.

E' possibile la realizzazione di vani interrati di profondità massima (consigliata) di 2 metri, adeguatamente impermeabilizzati e privi di accessi diretti

dall'esterno. La superficie e la sagoma dell'interrato non dovrà superare quella dell'edificio fuori terra.

In relazione al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione e delle corrispondenti misure di salvaguardia (Gazzetta n. 280 dd. 30/11/2012), redatto dall'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, la zona interessata dal Plesso scolastico non rientra nelle aree di pericolosità idraulica o geologica.

Anche nel progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (PAIR), la zona in esame non rientra nelle aree di pericolosità (Tavola 53).

CLASSIFICAZIONE SISMICA

In base all'ordinanza presidenziale n° 3274 del 20 marzo 2003 recante "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", recepita con Deliberazione della Giunta Regionale n° 2325 del 1 agosto 2003, il territorio del comune di Terzo di Aquileia, precedentemente non classificato, ricade nella Zona 4, modificata nella Zona 3 (aree a bassa sismicità) con la Deliberazione della Giunta regionale 6 maggio 2010 n. 845.

Secondo il D.M. 14 gennaio 2008 le azioni sismiche di progetto, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito, descritta dai seguenti parametri (validi per sito di riferimento rigido orizzontale):

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

I parametri sono forniti in allegato alla norma per i siti considerati (10751 punti del reticolo di riferimento) e per vari tempi di ritorno.

Per l'area in esame della scuola (latitudine 45.799745 longitudine 13.344785 coordinate WGS 84; 45.800634 13.345753 ED 50) considerando una Classe d'uso III (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi), una vita nominale di $V_N = 50$ anni (opere ordinarie) a cui corrisponde un periodo di riferimento per l'azione sismica di $V_R = 75$ anni, si ottengono per interpolazione dei valori dei quattro siti più vicini (ID 11209, 10987, 10986 e 11208) i seguenti parametri (validi rispettivamente per gli stati limite di esercizio SLO e SLD e per gli stati limite ultimi SLV e SLC a cui corrispondono delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento rispettivamente del 81%, 63%, 10% e 5%):

| stato limite | T_R | a_g | F_o | T_C^* |
|--------------|-----------|----------|--------|------------|
| SLO | 45 anni | 0,0426 g | 2,5442 | 0,2481 sec |
| SLD | 75 anni | 0,0537 g | 2,5531 | 0,2780 sec |
| SLV | 712 anni | 0,1296 g | 2,5596 | 0,3684 sec |
| SLC | 1462 anni | 0,1655 g | 2,6035 | 0,3822 sec |

Per l'area della palestra (latitudine 45.799255 longitudine 13.345415 coordinate WGS 84; 45.800144 13.346383 ED 50) considerando sempre una Classe d'uso III e con i quattro siti più vicini (ID 11209, 10987, 10988 e 11210), si ottengono i seguenti parametri:

| stato limite | T_R | a_g | F_o | T_C^* |
|--------------|-----------|----------|--------|------------|
| SLO | 45 anni | 0,0429 g | 2,5378 | 0,2467 sec |
| SLD | 75 anni | 0,0539 g | 2,5564 | 0,2762 sec |
| SLV | 712 anni | 0,1305 g | 2,5611 | 0,3664 sec |
| SLC | 1462 anni | 0,1670 g | 2,6037 | 0,3795 sec |

In base alla citata normativa (D.M. 14 gennaio 2008), ai fini delle definizioni dell'azione sismica di progetto, l'area in esame può essere inquadrata, in funzione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, nella categoria di sottosuolo C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

In presenza di una superficie topografica pianeggiante, l'area dell'intervento rientra nella categoria topografica T1 ($S_T = 1$).

Sempre dal punto di vista sismico da segnalare che l'area in esame non è compresa nelle zone sismogenetiche ZS9 (904 e 905 che ricadono in ambito regionale) del rapporto conclusivo per la redazione della mappa della pericolosità sismica (2004).

Con il metodo della disaggregazione (implementabile sul sito ingv) per Terzo di Aquileia si ottengono dei valori medi di magnitudo e distanza rispettivamente di $5,590 \div 5,620$ (da 4 a 7) e di $29,800 \div 37.300$ (da 10 a 80 km).

Da segnalare inoltre che il territorio comunale attualmente è inserito nella Composite Seismogenetic Source ITCS 101 Southern Trieste Gulf, con magnitudo massima 6,5 (Mw).

Nel catalogo ITHACA non sono evidenziate allo stato attuale per l'area di Terzo di Aquileia faglie capaci.

La componente granulometrica argillosa coesiva dei depositi superficiali (con spessori generalmente pari o superiori a tre metri), i limitati spessori dei livelli francamente sabbiosi e la natura in prevalenza ghiaiosa dei depositi alluvionali sottostanti, sono tali da escludere fenomeni di liquefazione.

Verifiche eseguite utilizzando i dati delle prove penetrometriche statiche (dopo normalizzazione) ed il metodo di Robertson e Wride (con parametri cautelativi

di magnitudo M_w pari a 6,5 e di accelerazione massima uguale a 0,196 espressa in termini di a_{max}/g) hanno evidenziato per gli strati granulari dei fattori di sicurezza medi maggiori di 1,25.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E MODELLO GEOTECNICO

I parametri geotecnici utilizzati nei paragrafi successivi, sono stati ottenuti dai valori delle prove SPT, delle prove penetrometriche dinamiche e statiche, ed integrati con le misurazioni eseguite in sito e con i dati riportati nella bibliografia tecnica specifica.

Mediante queste correlazioni, si sono ottenuti i seguenti parametri geotecnici:

strato 1 (da 0,00 a 0,40 ÷ 1,10 metri dal p.c.) – materiale di riporto

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$

strato 2 (da 0,40 ÷ 1,10 a 1,70 ÷ 2,20 metri dal p.c. max 2,70) – limi sabbiosi

debolmente argillosi passanti a limi argillosi e sabbiosi

- angolo di attrito $\varphi = 27^\circ$
- coesione $c = 0$
- peso di volume $\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$

strato 3 (da 1,70 ÷ 2,10 a 2,00 ÷ 2,30 metri dal p.c.) – sabbie limose

- angolo di attrito $\varphi = 28^\circ$
- coesione $c = 0 \text{ kN/m}^2$
- peso di volume $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$

strato 4 (da 2,00 ÷ 2,30 a 2,60 ÷ 3,20 metri dal p.c.) – argille e limi

- angolo di attrito $\varphi = 0^\circ$
- coesione $c_u = 40 \text{ kN/m}^2$
- peso di volume $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 9,5 \text{ kN/m}^3$

strato 5 (da 2,60 ÷ 3,20 a 3,30 ÷ 4,20 metri dal p.c.) – sabbie limose e limi sabbiosi poco addensati

- angolo di attrito $\varphi = 26^\circ$
- coesione $c = 0$
- peso di volume $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 8,5 \text{ kN/m}^3$

strato 6 (da 3,30 ÷ 4,20° a 3,90 ÷ 5,40 metri dal p.c.) – sabbie e limi a variabile contenuto in argilla

- angolo di attrito $\varphi = 27^\circ$
- coesione $c = 0$
- peso di volume $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$

strato 7 (da 3,90 ÷ 5,40 a 5,00 ÷ 8,00 metri dal p.c.) – sabbie e ghiaie

- angolo di attrito $\varphi = 30^\circ$
- coesione $c = 0$
- peso di volume $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 9,5 \text{ kN/m}^3$

strato 8 (da 5,00 ÷ 8,00 a 15,10 ÷ 16,40 metri dal p.c.) – ghiaie e sabbie

- angolo di attrito $\varphi = 32^\circ$
- coesione $c = 0$
- peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$

strato 9 (da 15,10 ÷ 16,40 a 18,00 metri dal p.c.) – ghiaie e sabbie argillose limose

- angolo di attrito $\varphi = 33^\circ$
- coesione $c = 0$
- peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- peso di volume immerso $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$

Vista la variabilità dei depositi presenti, i valori riportati sono da considerarsi medi e indicativi.

Per una ulteriore caratterizzazione si rimanda alle tabelle dei parametri geotecnici, riportate in allegato, ricavate dalle prove penetrometriche dinamiche e dalle prove penetrometriche statiche.

Da segnalare che i parametri assegnati allo strato di limi sabbiosi debolmente argillosi, sono espressi in termini di pressioni efficaci (condizioni drenate $c = 0$).

CONCLUSIONI

Dallo studio geologico di superficie, dalle prove geognostiche e dalle notizie ricavate dalle precedenti indagini ed opere eseguite nell'area, si ricava che la zona è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali e localmente palustri. Questi depositi, al di sotto di un sottile livello di terreno vegetale, o di ghiaio nelle zone carrabili esterne o delle pavimentazioni esistenti in adiacenza ai fabbricati, sono costituiti da riporto limoso sabbioso debolmente argilloso con inclusi frammenti detritici e clasti ghiaiosi (localmente prevalenti), o nelle zone a quote iniziali maggiori da suolo superficiale limoso sabbioso e argilloso rimaneggiato con inclusi clasti ghiaiosi e localmente detritici (strato 1), presente fino ad una profondità di circa $0,40 \div 1,10$ metri, seguito da limi sabbiosi debolmente argillosi passanti a limi argillosi e sabbiosi (strato 2), presenti fino ad una profondità variabile da circa $1,70 \div 2,20$ metri, fino ad un massimo di circa 2,70 metri nel sito del sondaggio S1.

Seguono sabbie limose (strato 3), formate da sabbia fine limosa localmente da limo sabbioso, presenti in modo discontinuo fino ad una profondità di circa $2,00 \div 2,30$ metri e successivamente argille e limi (strato 4), formate da argilla limosa con colorazioni da marrone chiaro a grigio, localmente con limitati livelli con resti nerastri di materiale organico, presenti fino ad una profondità di circa $2,60 \div 3,20$ metri.

A questi seguono sabbie limose e limi sabbiosi poco addensati (strato 5), presenti fino ad una profondità mediamente di circa 3,30 ÷ 4,20 metri, seguiti da sabbie e limi a variabile contenuto in argilla (strato 6), formate da sabbia fine e medio fine limosa localmente argillosa, con colorazioni da marrone chiaro a grigio, presenti fino ad una profondità variabile da circa 3,90 ÷ 4,70 metri, fino ad un massimo di circa 5,10 ÷ 5,40 metri nei siti del sondaggio S1 e della CPT 1.

Seguono sabbie e ghiaie (strato 7), formate da ghiaia medio fina con sabbia e da sabbia ghiaiosa, con intercalazioni sabbioso limose, presenti fino ad una media di circa 5,00 ÷ 6,40 metri, con valori massimi di circa 6,80 ÷ 8,00 metri in corrispondenza con le prove DPSH.

Seguono ghiaie e sabbie (strato 8), formate da ghiaia da fina a medio grossolana con sabbia limosa, localmente con intercalazioni di sabbia medio fina limosa o limitatamente di limo sabbioso a tratti argilloso, presenti fino ad una profondità di circa 15,10 ÷ 16,40 metri, seguite nel sito del sondaggio S1 fino alle profondità investigate (18,00 metri) da ghiaie e sabbie argilloso limose (strato 9), formate da ghiaia da fina a medio grossolana con argilla limosa color grigio scuro.

Le caratteristiche geotecniche di tali depositi sono perfettamente compatibili con le soluzioni fondazionali utilizzate per i vari edifici esistenti del plesso scolastico.

Il livello della falda freatica (semiconfinata), misurato ad una profondità di circa 1,90 ÷ 2,20 metri dal piano di campagna, in condizioni di massimo livello può raggiungere una profondità stimata di poco superiore ad un metro dal piano di campagna, ma tale comunque da non interferire con le opere esistenti, salvo comportare nei periodi di massimo livello dei problemi di umidità nei locali della palestra situati ad una profondità inferiore di circa 0,95 metri rispetto al piano di campagna esterno.

In base alla normativa sismica il territorio del comune di Terzo di Aquileia ricade nella Zona 3 ed ai fini delle definizioni dell'azione sismica di progetto l'area pianeggiante in esame può essere inquadrata, in funzione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, nella Categoria C.

Si può quindi concludere che, i fabbricati del plesso scolastico di Terzo di Aquileia, siano compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche, sismiche ed idrogeologiche del sito in esame.

Staranzano, 21 febbraio 2017

ELENCO ALLEGATI

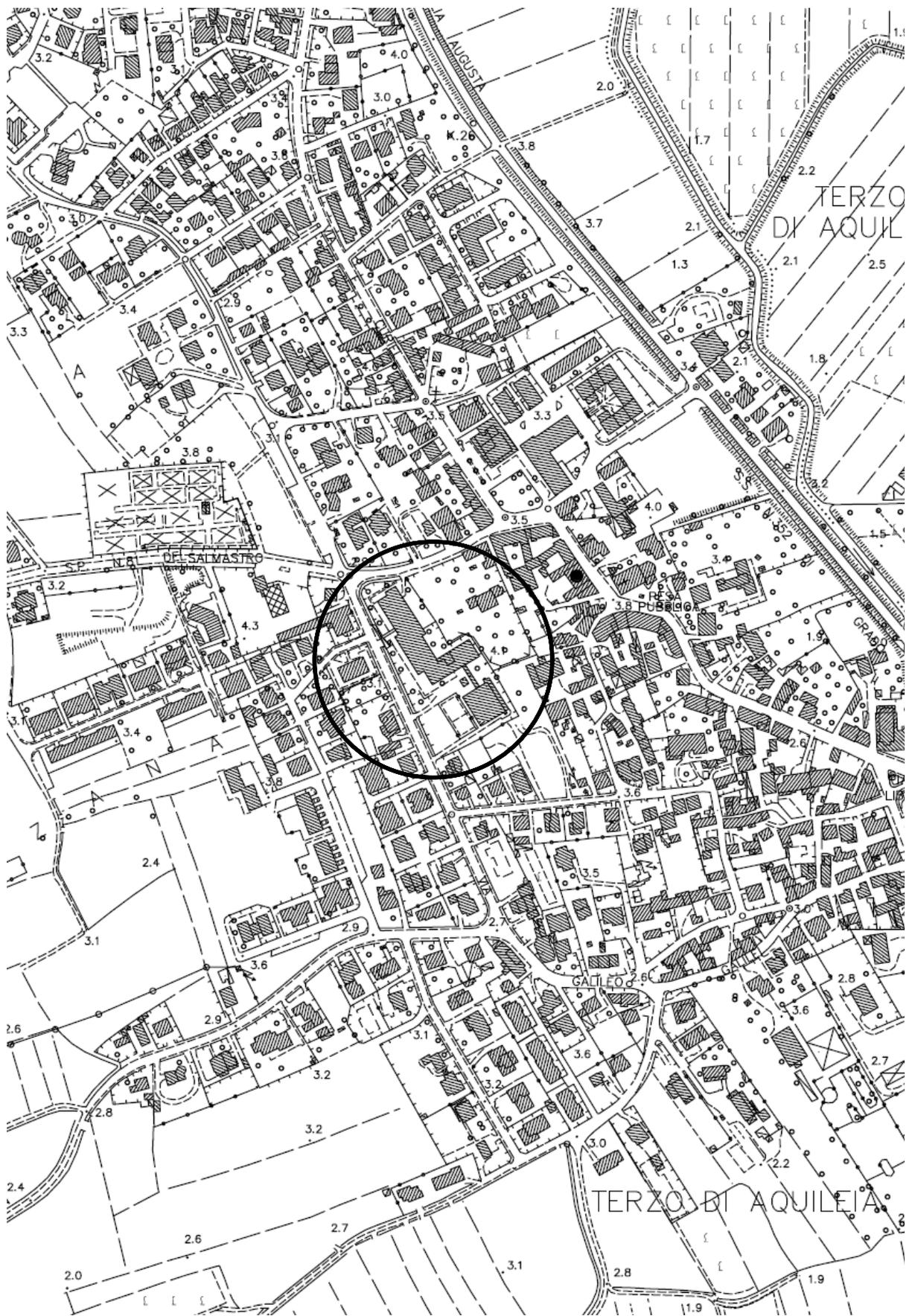
- Estratto Carta Numerica Regionale fogli 088-NO Cervignano del Friuli e 109-NO Aquileia (scala 1:25.000);
 - Estratto Carta Tecnica Regionale elementi n° 088133 Cervignano del Friuli e n°109014 Terzo di Aquileia (scala 1:5.000);
 - Planimetria generale;
 - N° 2 foto edificio scolastico;
 - N° 2 foto palestra;
 - N° 2 foto aree esterne;
 - Estratto Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia (scala 1:150.000);
 - Estratto Carta di sintesi geologica GEO-CGT Foglio 088 Gorizia Sezione 088130 (scala 1:10.000);
 - Estratto Carta Geologico Tecnica Carta idrogeologica e geomorfologica (scala 1:5.000);
 - Estratto Carta Geologico Tecnica Carta litostratigrafia del sottosuolo e delle caratteristiche geomeccaniche e geotecniche (scala 1:5.000);
 - Estratto Carta Geologico Tecnica Carta litostratigrafica e strutturale (scala 1:5.000) (per le legende relative complete si rimanda alle Note illustrative della CGT);
 - Estratto Carta geomorfologica studio geologico PRGC (scala 1:10.000);
 - Estratto Carta geolitologica studio geologico PRGC (scala 1:10.000);
 - Estratto Carta idrogeologica studio geologico PRGC (scala 1:10.000);
 - Estratto Carta della zonizzazione geologico tecnica studio geologico PRGC (scala 1:10.000);
- Carta ubicazione pozzi Catasto Regionale;
- N° 2 stratigrafie pozzi Catasto Regionale;
 - Estratto Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale - Tavola 53;

- Carta ubicazione punti d'indagine (scala 1:1000);
- N° 1 stratigrafia sondaggio meccanico S1;
- N° 2 foto posizionamento sondaggio meccanico S1;
- N° 4 foto cassette catalogatrici sondaggio meccanico S1;
- N° 3 foto prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH;
- N° 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH;
- N° 2 foto prove penetrometriche statiche CPT;
- N° 2 prove penetrometriche statiche CPT;
- N° 3 prove penetrometriche dinamiche medie (DL30) 2004;
- N° 4 foto pozzetti geognostici esplorativi (2004);
- Granulometria strato sabbioso sondaggio S1 (profondità 3,3 ÷ 5,1 metri);
- Carta ubicazione punti indagine geofisica (scala 1:1000);
- N° 2 foto prospezioni sismiche Rifrazione - MASW – Antenna sismica;
- N° 4 foto prospezioni sismiche passive HVRS;
- Correlazione prove DPSH;
- Correlazione prove CPT;
- Correlazione prove DPM;
- Sezione geologica.



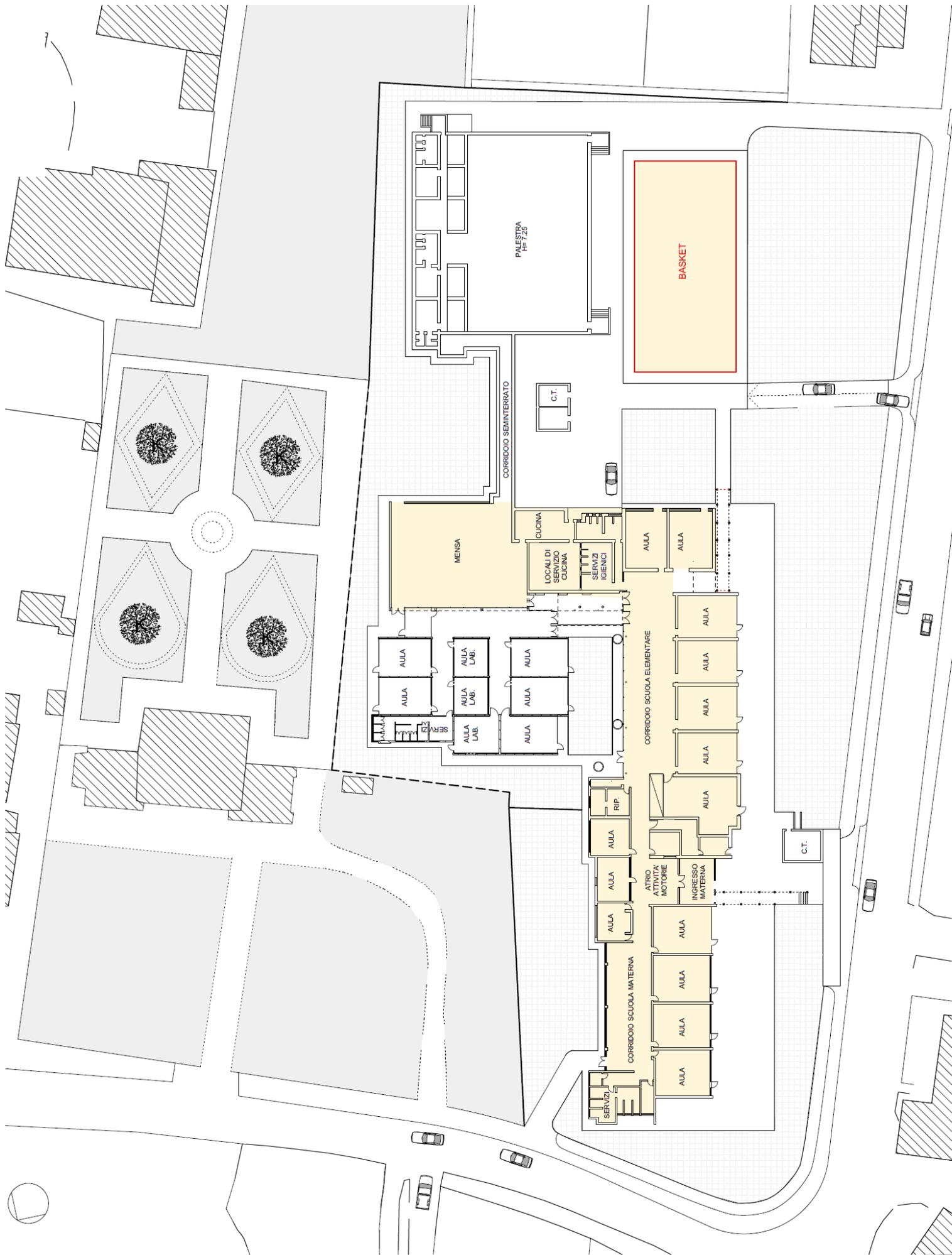
CARTA NUMERICA REGIONALE
FOGLI 088-SO CERVIGNANO DEL FRIULI
109-NO AQUILEIA

scala 1:25.000



CARTA TECNICA REGIONALE ELEMENTI
088133 CERVIGNANO DEL FRIULI
109014 TERZO DI AQUILEIA

scala 1:5.000



PLANIMETRIA GENERALE



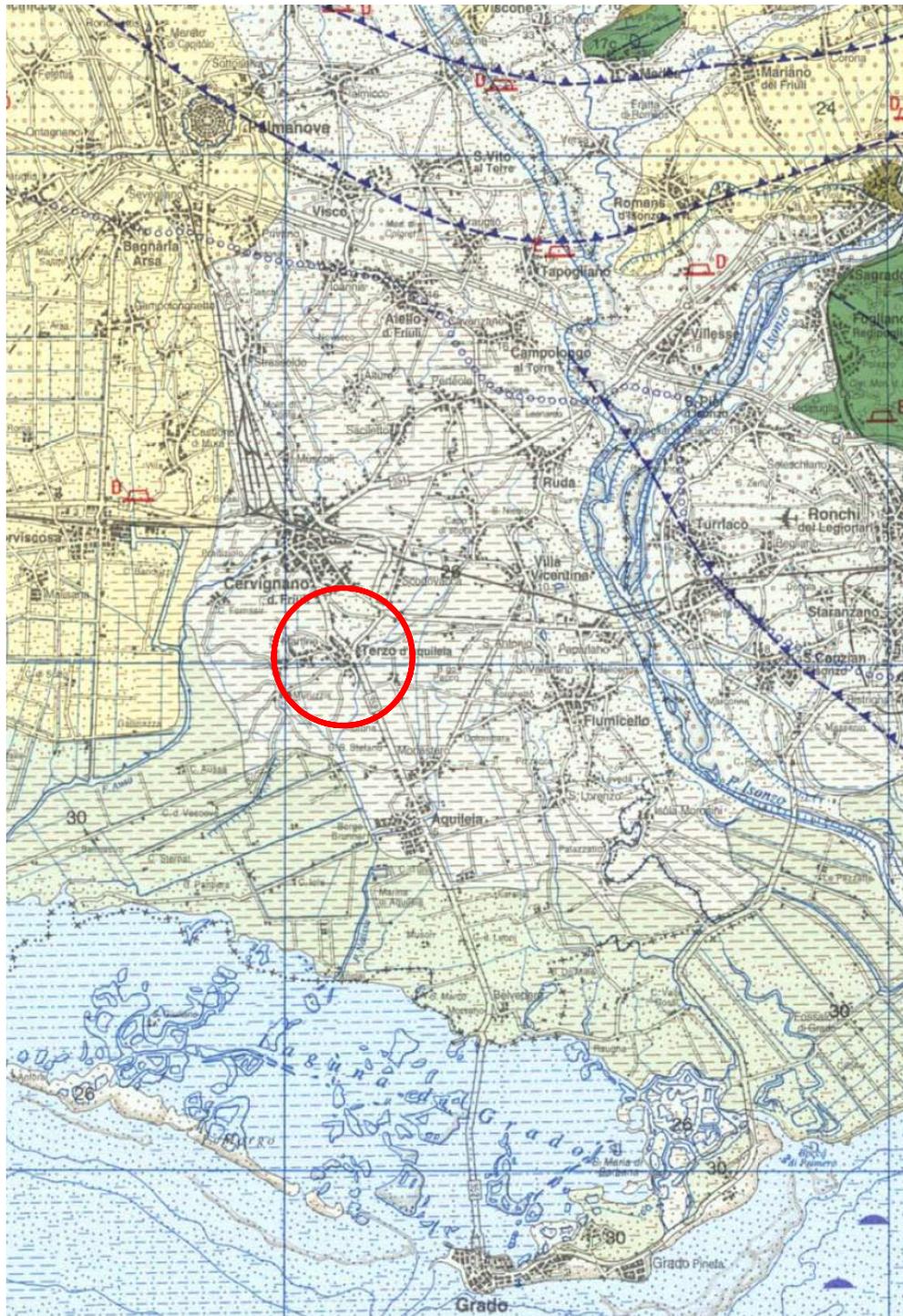
FOTO N° 1 e N° 2 EDIFICIO SCOLASTICO



FOTO N° 1 e N° 2 PALESTRA SCOLASTICA



FOTO N° 5 e N° 6



CARTA GEOLOGICA
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

scala 1:150.000

Coperture quaternarie *Quaternary covers*

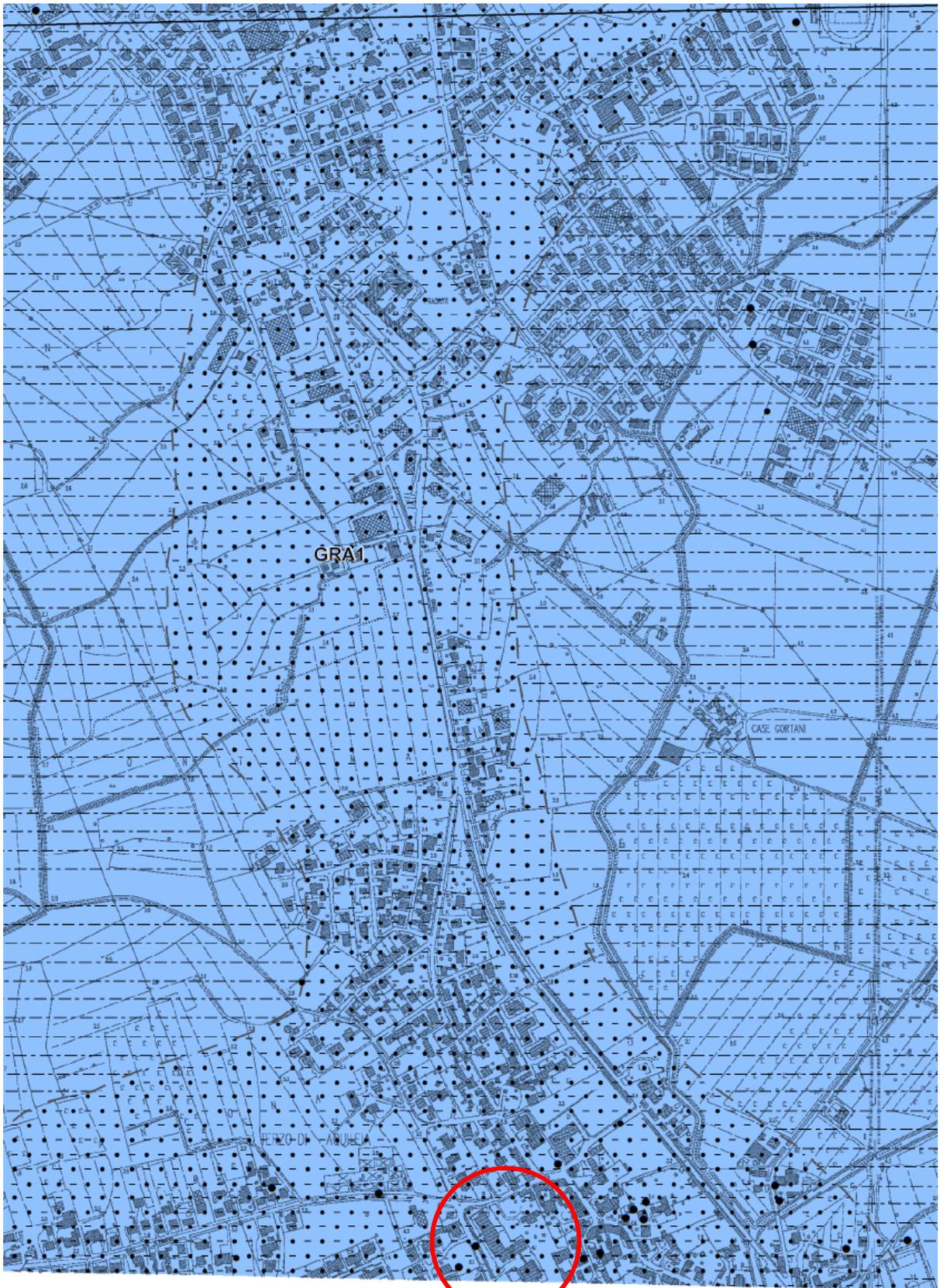
- 30** Aree di bonifica e di riporto artificiale. *Reclamation and antropic cover areas. Attuale*
- 29** Sedimenti del settore marino e lagunare. *Marine and lagoonal sediments. Attuale*
- 28** Detriti di falda recenti ed attuali. *Recent scree slope deposits. Olocene - Attuale*
- 27** Sedimenti palustri e lacustri, talora torbosi. *Swamp and lake deposits, sometimes peat. Olocene - Attuale*
- 26** Sedimenti alluvionali del settore montano, della pianura e litoranei. *Mountain, plain and littoral alluvial sediments. Olocene - Attuale*
- 25** Sedimenti alluvionali del settore montano. *Fluvioglacial and alluvial sediments of the mountains. Pleistocene sup.- Olocene*
- 24** Sedimenti fluvioglaciali ed alluvionali della pianura. *Fluvioglacial and alluvial sediments of the alluvial plain. Pleistocene sup.*
- 23** Depositi glaciali del settore montano e dell'anfiteatro morenico del Tagliamento. *Mountain tills and Tagliamento terminal moraines tills. Pleistocene sup.*
- 22** Detriti di falda antichi. *Ancient scree slope deposits. Pleistocene l.s.*
- 21** Conglomerati alluvionali poligenici ed eterometrici ad abbondante matrice e cemento carbonatico (Conglomerato del Tagliamento ed altri depositi del Supersintema del Friuli). *Polygenic and heterometric alluvial conglomerates with abundant carbonate matrix and cement. Pleistocene inf. e medio*

Successione cenozoica *Cenozoic sequence*

- 20b** Marne siltose grigie (*Marna di Tarzo, Marna di S. Donà*); alternanze di arenite e siltiti grigie (*Arenaria di Vittorio Veneto*); conglomerati poligenici ed eterometrici prevalenti, siltiti ed arenarie (*Conglomerato del Montello*); depositi molassici epibatiali, deltizi e di conoide alluvionale con episodi lacustri. *Grey silty marls; interbedded sandstones and grey siltstones; polygenic and heterometric conglomerates; Molasse deposited in epibathyal, deltaic and alluvial fan environments, with lacustrine episodes. Miocene medio - sup.*
- 20a** Breccie calcaree e conglomerati (*Breccie di Peonis*); calcareniti grossolane, siltiti e arenarie grigie con resti fossili; locali livelli conglomeratici a ciottoli carbonatici, selciferi e metamorfici (*Arenaria di Preplans, fm. di Val Tremugna*); arenite glauconitiche grossolane verdastre a pettinidi (*Marna di Bolago, Gruppo di Cavanella*); alternanze di arenite glauconitiche e siltiti arenacee (*Arenaria di S. Gregorio*); peliti con resti di molluschi e coralli (*Marna di Monfumo*); arenite glauconitiche e biocalciruditi (*fm. del M. Baldo*); depositi molassici marini di piattaforma e deltizi. *Calcareous breccias, megabreccias and conglomerates; coarse calcarenites, siltstones and grey sandstones with plant remains; locally conglomerates with carbonate, siliceous and metamorphic pebbles coarse, green glauconitic sandstones with pectinids; interbedded glauconitic sandstones and sandy siltstones; shales with mollusks and corals; glauconitic sandstones and biocalcirudites: marine platform and deltaic Molasse. Oligocene sup.-Miocene medio*
- 19b** Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici (*Flysch del Grivò: a - Megastrato del M. Ioanaz; b - M. di Vernasso; Flysch di Claut*); alternanze di arenite e/o siltiti con marne calcareo-silicee a clasti di quarzo e selce (*Flysch di Cormons, Flysch di Clauzetto, "Flysch di Trieste"*); depositi di bacino. *Interbedded shales and sandstones with calcirudites and calcarenites, sometimes in thick carbonate beds (a, b); alternation of sandstones and/or siltstones with calcareous-siliceous marls with quartz and silica clasts: basinal deposits. Paleocene p.p. - Eocene medio.*
- 19a** Calcisiltiti grigio-nerastre con banchi di breccia ed arenite nella parte superiore (*Membro di Drenchia, Flysch di Ucceja*); calcareniti con breccie e calcilutiti (*Flysch di Clodig, Flysch di M. Brieka*); alternanze arenaceo-pelitiche, con spessi orizzonti di breccia (*Flysch dello Iudrio*) e peliti rossastre ad arenarie grigie intercalate (*Flysch di Calla*); arenarie con orizzonti calciclastici (*Flysch di Masarolis*); depositi di bacino. *Grey-blackish calcisiltites, with breccia beds and sandstones intercalations towards the top; calcarenites with breccias and mudstones; sandstone-shale alternations, with frequent breccia beds and reddish shales with interbedded grey sandstones; sandstones with calcareous clastic beds: basinal deposits. Cretacico sup. - Paleocene p.p.*
- 18** Calcarei grigi e nocciola a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi (*Calcarei a Miliolidi, Calcarei a Nummuliti ed Alveoline, Mb. di M.te Grisa e Opicina, Liburnico: Vreme e Cosina*); brecciole carbonatiche e marne debolmente arenacee con nummuliti; depositi di piattaforma. *Grey and dark brown fossiliferous limestones in m-thick beds or massive; carbonate breccias and sandy marls with nummulites: platform deposits. Paleocene - Eocene inf.*

Successione mesozoica *Mesozoic sequence*

- 17c Calcarei bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici (*Calcarei di M. Cavallo, Calcareniti del Molassa, Calcarei di Aurisina, Fm. dei Calcarei del Carso triestino p.p., Calcarei di Monte San Michele*): depositi di piattaforma aperta. *Whitish bioclastic limestones, massive, with abundant rudists, sometimes with interbedded micritic limestones: carbonate platform deposits. Cretacic sup.*
- 17b Breccie con clasti dolomitici, compatte, di colore grigio; dolomie grigio chiare e grigio scure, con laminazioni nerastre (*scisti di Comeno*), dolomie nere saccaroidi; lenti di breccie e calcari dal rosso mattone al giallastro; calcari grigi a rudiste (*Fm. di Monrupino, Mb. di Rупingrande*): depositi di piattaforma. *Grey breccias with dolomitic clasts; light grey sparitic dolostones, dark grey dolostones with blackish laminations; breccia lenses and brick red-yellowish limestones: carbonate platform deposits. Cretacic inf.- sup. p.p.*
- 17a Marne e calcari marnosi rossastri e grigi a frattura scagliosa, debolmente nodulari, a stratificazione cm-dm; locali breccie ed olistoliti carbonatici (*Scaglia rossa, selcifera e variegata*): depositi di bacino. Talora, alla base, breccie in bancate massicce con clasti calcarei a frammenti di rudiste (*Breccie di Grignes, Calcarea di Volzana, Calcarei del Fadalto, Calcarei di Andreis*): depositi di scarpata. *Reddish and grey marls and marly limestones, slightly nodular, in cm-dm-thick beds; locally, carbonate olistoliths and breccias are found: basinal deposits. Sometimes at the base, massive calcareous breccias with clasts of rudist-bearing limestones occur. Cretacic inf. - Eocene inf.*
- 16c Calcarei stratificati dm-m, biancastri, grigi e nocciola, di aspetto porcellanaceo, con frequenti strutture di emersione, talora con breccie, argille residuali e stromatoliti (*Calcarea del Cellina, Mb. di M.te Coste, Calcarei di S.Donà*): depositi di piattaforma protetta. *Well stratified whitish, greyish and brownish limestones, with karst features, sometimes with presence of breccias, residual clays and stromatolites: protected shallow water platform deposits. Giurassico sup. - Cretacic inf.*
- 16b Calcarei micritici e calcareniti in strati dm, con abbondante selce policroma (*Fm. di Fonzaso*); calcari nodulari da grigio-verdastri a rossastri, con selce rossa e ammoniti (*Rosso Ammonitico superiore*); calcari micritici nocciola e grigio chiari, a frattura concoide, con selce grigio scura o biancastra (*Biancone o Maiolica*); calciruditi bioclastiche, calcareniti grossolane, calcari micritici grigi con selce scura (*Calcarea di Soccher*): depositi di scarpata-bacino. *Micritic limestones and calcarenites in dm-thick beds, with abundant multicoloured silica nodules; grey-greenish and reddish nodular limestones, with red silica nodules and ammonites; light brown-grey micritic limestones with conchoidal fracture and dark grey or whitish silica nodules; bioclastic calcirudites, coarse grained calcarenites, grey micritic limestones with dark grey silica nodules: slope-basinal deposits. Giurassico sup. - Cretacic inf.*
- 16a Calcarei massicci di scogliera ricchi di faune. Talora, alla sommità, tasche bauxitiche (*Calcarei di Polcenigo, Calcarei ad Ellipsactinile*): depositi di scogliera. *Massive limestones rich in fossils; sometimes, at the top, bauxites in lenses occur; bioconstructed carbonate platform deposits. Giurassico sup.*
- 15c Calcarei oolitico-bioclastici in strati da dm a m, alternati a calcari micritici a lamellibranchi pelagici con rari noduli di selce alla base (*Calcarea del Vajont*): turbiditi oolitiche di scarpata. *Oolitic-bioclastic limestones in dm-to m-thick beds, alternating with pelagic bivalves micritic limestones with rare silica nodules at the base of the unit: oolitic calcareous turbidites deposited in a slope setting. Giurassico medio.*
- 15b Calcarei micritici nerastri in strati dm, rari livelli marnosi cm, frequenti slumps (a: *Calcarea di Chiampomano*); calcari e dolomie grigio scuri, con selce e livelli marnosi cm; breccie dolomitiche alla base o in corpi irregolari all'interno (*Fm. di Soverzene*); encriniti rossastre (*encrinite di Fanes, encr. del M. Verzegnis*); calcari micritici e marnosi varicolori, nodulari, in strati dm con selce scura ed interstrati cm pelitici bruno-verdastri (*Fm. di Igne*): depositi di bacino. *Blackish micritic limestones in dm-thick beds, (a) with frequent slump structures; dark grey limestones and dolostones with silica nodules and marly layers; dolomitic breccias at the base or laterally discordant within the sequence; micritic and marly, nodular, varicoloured limestones in dm-thick beds, with dark grey silica nodules and cm-thick marly brownish-greenish interbeds: basinal deposits. Triassico sup. p.p.(?) - Giurassico inf.*
- 15a Calcarei micritici grigi alternati a calcari stromatolitici, in strati dm organizzati in cicli peritidali; calcari oolitici biancastri e calcari a oncoidi (*Calcarei Grigi del Friuli, Calcarea di Stolaz, Calcarei a Crinoidi*): depositi di piattaforma e di margine. *Grey micritic limestones alternating with stromatolitic limestones, in dm-thick shallowing upward beds; whitish oolitic and oncoidal limestones: shallow water carbonate platform and margin platform deposits. Giurassico inf.*
- 14 Calcarei micritici grigio chiari a megalodontidi in strati m alternati a calcari stromatolitici in strati dm, organizzati in cicli peritidali (*Calcarea del Dachstein*): depositi di piattaforma. *Light grey micritic limestones Megalodont-bearing in m-thick beds, alternating with dm-thick stromatolitic limestones, showing shallowing upward polarity: carbonate platform, tidal flat deposits. Triassico sup.*
- 13c Dolomie chiare, in strati m e dolomie stromatolitiche in strati dm organizzate in cicli peritidali (*Dolomia Principale*); localmente, al tetto, breccie dolomitiche; intercalazioni di dolomie laminate scure, ricche in sostanza organica, in strati dm (a: *Laminiti di rio Resartico*): depositi di piattaforma. *Light grey dolostones in m-thick beds alternating with dm-thick stromatolitic dolostones, showing shallowing upward polarity; locally, at the top of the unit, dolomitic breccias; (a) intercalations of dm-thick beds of laminated dark grey dolostones, rich in organic matter: platform, tidal flat deposits. Triassico sup.*



2,391,000

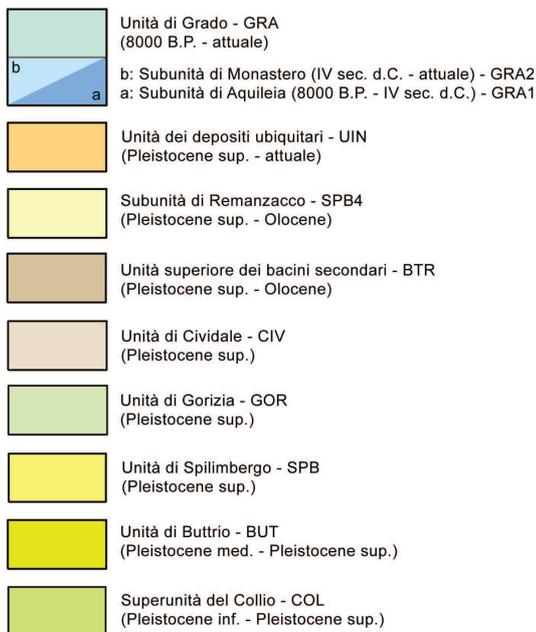
2,392,000

CARTA DI SINTESI GEOLOGICA GEO-CGT
FOGLIO 088 GORIZIA SEZIONE 088130

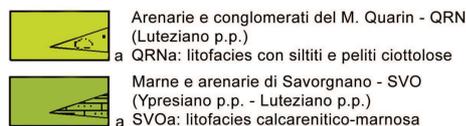
scala 1:10.000

Legenda

Successione quaternaria



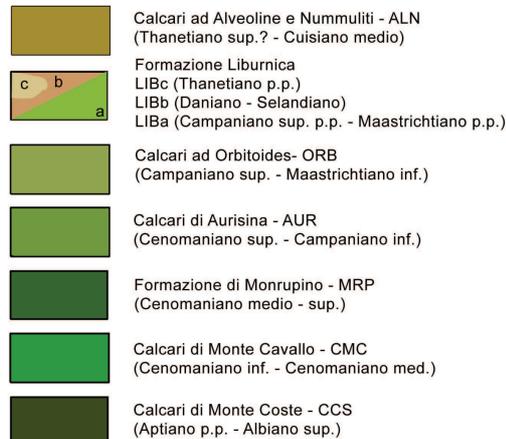
Successione torbiditica dell'avanfossa dinarica



Successione del Bacino sloveno

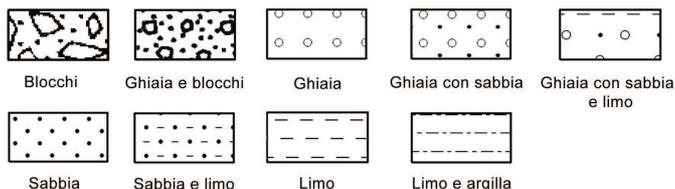


Successione di piattaforma carbonatica mesozoica



SISTEMA DEPOSIZIONALE

Depositi alluvionali



Deposito palustre Deposito lacustre - palustre



Origine mista



Detrito di falda

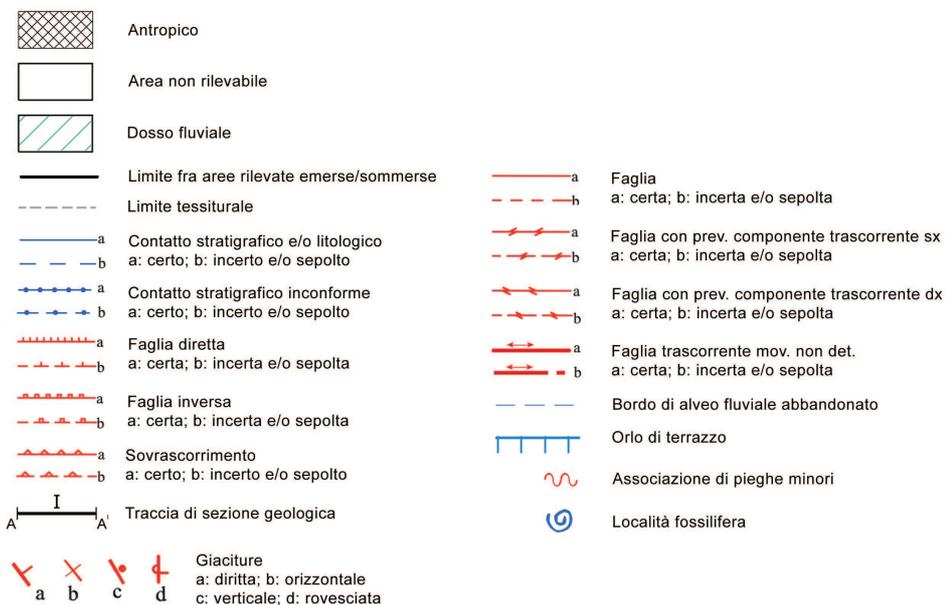


Coltre eluvio-colluviale e depositi colluviali

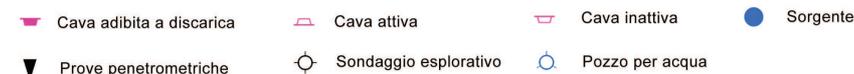
Prodotto eluviale

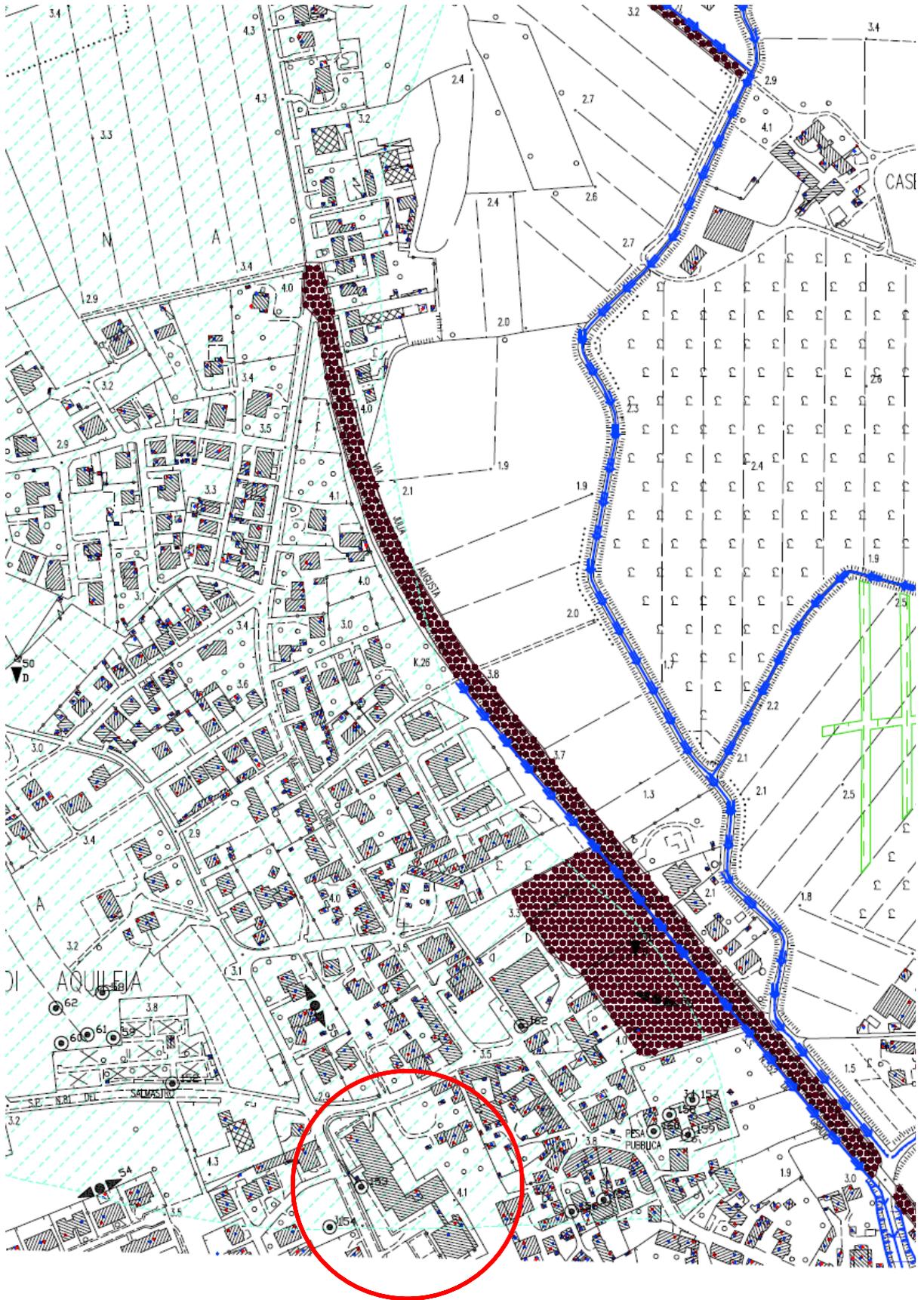


Segni convenzionali



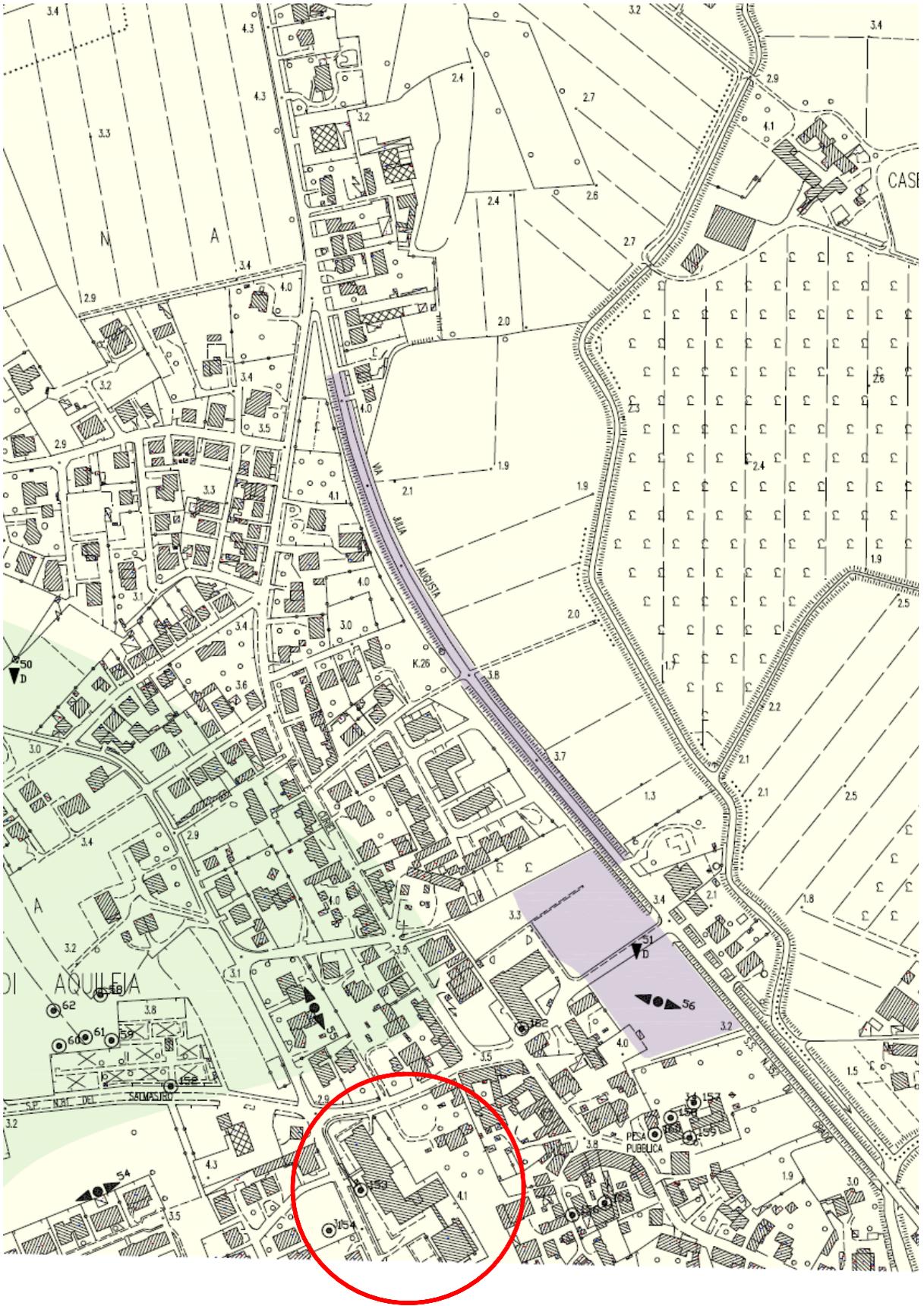
Risorse e Prospezioni





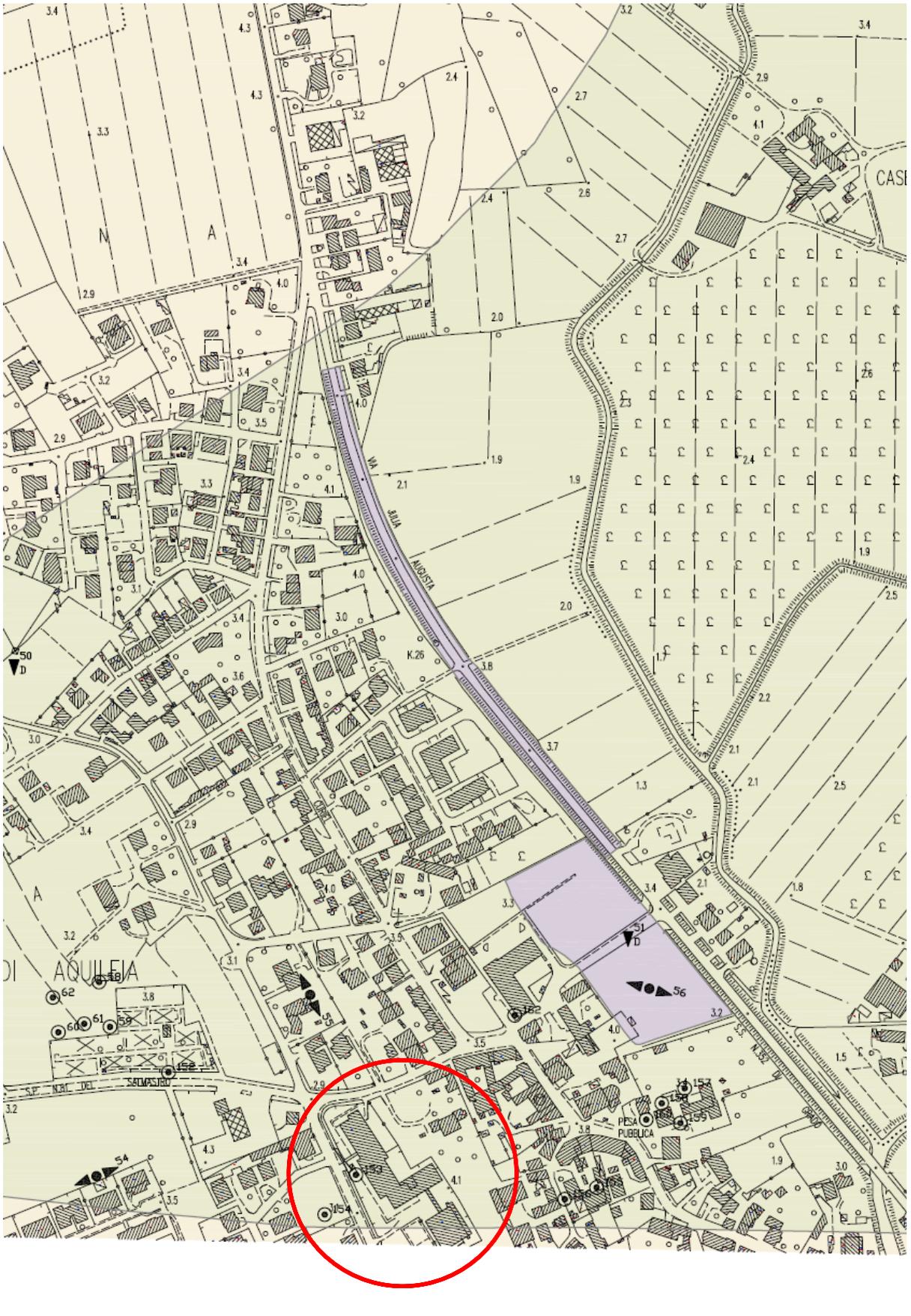
CARTA GEOLOGICO TECNICA
CARTA IDROGEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

scala 1:5.000



CARTA GEOLOGICO TECNICA
CARTA LITOSTRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E DELLE
CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE E GEOTECNICHE

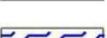
scala 1:5.000



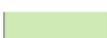
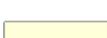
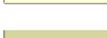
CARTA GEOLOGICO TECNICA
CARTA LITOSTRATIGRAFICA E STRUTTURALE

scala 1:5.000

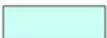
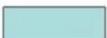
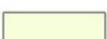
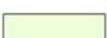
CARTA IDROGEOLOGICA, DELLE AREE DISSESTATE E GEOMORFOLOGICA APPLICATA

| | |
|---|---|
|  | TRACCIA DI PERCORSI FLUVIALI ESTINTI |
|  | DOSSO / PALEODOSSO FLUVIALE |
|  | AREA INONDATA |
|  | AREA INONDATA STORICAMENTE (sensu R.A.F., 1996) |
|  | AREA UMIDA / RISTAGNO D'ACQUA |

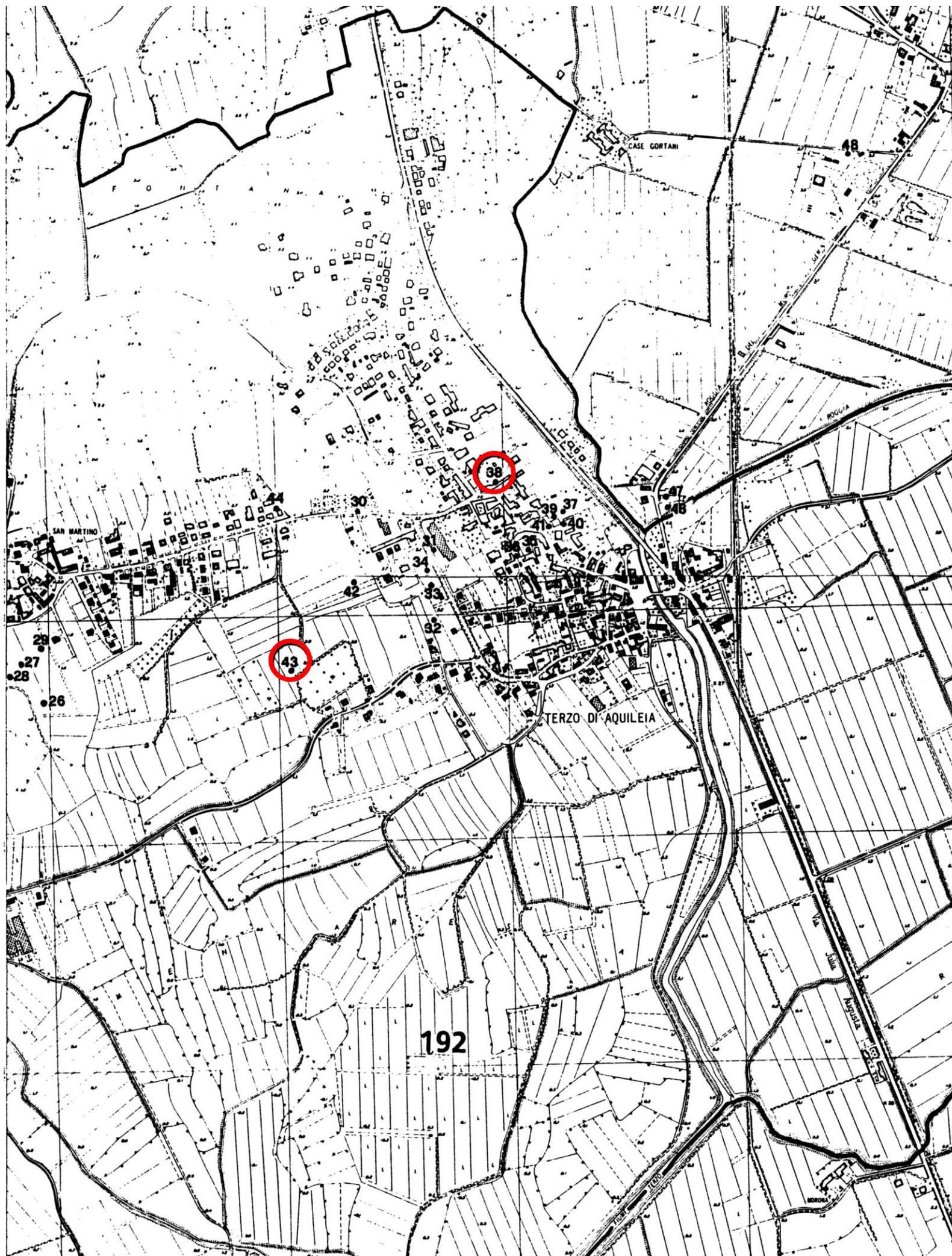
CARTA LITOSTRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO E DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE E GEOTECNICHE

| | |
|--|--|
|  | TERRE CON STRATI DI LIMO E / O ARGILLA INFERIORI O UGUALI AL 10 % |
|  | TERRE CON STRATI DI LIMO E / O ARGILLA MAGGIORI AL 10 % ED INFERIORI O UGUALI AL 30 % |
|  | TERRE CON STRATI DI LIMO E / O ARGILLA MAGGIORI AL 30 % ED INFERIORI O UGUALI AL 70 % |
|  | TERRE CON STRATI DI LIMO E / O ARGILLA MAGGIORI AL 70 % ED INFERIORI O UGUALI AL 100 % |

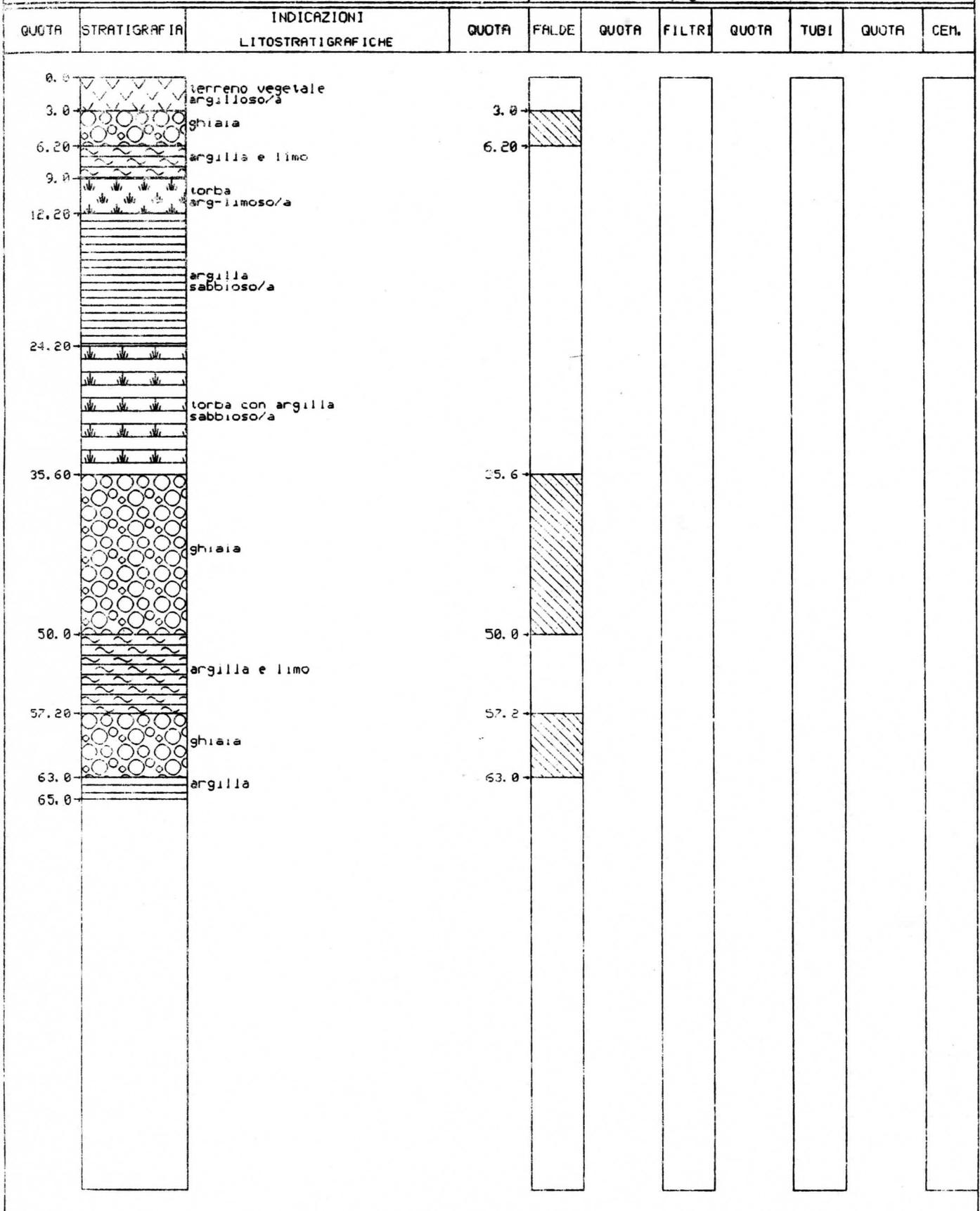
CARTA LITOSTRATIGRAFICA FORMAZIONALE, DELL'INTENSITÀ DELLA SUDDIVISIONE DELLE MASSE ROCCIOSE E STRUTTURALE

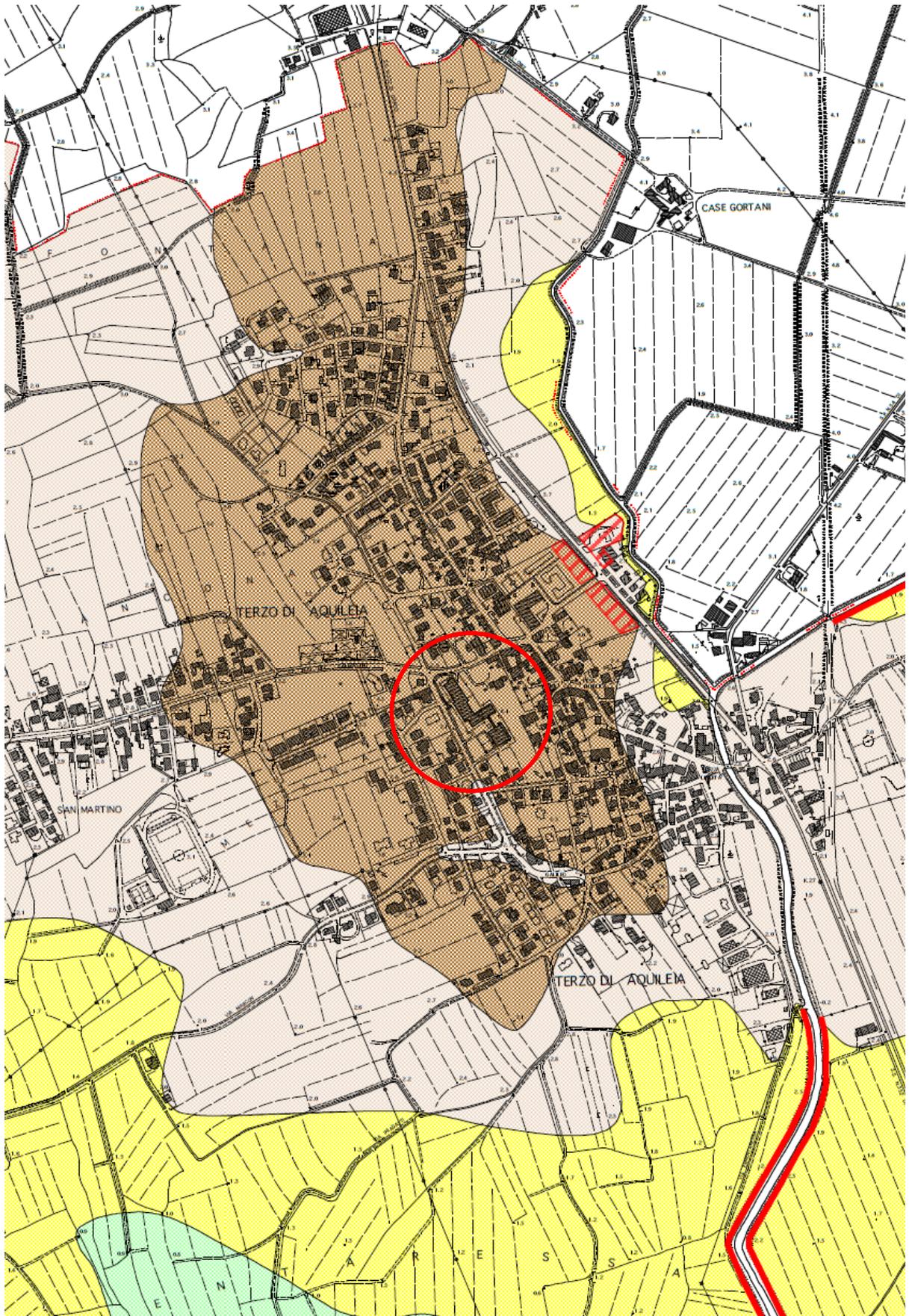
| | |
|---|--|
|  | G : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE GHIAIOSI |
|  | GS : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE GHIAIOSI CON SABBIE |
|  | GM : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE GHIAIOSI CON LIMI E ARGILLE |
|  | GSM = GMS : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE GHIAIOSI CON LIMI, ARGILLE E SABBIE |
|  | S : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE SABBIOSI |
|  | SG : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE SABBIOSI CON GHIAIE |
|  | SM : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE SABBIOSI CON LIMI E ARGILLE |
|  | SMG = SGM : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE SABBIOSI CON LIMI, ARGILLE E GHIAIE |
|  | M : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSI |
|  | MG : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSI CON GHIAIE |
|  | MS : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSI CON SABBIE |
|  | MSG = MGS : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSI CON GHIAIE E SABBIE |

LEGENDA ESSENZIALE **CARTA GEOLOGICO TECNICA**



CARTA UBICAZIONE POZZI CATASTO REGIONALE





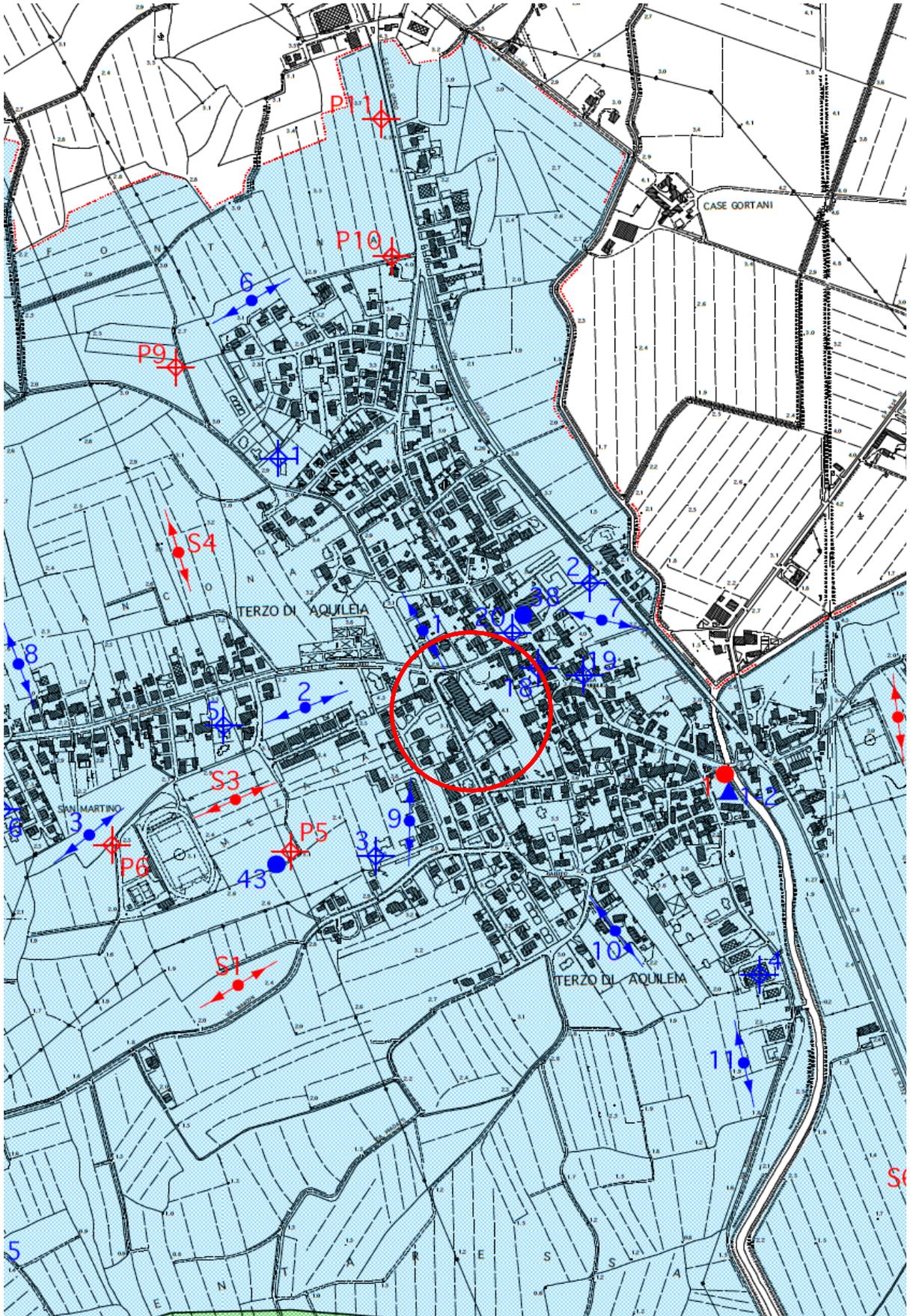
ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA
STUDIO GEOLOGICO P.R.G.C.

scala 1:10.000

LEGENDA

| | |
|---|--|
|  | Zona con quota superiore a 4 m s.l.m.m. |
|  | Zona con quote comprese tra 3 e 4 m s.l.m.m. |
|  | Zona con quote comprese tra 2 e 3 m s.l.m.m. |
|  | Zona con quote comprese tra 1 e 2 m s.l.m.m. |
|  | Zona con quote comprese tra 0 e 1 m s.l.m.m. |
|  | Zona con quote comprese tra -1 e 0 m s.l.m.m. |
|  | Zona con quote comprese tra -2 e -1 m s.l.m.m. |

| | |
|---|------------------------------------|
|  | Rilievi di origine fluviale/eolica |
|  | Paleovalvei del fiume Ausa |
|  | Antico percorso del canale Anfora |
|  | Zone palustri e canneti |
|  | Discarica antica |
|  | Riporti recenti |
|  | Antico margine lagunare |
|  | Argini fluviali |
|  | Argini lagunari |
|  | Argini precedenti bonifiche |
|  | Argini dismessi |
|  | Varchi arginali in tratti dismessi |



ESTRATTO CARTA GEOLITOLGICA
STUDIO GEOLOGICO P.R.G.C.

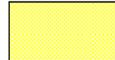
scala 1:10.000



Depositi alluvionali formati da limi sabbiosi seguiti da sabbie e ghiaie - MS/SG



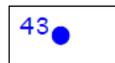
Depositi alluvionali formati da limi sabbiosi seguiti da sabbie e limi - MS/SM



Depositi alluvionali interdigitati con depositi palustri e lagunari delle zone di bonifica formati da limi argillosi seguiti da sabbie e limi - M/SM



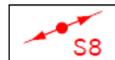
Depositi palustri e lagunari delle zone di recente bonifica formati da limi argillosi seguiti da limi e sabbie - M/MS



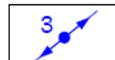
Pozzi con stratigrafia del "Catasto Regionale dei pozzi per acqua..."



Sondaggio meccanico



Sondaggio elettrico verticale



Sondaggio elettrico verticale - Studio 1986



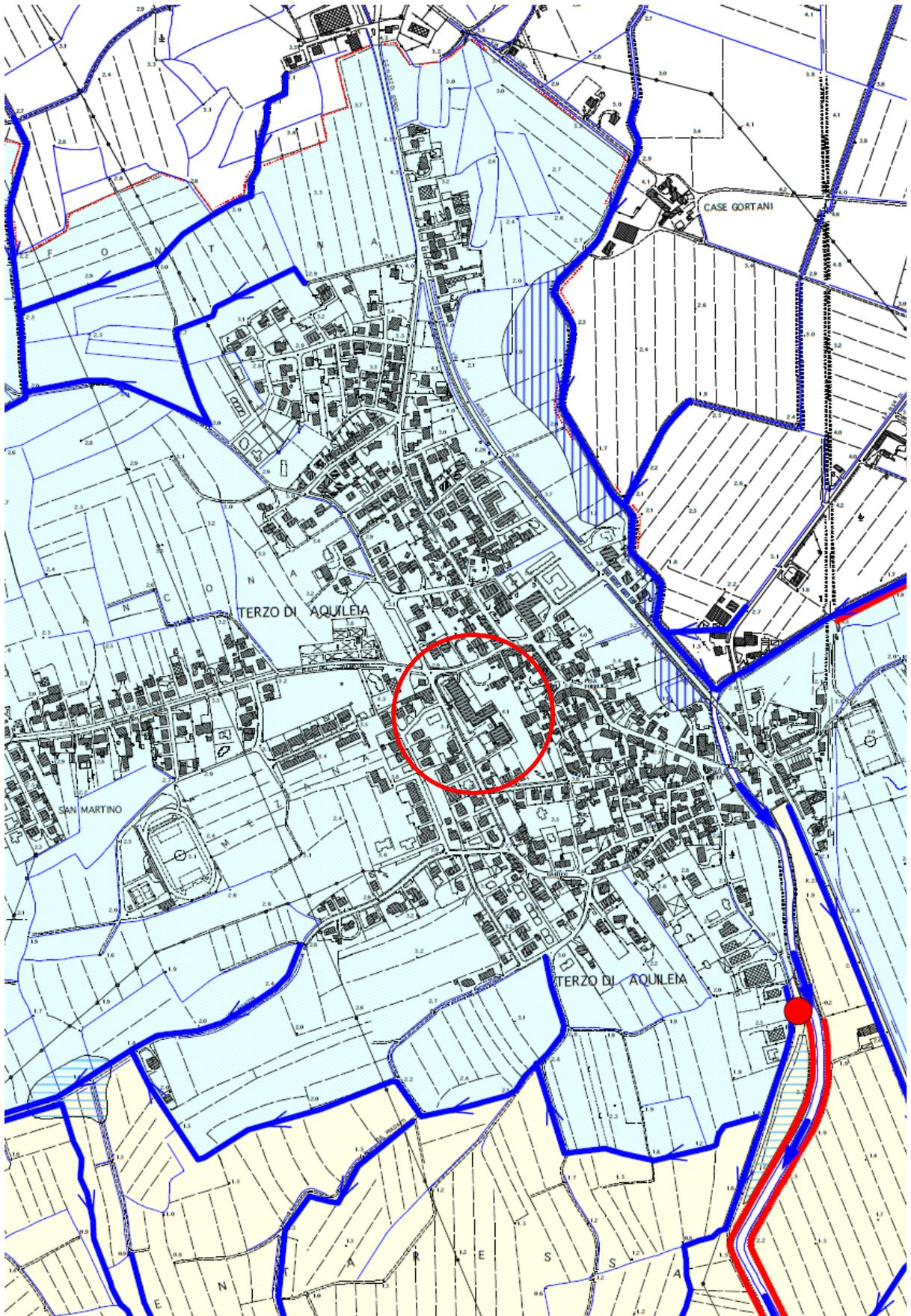
Prova penetrometrica dinamica



Prova penetrometrica dinamica- Studio 1986 ed altri

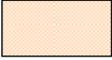
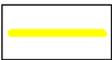
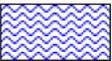


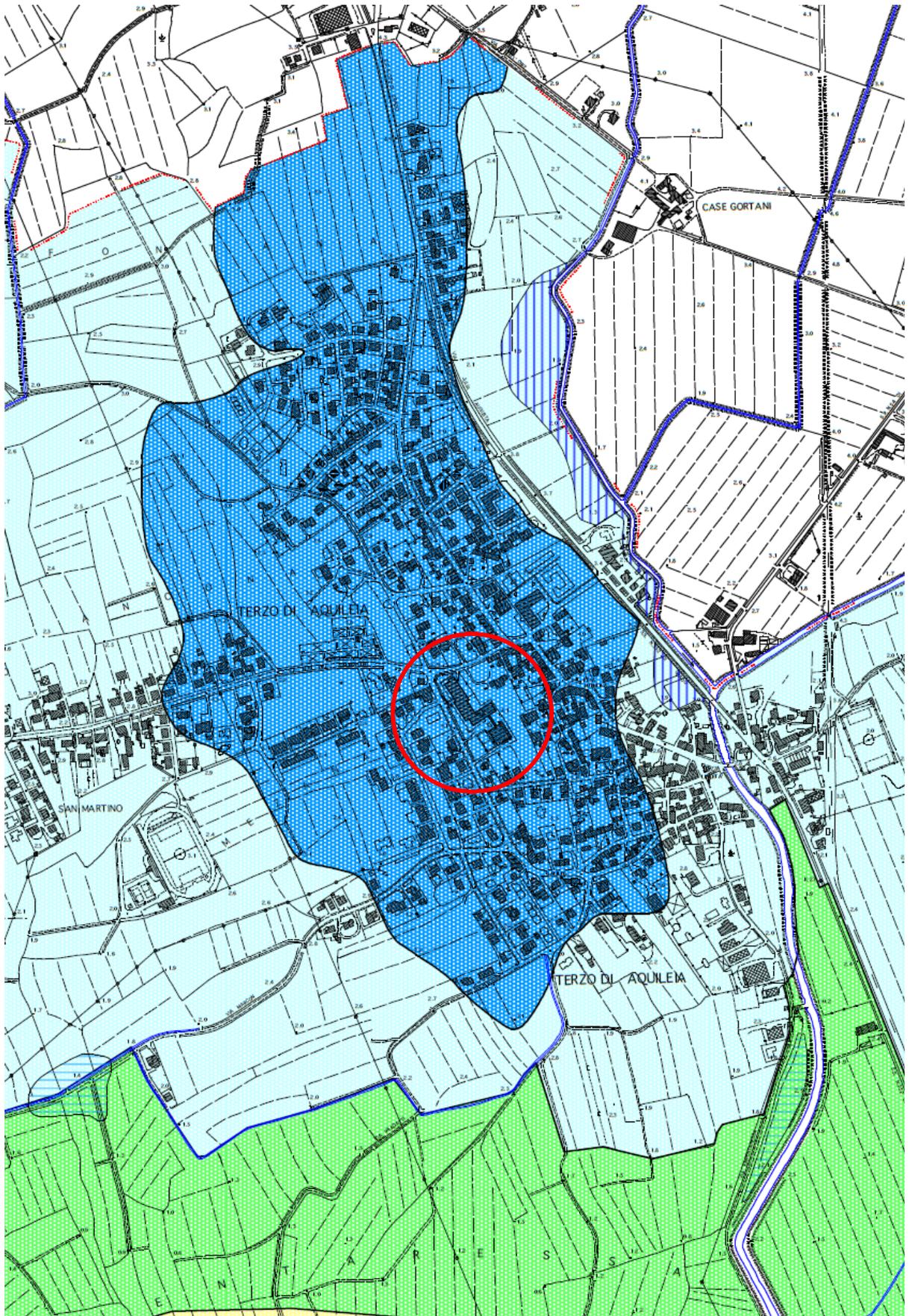
Prova penetrometrica statica



ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA
STUDIO GEOLOGICO P.R.G.C.

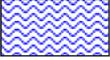
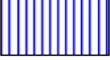
scala 1:10.000

| | |
|---|---|
|  | Zona a scolo naturale |
|  | Zona a scolo meccanico |
|  | Zona a scolo meccanico senza scoline con drenaggio tramite tubazioni microforate |
|  | Zona a scolo misto |
|  | Deflusso fiume |
|  | Corso d'acqua principale |
|  | Argine fluviale |
|  | Argine lagunare |
|  | Tratti arginali con probabilità di ingressione marina |
|  | Area esondabile per alta marea eccezionale |
|  | Area esondabile per tracimazione fluviale |
|  | Area allagabile |
|  | Idrovora impianto fognario |
|  | Idrovora di bonifica idraulica |



ESTRATTO CARTA ZONIZZAZIONE GEOLOGICO TECNICA
STUDIO GEOLOGICO P.R.G.C.

scala 1:10.000

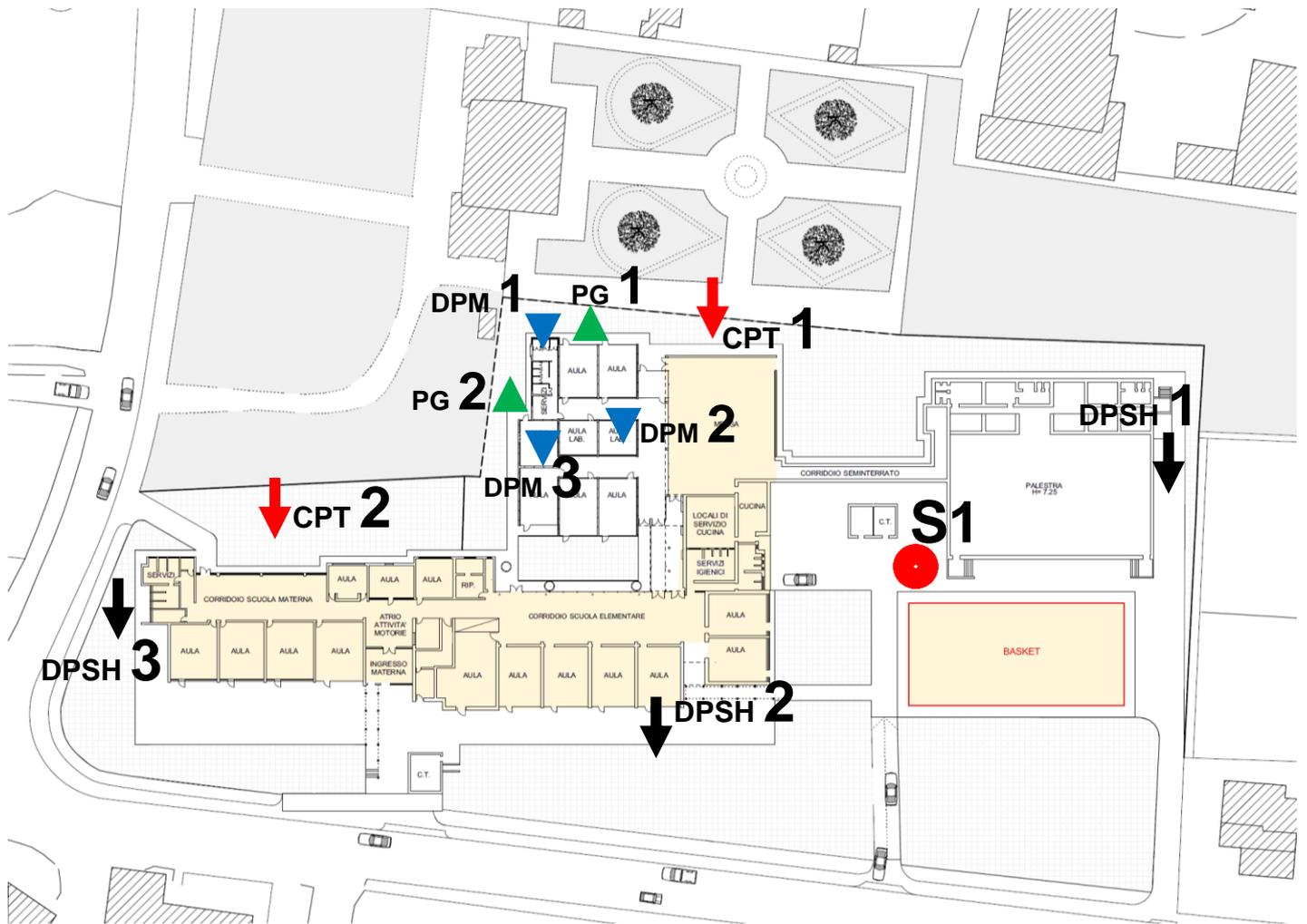
| | |
|---|--|
|  | CLASSE 1 |
|  | CLASSE 2 |
|  | CLASSE 3 |
|  | CLASSE 4 |
|  | CLASSE 5 |
|  | CLASSE 6 |
|  | CLASSE 7 |
|  | Area esondabile per alta marea eccezionale |
|  | Area esondabile per tracimazione f luviale |
|  | Area allagabile |



LEGENDA

- F (area fluviale)
- P1 (pericolosità idraulica bassa)
- P2 (pericolosità idraulica media)
- P3 (pericolosità idraulica elevata)
- Limiti bacini idrografici nazionali
- Limite comunale
- Interventi PSSI t. Corno e t. Cormor
- Zone di attenzione PAI bacini nazionali

**PROGETTO PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
DEI BACINI DI INTERESSE REGIONALE - TAVOLA 53**



CARTA UBICAZIONE DEI PUNTI D'INDAGINE

scala 1:1000

-  sondaggio meccanico
-  prova penetrometrica dinamica pesante
-  prova penetrometrica statica
-  prova penetrometrica dinamica 2004
-  pozzetto geognostico 2004



FOTO POSIZIONAMENTO SONDAGGIO S1



FOTO N° 1: SONDAGGIO S1, CASSETTA A: DA 0.0 A 5.0 METRI



FOTO N° 2: SONDAGGIO S1, CASSETTA B: DA 5.0 A 10.0 METRI

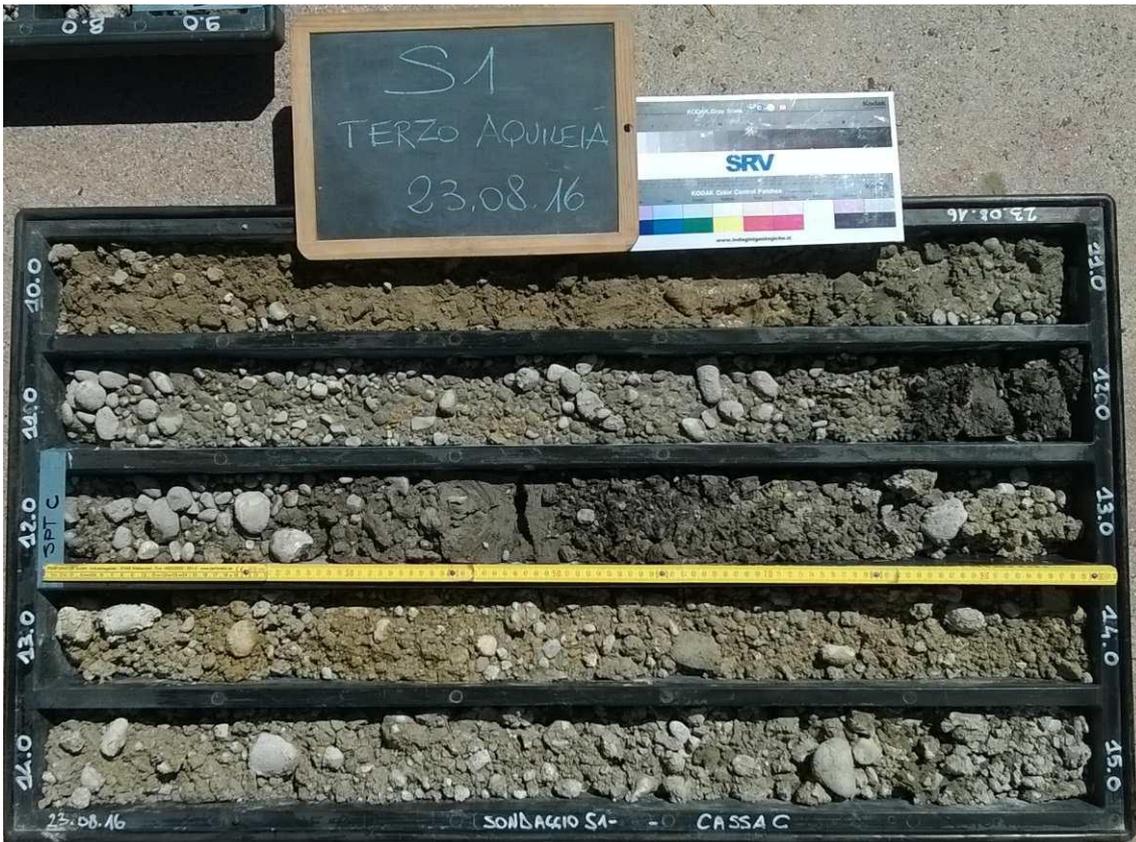


FOTO N° 3: SONDAGGIO S1, CASSETTA C: DA 10.0 A 15.0 METRI



FOTO N° 4: SONDAGGIO S1, CASSETTA D: DA 15.0 A 18.0 METRI



FOTO PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH N° 1 e N° 2



FOTO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH N° 3

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML

| | |
|-------------------------------------|---|
| MASSA BATTENTE | M = 63,50 kg |
| ALTEZZA CADUTA LIBERA | H = 0,75 m |
| MASSA SISTEMA BATTUTA | Ms = 0,63 kg |
| DIAMETRO PUNTA CONICA | D = 51,00 mm |
| AREA BASE PUNTA CONICA | A = 20,4300 cm ² |
| ANGOLO APERTURA PUNTA | $\alpha = 90^\circ$ |
| LUNGHEZZA DELLE ASTE | La = 1,00 m |
| MASSA ASTE PER METRO | Ma = 6,31 kg |
| PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA | P1 = 0,40 m |
| AVANZAMENTO PUNTA | $\delta = 0,20$ m |
| NUMERO DI COLPI PUNTA | N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm |
| RIVESTIMENTO / FANGHI | NO |

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm²)
 COEFF.TEORICO RENDIMENTO $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

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

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
 e = infissione per colpo = δ / N

M = massa battente (altezza caduta H)
 P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

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

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
 - lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|---------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 3 | 31,5 | 1 | 8,20 - 8,40 | 10 | 61,2 | 9 |
| 0,20 - 0,40 | 26 | 273,2 | 1 | 8,40 - 8,60 | 9 | 52,4 | 10 |
| 0,40 - 0,60 | 17 | 163,9 | 2 | 8,60 - 8,80 | 7 | 40,7 | 10 |
| 0,60 - 0,80 | 11 | 106,1 | 2 | 8,80 - 9,00 | 6 | 34,9 | 10 |
| 0,80 - 1,00 | 4 | 38,6 | 2 | 9,00 - 9,20 | 6 | 34,9 | 10 |
| 1,00 - 1,20 | 3 | 28,9 | 2 | 9,20 - 9,40 | 8 | 46,5 | 10 |
| 1,20 - 1,40 | 2 | 19,3 | 2 | 9,40 - 9,60 | 8 | 44,3 | 11 |
| 1,40 - 1,60 | 1 | 8,9 | 3 | 9,60 - 9,80 | 10 | 55,4 | 11 |
| 1,60 - 1,80 | 1 | 8,9 | 3 | 9,80 - 10,00 | 14 | 77,6 | 11 |
| 1,80 - 2,00 | 1 | 8,9 | 3 | 10,00 - 10,20 | 9 | 49,9 | 11 |
| 2,00 - 2,20 | 1 | 8,9 | 3 | 10,20 - 10,40 | 8 | 44,3 | 11 |
| 2,20 - 2,40 | 1 | 8,9 | 3 | 10,40 - 10,60 | 11 | 58,2 | 12 |
| 2,40 - 2,60 | 1 | 8,3 | 4 | 10,60 - 10,80 | 9 | 47,6 | 12 |
| 2,60 - 2,80 | 1 | 8,3 | 4 | 10,80 - 11,00 | 15 | 79,4 | 12 |
| 2,80 - 3,00 | 1 | 8,3 | 4 | 11,00 - 11,20 | 11 | 58,2 | 12 |
| 3,00 - 3,20 | 1 | 8,3 | 4 | 11,20 - 11,40 | 11 | 58,2 | 12 |
| 3,20 - 3,40 | 1 | 8,3 | 4 | 11,40 - 11,60 | 12 | 60,8 | 13 |
| 3,40 - 3,60 | 1 | 7,7 | 5 | 11,60 - 11,80 | 25 | 126,6 | 13 |
| 3,60 - 3,80 | 1 | 7,7 | 5 | 11,80 - 12,00 | 24 | 121,5 | 13 |
| 3,80 - 4,00 | 1 | 7,7 | 5 | 12,00 - 12,20 | 16 | 81,0 | 13 |
| 4,00 - 4,20 | 2 | 15,5 | 5 | 12,20 - 12,40 | 9 | 45,6 | 13 |
| 4,20 - 4,40 | 1 | 7,7 | 5 | 12,40 - 12,60 | 11 | 53,4 | 14 |
| 4,40 - 4,60 | 1 | 7,3 | 6 | 12,60 - 12,80 | 13 | 63,1 | 14 |
| 4,60 - 4,80 | 2 | 14,5 | 6 | 12,80 - 13,00 | 10 | 48,5 | 14 |
| 4,80 - 5,00 | 5 | 36,3 | 6 | 13,00 - 13,20 | 10 | 48,5 | 14 |
| 5,00 - 5,20 | 13 | 94,3 | 6 | 13,20 - 13,40 | 6 | 29,1 | 14 |
| 5,20 - 5,40 | 10 | 72,6 | 6 | 13,40 - 13,60 | 5 | 23,3 | 15 |
| 5,40 - 5,60 | 8 | 54,7 | 7 | 13,60 - 13,80 | 6 | 28,0 | 15 |
| 5,60 - 5,80 | 8 | 54,7 | 7 | 13,80 - 14,00 | 7 | 32,6 | 15 |
| 5,80 - 6,00 | 8 | 54,7 | 7 | 14,00 - 14,20 | 10 | 46,6 | 15 |
| 6,00 - 6,20 | 7 | 47,8 | 7 | 14,20 - 14,40 | 6 | 28,0 | 15 |
| 6,20 - 6,40 | 8 | 54,7 | 7 | 14,40 - 14,60 | 6 | 26,9 | 16 |
| 6,40 - 6,60 | 9 | 58,1 | 8 | 14,60 - 14,80 | 7 | 31,4 | 16 |
| 6,60 - 6,80 | 5 | 32,3 | 8 | 14,80 - 15,00 | 10 | 44,8 | 16 |
| 6,80 - 7,00 | 9 | 58,1 | 8 | 15,00 - 15,20 | 16 | 71,7 | 16 |
| 7,00 - 7,20 | 9 | 58,1 | 8 | 15,20 - 15,40 | 26 | 116,6 | 16 |
| 7,20 - 7,40 | 5 | 32,3 | 8 | 15,40 - 15,60 | 20 | 86,4 | 17 |
| 7,40 - 7,60 | 4 | 24,5 | 9 | 15,60 - 15,80 | 20 | 86,4 | 17 |
| 7,60 - 7,80 | 6 | 36,7 | 9 | 15,80 - 16,00 | 24 | 103,6 | 17 |
| 7,80 - 8,00 | 2 | 12,2 | 9 | 16,00 - 16,20 | 32 | 138,2 | 17 |
| 8,00 - 8,20 | 11 | 67,3 | 9 | | | | |

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

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,4300** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

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

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

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
 - lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,00 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|---------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 3 | 31,5 | 1 | 8,20 - 8,40 | 12 | 73,5 | 9 |
| 0,20 - 0,40 | 10 | 105,1 | 1 | 8,40 - 8,60 | 5 | 30,6 | 9 |
| 0,40 - 0,60 | 17 | 178,6 | 1 | 8,60 - 8,80 | 12 | 73,5 | 9 |
| 0,60 - 0,80 | 7 | 73,6 | 1 | 8,80 - 9,00 | 13 | 75,6 | 10 |
| 0,80 - 1,00 | 4 | 38,6 | 2 | 9,00 - 9,20 | 10 | 58,2 | 10 |
| 1,00 - 1,20 | 3 | 28,9 | 2 | 9,20 - 9,40 | 17 | 98,9 | 10 |
| 1,20 - 1,40 | 3 | 28,9 | 2 | 9,40 - 9,60 | 16 | 93,1 | 10 |
| 1,40 - 1,60 | 3 | 28,9 | 2 | 9,60 - 9,80 | 14 | 81,4 | 10 |
| 1,60 - 1,80 | 3 | 28,9 | 2 | 9,80 - 10,00 | 6 | 33,3 | 11 |
| 1,80 - 2,00 | 2 | 17,8 | 3 | 10,00 - 10,20 | 6 | 33,3 | 11 |
| 2,00 - 2,20 | 2 | 17,8 | 3 | 10,20 - 10,40 | 6 | 33,3 | 11 |
| 2,20 - 2,40 | 1 | 8,9 | 3 | 10,40 - 10,60 | 12 | 66,5 | 11 |
| 2,40 - 2,60 | 1 | 8,9 | 3 | 10,60 - 10,80 | 10 | 55,4 | 11 |
| 2,60 - 2,80 | 1 | 8,9 | 3 | 10,80 - 11,00 | 15 | 79,4 | 12 |
| 2,80 - 3,00 | 1 | 8,3 | 4 | 11,00 - 11,20 | 19 | 100,6 | 12 |
| 3,00 - 3,20 | 1 | 8,3 | 4 | 11,20 - 11,40 | 17 | 90,0 | 12 |
| 3,20 - 3,40 | 1 | 8,3 | 4 | 11,40 - 11,60 | 13 | 68,8 | 12 |
| 3,40 - 3,60 | 2 | 16,6 | 4 | 11,60 - 11,80 | 14 | 74,1 | 12 |
| 3,60 - 3,80 | 3 | 24,8 | 4 | 11,80 - 12,00 | 20 | 101,3 | 13 |
| 3,80 - 4,00 | 4 | 30,9 | 5 | 12,00 - 12,20 | 22 | 111,4 | 13 |
| 4,00 - 4,20 | 6 | 46,4 | 5 | 12,20 - 12,40 | 22 | 111,4 | 13 |
| 4,20 - 4,40 | 4 | 30,9 | 5 | 12,40 - 12,60 | 20 | 101,3 | 13 |
| 4,40 - 4,60 | 7 | 54,1 | 5 | 12,60 - 12,80 | 15 | 76,0 | 13 |
| 4,60 - 4,80 | 7 | 54,1 | 5 | 12,80 - 13,00 | 12 | 58,3 | 14 |
| 4,80 - 5,00 | 10 | 72,6 | 6 | 13,00 - 13,20 | 9 | 43,7 | 14 |
| 5,00 - 5,20 | 11 | 79,8 | 6 | 13,20 - 13,40 | 9 | 43,7 | 14 |
| 5,20 - 5,40 | 9 | 65,3 | 6 | 13,40 - 13,60 | 8 | 38,8 | 14 |
| 5,40 - 5,60 | 5 | 36,3 | 6 | 13,60 - 13,80 | 8 | 38,8 | 14 |
| 5,60 - 5,80 | 3 | 21,8 | 6 | 13,80 - 14,00 | 6 | 28,0 | 15 |
| 5,80 - 6,00 | 2 | 13,7 | 7 | 14,00 - 14,20 | 6 | 28,0 | 15 |
| 6,00 - 6,20 | 6 | 41,0 | 7 | 14,20 - 14,40 | 19 | 88,6 | 15 |
| 6,20 - 6,40 | 5 | 34,2 | 7 | 14,40 - 14,60 | 26 | 121,2 | 15 |
| 6,40 - 6,60 | 3 | 20,5 | 7 | 14,60 - 14,80 | 26 | 121,2 | 15 |
| 6,60 - 6,80 | 3 | 20,5 | 7 | 14,80 - 15,00 | 23 | 103,1 | 16 |
| 6,80 - 7,00 | 3 | 19,4 | 8 | 15,00 - 15,20 | 11 | 49,3 | 16 |
| 7,00 - 7,20 | 5 | 32,3 | 8 | 15,20 - 15,40 | 8 | 35,9 | 16 |
| 7,20 - 7,40 | 13 | 84,0 | 8 | 15,40 - 15,60 | 7 | 31,4 | 16 |
| 7,40 - 7,60 | 18 | 116,2 | 8 | 15,60 - 15,80 | 7 | 31,4 | 16 |
| 7,60 - 7,80 | 13 | 84,0 | 8 | 15,80 - 16,00 | 19 | 82,0 | 17 |
| 7,80 - 8,00 | 10 | 61,2 | 9 | 16,00 - 16,20 | 25 | 108,0 | 17 |
| 8,00 - 8,20 | 14 | 85,7 | 9 | 16,20 - 16,40 | 30 | 129,5 | 17 |

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

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,4300** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
 - lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,30 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|---------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 3 | 31,5 | 1 | 8,20 - 8,40 | 10 | 61,2 | 9 |
| 0,20 - 0,40 | 17 | 178,6 | 1 | 8,40 - 8,60 | 10 | 58,2 | 10 |
| 0,40 - 0,60 | 21 | 202,5 | 2 | 8,60 - 8,80 | 13 | 75,6 | 10 |
| 0,60 - 0,80 | 16 | 154,3 | 2 | 8,80 - 9,00 | 12 | 69,8 | 10 |
| 0,80 - 1,00 | 6 | 57,9 | 2 | 9,00 - 9,20 | 13 | 75,6 | 10 |
| 1,00 - 1,20 | 4 | 38,6 | 2 | 9,20 - 9,40 | 18 | 104,7 | 10 |
| 1,20 - 1,40 | 2 | 19,3 | 2 | 9,40 - 9,60 | 24 | 133,0 | 11 |
| 1,40 - 1,60 | 2 | 17,8 | 3 | 9,60 - 9,80 | 23 | 127,5 | 11 |
| 1,60 - 1,80 | 2 | 17,8 | 3 | 9,80 - 10,00 | 19 | 105,3 | 11 |
| 1,80 - 2,00 | 1 | 8,9 | 3 | 10,00 - 10,20 | 17 | 94,2 | 11 |
| 2,00 - 2,20 | 1 | 8,9 | 3 | 10,20 - 10,40 | 17 | 94,2 | 11 |
| 2,20 - 2,40 | 1 | 8,9 | 3 | 10,40 - 10,60 | 21 | 111,1 | 12 |
| 2,40 - 2,60 | 1 | 8,3 | 4 | 10,60 - 10,80 | 17 | 90,0 | 12 |
| 2,60 - 2,80 | 1 | 8,3 | 4 | 10,80 - 11,00 | 9 | 47,6 | 12 |
| 2,80 - 3,00 | 1 | 8,3 | 4 | 11,00 - 11,20 | 9 | 47,6 | 12 |
| 3,00 - 3,20 | 1 | 8,3 | 4 | 11,20 - 11,40 | 8 | 42,3 | 12 |
| 3,20 - 3,40 | 1 | 8,3 | 4 | 11,40 - 11,60 | 9 | 45,6 | 13 |
| 3,40 - 3,60 | 1 | 7,7 | 5 | 11,60 - 11,80 | 8 | 40,5 | 13 |
| 3,60 - 3,80 | 1 | 7,7 | 5 | 11,80 - 12,00 | 8 | 40,5 | 13 |
| 3,80 - 4,00 | 1 | 7,7 | 5 | 12,00 - 12,20 | 10 | 50,6 | 13 |
| 4,00 - 4,20 | 3 | 23,2 | 5 | 12,20 - 12,40 | 14 | 70,9 | 13 |
| 4,20 - 4,40 | 2 | 15,5 | 5 | 12,40 - 12,60 | 16 | 77,7 | 14 |
| 4,40 - 4,60 | 3 | 21,8 | 6 | 12,60 - 12,80 | 14 | 68,0 | 14 |
| 4,60 - 4,80 | 8 | 58,1 | 6 | 12,80 - 13,00 | 15 | 72,8 | 14 |
| 4,80 - 5,00 | 9 | 65,3 | 6 | 13,00 - 13,20 | 20 | 97,1 | 14 |
| 5,00 - 5,20 | 10 | 72,6 | 6 | 13,20 - 13,40 | 23 | 111,6 | 14 |
| 5,20 - 5,40 | 7 | 50,8 | 6 | 13,40 - 13,60 | 25 | 116,5 | 15 |
| 5,40 - 5,60 | 4 | 27,3 | 7 | 13,60 - 13,80 | 21 | 97,9 | 15 |
| 5,60 - 5,80 | 7 | 47,8 | 7 | 13,80 - 14,00 | 22 | 102,6 | 15 |
| 5,80 - 6,00 | 11 | 75,2 | 7 | 14,00 - 14,20 | 19 | 88,6 | 15 |
| 6,00 - 6,20 | 10 | 68,3 | 7 | 14,20 - 14,40 | 16 | 74,6 | 15 |
| 6,20 - 6,40 | 7 | 47,8 | 7 | 14,40 - 14,60 | 16 | 71,7 | 16 |
| 6,40 - 6,60 | 7 | 45,2 | 8 | 14,60 - 14,80 | 18 | 80,7 | 16 |
| 6,60 - 6,80 | 5 | 32,3 | 8 | 14,80 - 15,00 | 17 | 76,2 | 16 |
| 6,80 - 7,00 | 9 | 58,1 | 8 | 15,00 - 15,20 | 17 | 76,2 | 16 |
| 7,00 - 7,20 | 11 | 71,0 | 8 | 15,20 - 15,40 | 13 | 58,3 | 16 |
| 7,20 - 7,40 | 8 | 51,7 | 8 | 15,40 - 15,60 | 13 | 56,1 | 17 |
| 7,40 - 7,60 | 9 | 55,1 | 9 | 15,60 - 15,80 | 9 | 38,9 | 17 |
| 7,60 - 7,80 | 12 | 73,5 | 9 | 15,80 - 16,00 | 6 | 25,9 | 17 |
| 7,80 - 8,00 | 7 | 42,8 | 9 | 16,00 - 16,20 | 5 | 21,6 | 17 |
| 8,00 - 8,20 | 11 | 67,3 | 9 | 16,20 - 16,40 | 5 | 21,6 | 17 |

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

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,4300** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

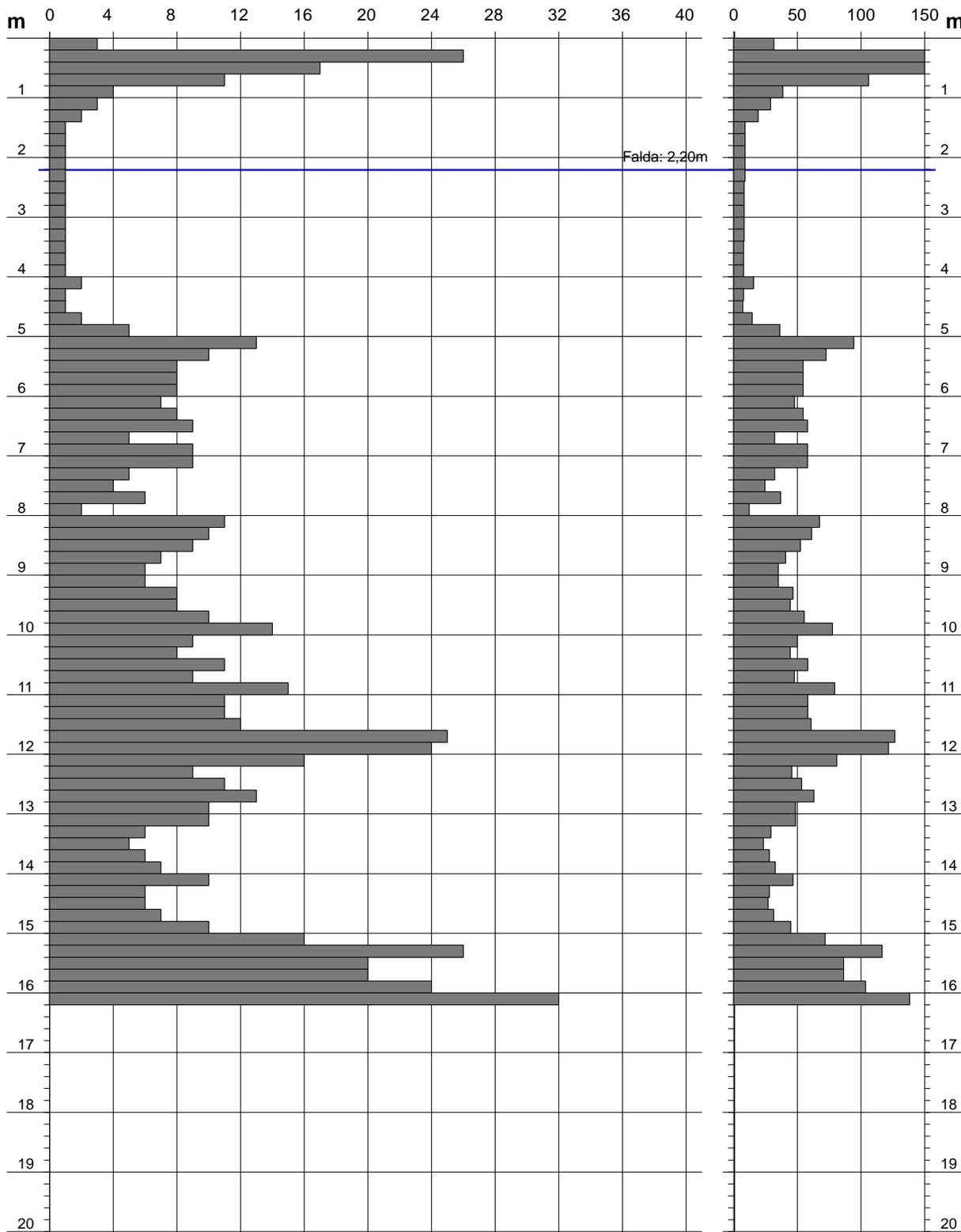
Scala 1: 100

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
- lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
- località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

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

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

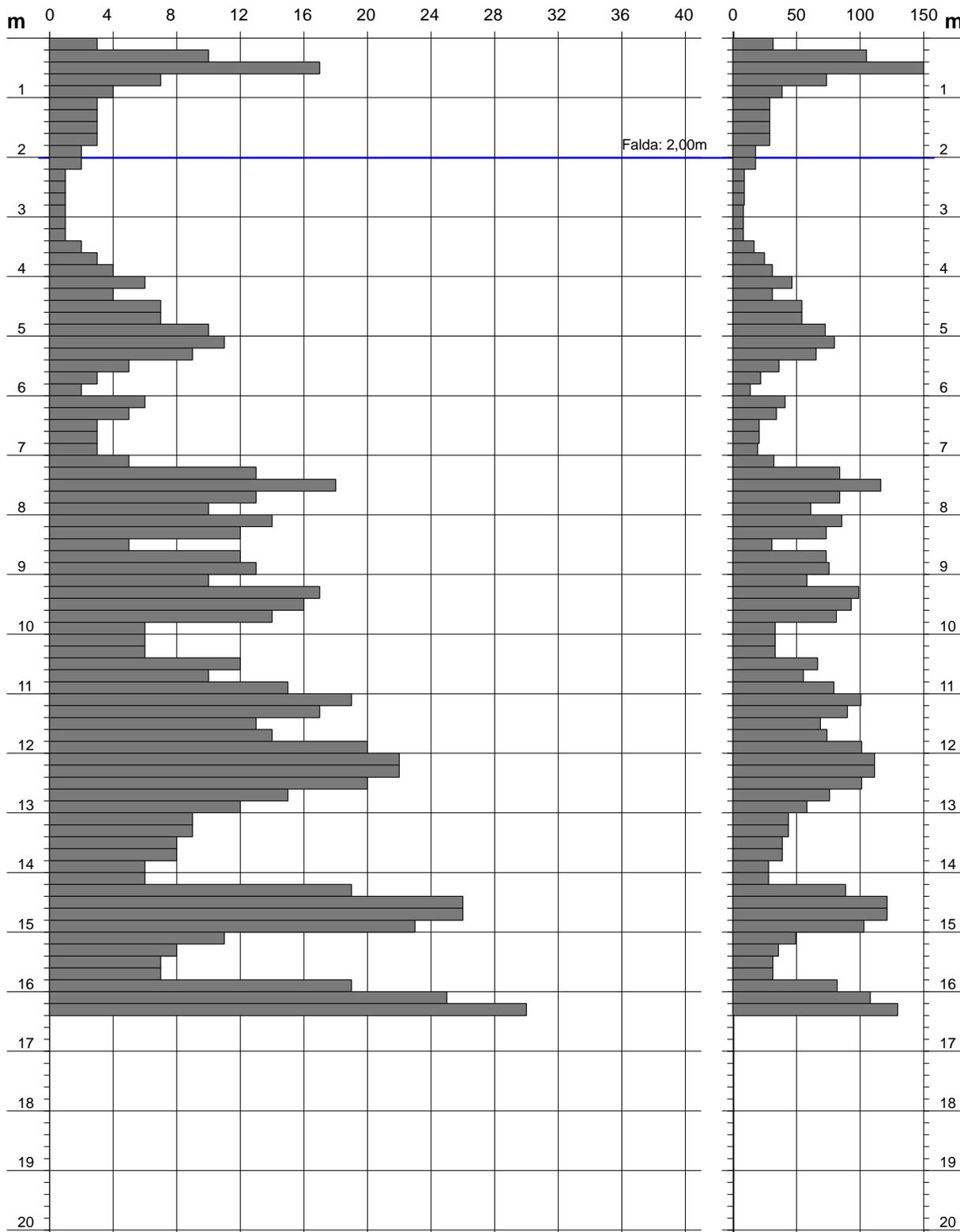
Scala 1: 100

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
- lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
- località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,00 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

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

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 3

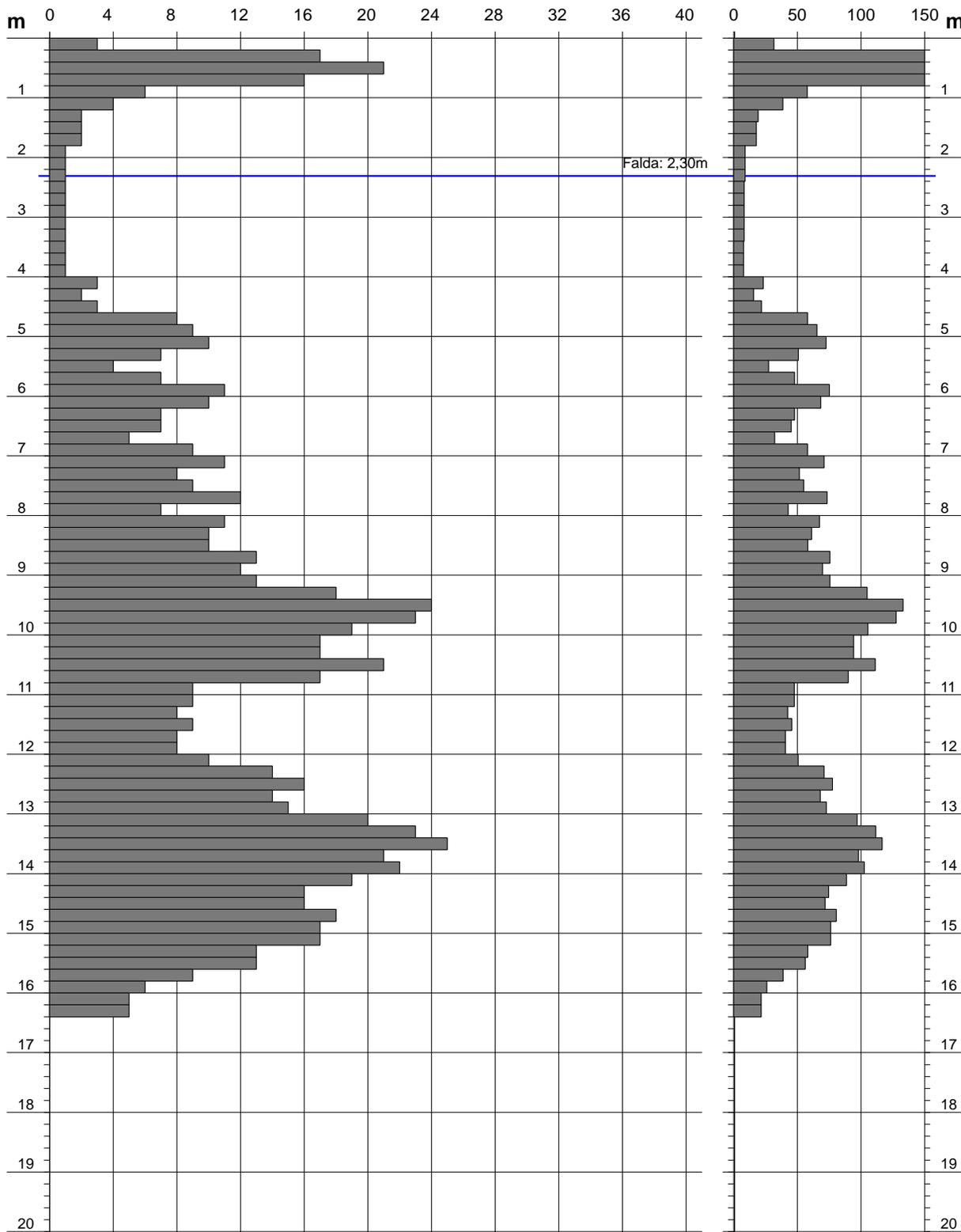
Scala 1: 100

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
- lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
- località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,30 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

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

Rpd (kg/cm²)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
 - lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

| n° | Profondità (m) | | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA | | | | | | VCA | β | Nspt | |
|----|----------------|-------|-----------|-------------------------|-----|-----|----------|------|------|------|-----|------|-----|
| | | | | M | min | Max | ½(M+min) | s | M-s | | | | M+s |
| 1 | 0,00 | 0,80 | N | 14,3 | 3 | 26 | 8,6 | ---- | ---- | ---- | 14 | 1,49 | 21 |
| | | | Rpd | 149,7 | 32 | 273 | 90,6 | ---- | ---- | ---- | 147 | | |
| 2 | 0,80 | 1,40 | N | 3,0 | 2 | 4 | 2,5 | ---- | ---- | ---- | 3 | 1,49 | 4 |
| | | | Rpd | 28,9 | 19 | 39 | 24,1 | ---- | ---- | ---- | 29 | | |
| 3 | 1,40 | 4,00 | N | 1,0 | 1 | 1 | 1,0 | ---- | 1,0 | 1,0 | 1 | 1,49 | 1 |
| | | | Rpd | 8,7 | 8 | 10 | 8,2 | ---- | 8,1 | 9,3 | 9 | | |
| 4 | 4,00 | 5,00 | N | 2,2 | 1 | 5 | 1,6 | ---- | ---- | ---- | 2 | 1,49 | 3 |
| | | | Rpd | 16,5 | 8 | 36 | 12,1 | ---- | ---- | ---- | 15 | | |
| 5 | 5,00 | 8,00 | N | 7,4 | 2 | 13 | 4,7 | 2,7 | 4,7 | 10,1 | 7 | 1,49 | 10 |
| | | | Rpd | 50,7 | 12 | 94 | 31,5 | 20,0 | 30,7 | 70,8 | 48 | | |
| 6 | 8,00 | 16,20 | N | 12,0 | 5 | 32 | 8,5 | 6,5 | 5,6 | 18,5 | 12 | 1,49 | 18 |
| | | | Rpd | 60,8 | 24 | 138 | 42,5 | 28,9 | 31,9 | 89,7 | 61 | | |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,49) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

| n° | H1 H2 | | NATURA GRANULARE | | | | | | | NATURA COESIVA | | | | | Q | Litologia | |
|----|-------|-------|------------------|-----|-----|----|----|-----|------|----------------|------|-----|------|------|-------|-----------|--------------------------------------|
| | | | Nspt | Vs | G | Dr | ø' | E' | Ysat | Yd | Cu | Ed | Ysat | W | | | e |
| 1 | 0,00 | 0,80 | 21 | 106 | 137 | 51 | 33 | 252 | 2,00 | 1,60 | --- | --- | --- | --- | --- | 7,33 | Riporto ghiaioso e detritico terroso |
| 2 | 0,80 | 1,40 | 4 | 89 | 37 | 15 | 27 | 48 | 1,87 | 1,39 | 0,25 | 24 | 1,80 | 41,7 | 1,125 | 1,45 | Limi sabbiosi deb. argillosi |
| 3 | 1,40 | 4,00 | 1 | 83 | 13 | 3 | 26 | 12 | 1,84 | 1,34 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,43 | Limi arg. sabb. con int. sabb. lim. |
| 4 | 4,00 | 5,00 | 3 | 111 | 30 | 11 | 27 | 36 | 1,86 | 1,38 | 0,19 | 18 | 1,78 | 44,2 | 1,194 | 0,75 | Sabbie e limi a var. cont. in arg. |
| 5 | 5,00 | 8,00 | 10 | 159 | 76 | 35 | 30 | 120 | 1,93 | 1,50 | --- | --- | --- | --- | --- | 2,40 | Ghiaie e sabbie con int. sabb. lim. |
| 6 | 8,00 | 16,20 | 18 | 199 | 121 | 47 | 32 | 216 | 1,98 | 1,57 | --- | --- | --- | --- | --- | 3,04 | Ghiaie e sabbie |

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
 - lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,00 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

| n° | Profondità (m) | | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA | | | | | | VCA | β | Nspt | |
|----|----------------|-------|-----------|-------------------------|-----|-----|----------------------|------|------|-------|---------|------|-----|
| | | | | M | min | Max | $\frac{1}{2}(M+min)$ | s | M-s | | | | M+s |
| 1 | 0,00 | 0,80 | N | 9,3 | 3 | 17 | 6,1 | ---- | ---- | ---- | 9 | 1,49 | 13 |
| | | | Rpd | 97,2 | 32 | 179 | 64,4 | ---- | ---- | ---- | 94 | | |
| 2 | 0,80 | 2,20 | N | 2,9 | 2 | 4 | 2,4 | ---- | 2,2 | 3,5 | 3 | 1,49 | 4 |
| | | | Rpd | 27,1 | 18 | 39 | 22,5 | 7,3 | 19,9 | 34,4 | 28 | | |
| 3 | 2,20 | 3,40 | N | 1,0 | 1 | 1 | 1,0 | ---- | 1,0 | 1,0 | 1 | 1,49 | 1 |
| | | | Rpd | 8,6 | 8 | 9 | 8,4 | ---- | 8,3 | 8,9 | 9 | | |
| 4 | 3,40 | 4,40 | N | 3,8 | 2 | 6 | 2,9 | ---- | ---- | ---- | 4 | 1,49 | 6 |
| | | | Rpd | 29,9 | 17 | 46 | 23,3 | ---- | ---- | ---- | 32 | | |
| 5 | 4,40 | 7,20 | N | 5,6 | 2 | 11 | 3,8 | 2,8 | 2,8 | 8,5 | 6 | 1,49 | 9 |
| | | | Rpd | 40,4 | 14 | 80 | 27,0 | 21,5 | 18,9 | 61,9 | 43 | | |
| 6 | 7,20 | 16,40 | N | 14,0 | 5 | 30 | 9,5 | 6,3 | 7,7 | 20,3 | 14 | 1,49 | 21 |
| | | | Rpd | 72,4 | 28 | 130 | 50,2 | 29,9 | 42,5 | 102,4 | 72 | | |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

| n° | H1 H2 | | NATURA GRANULARE | | | | | | | NATURA COESIVA | | | | | Q | Litologia | |
|----|-------|-------|------------------|-----|-----|----|---------|-----|------|----------------|------|-----|------|------|-------|-----------|--------------------------------------|
| | | | Nspt | Vs | G | Dr | ϕ' | E' | Ysat | Yd | Cu | Ed | Ysat | W | | | e |
| 1 | 0,00 | 0,80 | 13 | 97 | 93 | 39 | 31 | 156 | 1,95 | 1,53 | --- | --- | --- | --- | --- | 4,71 | Riporto ghiaioso e detritico terroso |
| 2 | 0,80 | 2,20 | 4 | 94 | 37 | 15 | 27 | 48 | 1,87 | 1,39 | 0,25 | 24 | 1,80 | 41,7 | 1,125 | 1,40 | Limi sabbiosi deb. argillosi |
| 3 | 2,20 | 3,40 | 1 | 83 | 13 | 3 | 26 | 12 | 1,84 | 1,34 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,43 | Limi arg. sabb. con int. sabb. lim. |
| 4 | 3,40 | 4,40 | 6 | 132 | 50 | 21 | 28 | 72 | 1,89 | 1,43 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,58 | Sabbie con limi a var. cont. in arg. |
| 5 | 4,40 | 7,20 | 9 | 153 | 70 | 31 | 30 | 108 | 1,92 | 1,48 | --- | --- | --- | --- | --- | 2,17 | Ghiaie e sabbie con interc. sab. |
| 6 | 7,20 | 16,40 | 21 | 203 | 137 | 51 | 33 | 252 | 2,00 | 1,60 | --- | --- | --- | --- | --- | 3,62 | Ghiaie e sabbie |

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

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

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 3

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 24/08/2016
 - lavoro : VERIFICHE SISMICHE PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIE XXV APRILE GALILEO GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,30 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE SRV INDAGINI GEOGNOSTICHE SRL

| n° | Profondità (m) | | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA | | | | | | VCA | β | Nspt | |
|----|----------------|-------|-----------|-------------------------|-----|-----|----------|------|------|------|-----|------|-----|
| | | | | M | min | Max | ½(M+min) | s | M-s | | | | M+s |
| 1 | 0,00 | 1,00 | N | 12,6 | 3 | 21 | 7,8 | ---- | ---- | ---- | 13 | 1,49 | 19 |
| | | | Rpd | 125,0 | 32 | 203 | 78,2 | ---- | ---- | ---- | 129 | | |
| 2 | 1,00 | 1,80 | N | 2,5 | 2 | 4 | 2,3 | ---- | ---- | ---- | 2 | 1,49 | 3 |
| | | | Rpd | 23,4 | 18 | 39 | 20,6 | ---- | ---- | ---- | 19 | | |
| 3 | 1,80 | 4,00 | N | 1,0 | 1 | 1 | 1,0 | ---- | 1,0 | 1,0 | 1 | 1,49 | 1 |
| | | | Rpd | 8,3 | 8 | 9 | 8,0 | ---- | 7,8 | 8,8 | 8 | | |
| 4 | 4,00 | 4,60 | N | 2,7 | 2 | 3 | 2,3 | ---- | ---- | ---- | 3 | 1,49 | 4 |
| | | | Rpd | 20,1 | 16 | 23 | 17,8 | ---- | ---- | ---- | 22 | | |
| 5 | 4,60 | 6,80 | N | 7,7 | 4 | 11 | 5,9 | 2,1 | 5,6 | 9,9 | 8 | 1,49 | 12 |
| | | | Rpd | 53,7 | 27 | 75 | 40,5 | 15,8 | 37,9 | 69,5 | 56 | | |
| 6 | 6,80 | 16,40 | N | 13,9 | 5 | 25 | 9,4 | 5,4 | 8,5 | 19,3 | 14 | 1,49 | 21 |
| | | | Rpd | 71,7 | 22 | 133 | 46,6 | 26,9 | 44,7 | 98,6 | 72 | | |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,49) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

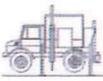
| n° | H1 H2 | | NATURA GRANULARE | | | | | | | NATURA COESIVA | | | | | Q | Litologia | |
|----|-------|-------|------------------|-----|-----|----|----|-----|------|----------------|------|-----|------|------|-------|-----------|--------------------------------------|
| | | | Nspt | Vs | G | Dr | ø' | E' | Ysat | Yd | Cu | Ed | Ysat | W | | | e |
| 1 | 0,00 | 1,00 | 19 | 109 | 127 | 48 | 32 | 228 | 1,98 | 1,58 | --- | --- | --- | --- | --- | 6,45 | Riporto ghiaioso e detritico terroso |
| 2 | 1,00 | 1,80 | 3 | 88 | 30 | 11 | 27 | 36 | 1,86 | 1,38 | 0,19 | 18 | 1,78 | 44,2 | 1,194 | 0,93 | Limi argillosi debolmente sabbiosi |
| 3 | 1,80 | 4,00 | 1 | 84 | 13 | 3 | 26 | 12 | 1,84 | 1,34 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,42 | Limi arg. sabb. con int. sabb. lim. |
| 4 | 4,00 | 4,60 | 4 | 126 | 36 | 15 | 27 | 48 | 1,87 | 1,39 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,12 | Sabbie con limi a var. cont. in arg. |
| 5 | 4,60 | 6,80 | 12 | 160 | 88 | 38 | 30 | 144 | 1,94 | 1,52 | --- | --- | --- | --- | --- | 2,79 | Ghiaie e sabbie con int. sabb. lim. |
| 6 | 6,80 | 16,40 | 21 | 203 | 137 | 51 | 33 | 252 | 2,00 | 1,60 | --- | --- | --- | --- | --- | 3,61 | Ghiaie e sabbie |

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

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



FOTO PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT N° 1 e N° 2



LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

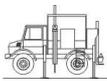
| $F = q_c / f_s$ | NATURA LITOLOGICA | PROPRIETA' |
|--|-------------------------------|------------|
| $F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$ | TORBE ED ARGILLE ORGANICHE | COESIVE |
| $15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$ | LIMI ED ARGILLE | COESIVE |
| $30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$ | LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE | GRANULARI |
| $F > 60 \text{ kg/cm}^2$ | SABBIE E SABBIE CON GHIAIA | GRANULARI |

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.



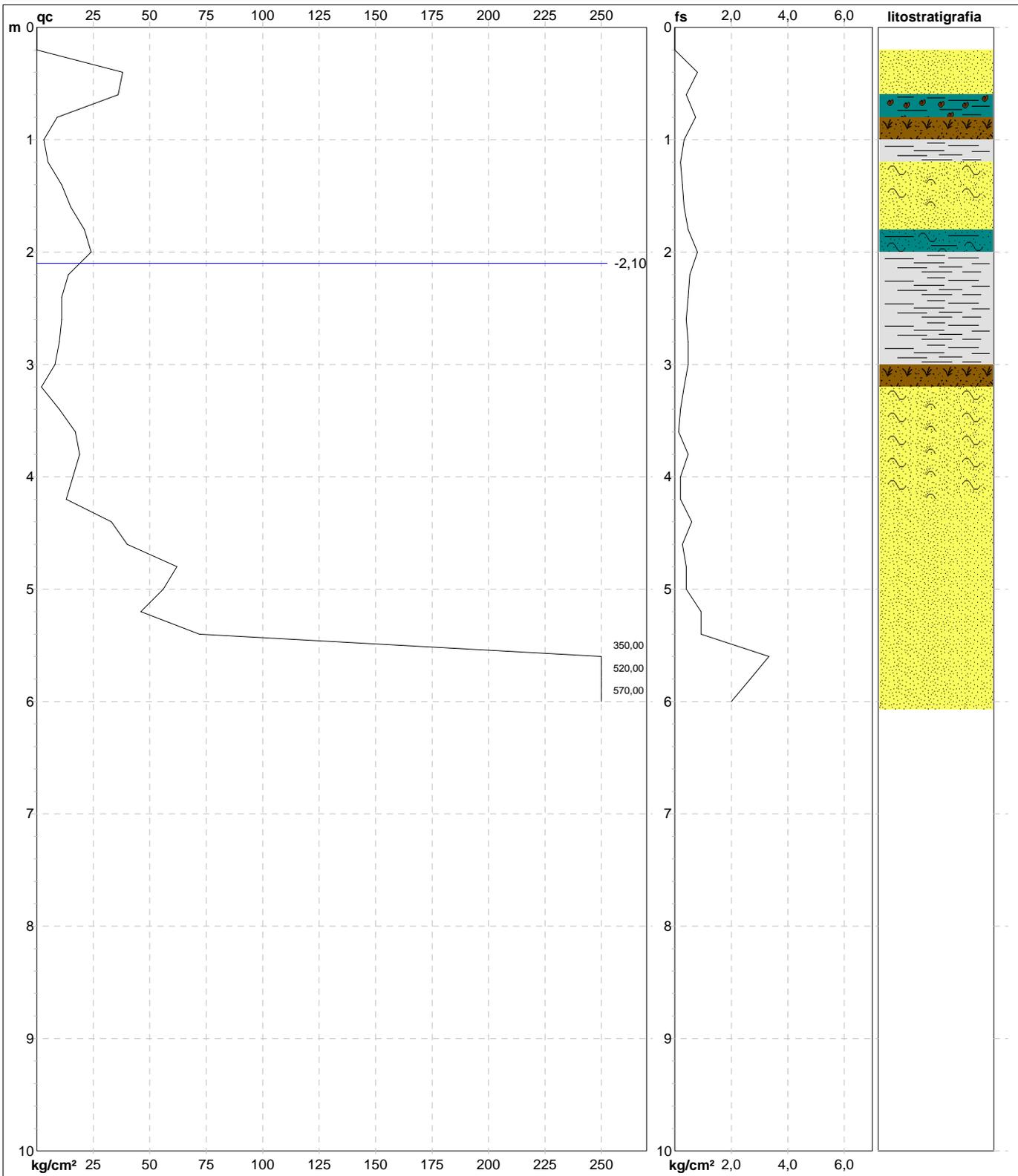
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

| | |
|-------------|-----------------|
| CPT | 1 |
| riferimento | 015-2016 |
| | |

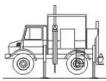
Committente: "Comune di Terzo d' Aquileia (UD)"
 Cantiere: Plesso Scolastico.
 Località: Via XX Settembre - Via Galileo Galilei.

U.M.: kg/cm²
 Scala: 1:50
 Pagina: 1
 Elaborato:

Data esec.: 03/12/2016
 Quota inizio:
 Falda: -2,10 m da p.c.



| | | | |
|--|--|--|----------------------------------|
| | | Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone Penetrometro: "GOUDA" 20 ton. Responsabile: Assistente: | Preforo: m Corr.astine: kg/ml |
|--|--|--|----------------------------------|



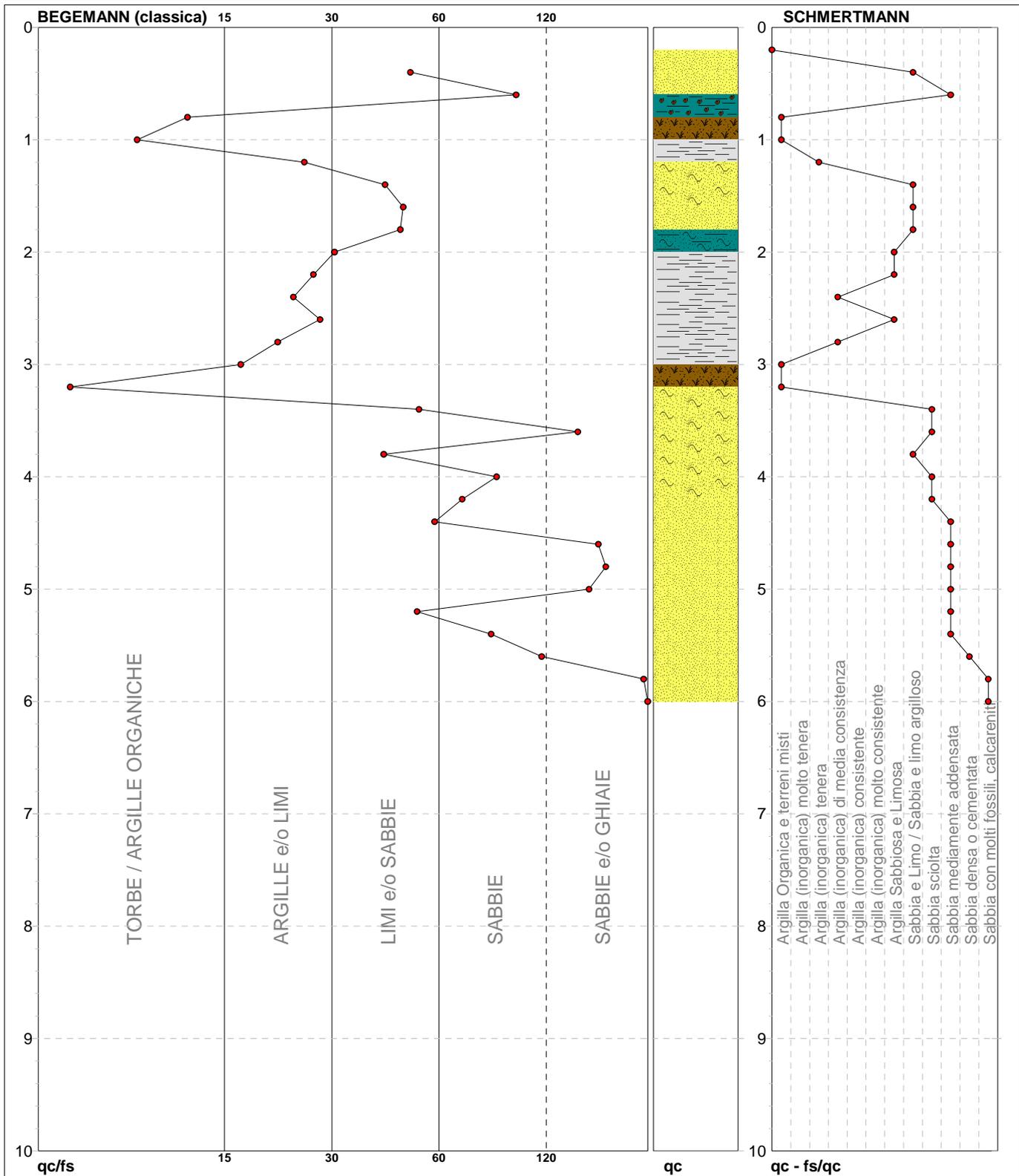
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

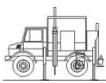
| | |
|-------------|-----------------|
| CPT | 1 |
| riferimento | 015-2016 |
| | |

Committente: "Comune di Terzo d' Aquileia (UD)"
 Cantiere: Plesso Scolastico.
 Località: Via XX Settembre - Via Galileo Galilei.

U.M.: kg/cm²
 Scala: 1:50
 Pagina: 1
 Elaborato:
 Data esec.: 03/12/2016
 Falda: -2,10 m da p.c.



| | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|----------------|--|-----------------|
| Torbe / Argille org. : | 24 punti, 48,98% | Argilla Organica e terreni misti: | 4 punti, 8,16% | Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.: | 5 punti, 10,20% |
| Argille e/o Limi : | 7 punti, 14,29% | Argilla (inorganica) tenera: | 1 punti, 2,04% | Sabbia sciolta: | 4 punti, 8,16% |
| Limi e/o Sabbie : | 8 punti, 16,33% | Argilla (inorganica) media consist.: | 2 punti, 4,08% | Sabbia mediamente addensata: | 7 punti, 14,29% |
| Sabbie: | 5 punti, 10,20% | | | Sabbia densa o cementata: | 1 punti, 2,04% |
| Sabbie e/o Ghiaie : | 6 punti, 12,24% | | | Sabbia con molti fossili, calcareniti: | 2 punti, 4,08% |



“SRV Indagini Geologiche s.r.l.”

Via Rocca n° 13
33053 LATISANA (UD). info@indaginigeologiche.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

1

riferimento

015-2016

Committente: “Comune di Terzo d’ Aquileia (UD)”.

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 03/12/2016

Cantiere: **Plesso Scolastico.**

Pagina: 1

Località: **Via XX Settembre - Via Galileo Galilei.**

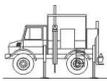
Elaborato:

Falda: -2,10 m da p.c.

| H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc kg/cm ² | fs kg/cm ² | F - | Rf % | H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc kg/cm ² | fs kg/cm ² | F - | Rf % |
|-------------|---------|---------|---------|--------------------------|--------------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------------------------|--------------------------|--------|---------|
| 0,20 | 0,0 | 0,0 | - | 0,00 | 0,00 | - | - | | | | | | | | |
| 0,40 | 19,0 | 25,0 | - | 38,00 | 0,80 | 48 | 2,1 | | | | | | | | |
| 0,60 | 18,0 | 21,0 | - | 36,00 | 0,40 | 90 | 1,1 | | | | | | | | |
| 0,80 | 4,5 | 10,0 | - | 9,00 | 0,73 | 12 | 8,1 | | | | | | | | |
| 1,00 | 1,5 | 4,0 | - | 3,00 | 0,33 | 9 | 11,0 | | | | | | | | |
| 1,20 | 2,5 | 4,0 | - | 5,00 | 0,20 | 25 | 4,0 | | | | | | | | |
| 1,40 | 5,5 | 7,5 | - | 11,00 | 0,27 | 41 | 2,5 | | | | | | | | |
| 1,60 | 7,5 | 10,0 | - | 15,00 | 0,33 | 45 | 2,2 | | | | | | | | |
| 1,80 | 10,5 | 14,0 | - | 21,00 | 0,47 | 45 | 2,2 | | | | | | | | |
| 2,00 | 12,0 | 18,0 | - | 24,00 | 0,80 | 30 | 3,3 | | | | | | | | |
| 2,20 | 7,0 | 11,0 | - | 14,00 | 0,53 | 26 | 3,8 | | | | | | | | |
| 2,40 | 5,5 | 9,0 | - | 11,00 | 0,47 | 23 | 4,3 | | | | | | | | |
| 2,60 | 5,5 | 8,5 | - | 11,00 | 0,40 | 28 | 3,6 | | | | | | | | |
| 2,80 | 5,0 | 8,5 | - | 10,00 | 0,47 | 21 | 4,7 | | | | | | | | |
| 3,00 | 4,0 | 7,5 | - | 8,00 | 0,47 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 3,20 | 1,0 | 3,5 | - | 2,00 | 0,33 | 6 | 16,5 | | | | | | | | |
| 3,40 | 5,0 | 6,5 | - | 10,00 | 0,20 | 50 | 2,0 | | | | | | | | |
| 3,60 | 8,5 | 9,5 | - | 17,00 | 0,13 | 131 | 0,8 | | | | | | | | |
| 3,80 | 9,5 | 13,0 | - | 19,00 | 0,47 | 40 | 2,5 | | | | | | | | |
| 4,00 | 8,0 | 9,5 | - | 16,00 | 0,20 | 80 | 1,3 | | | | | | | | |
| 4,20 | 6,5 | 8,0 | - | 13,00 | 0,20 | 65 | 1,5 | | | | | | | | |
| 4,40 | 16,5 | 21,0 | - | 33,00 | 0,60 | 55 | 1,8 | | | | | | | | |
| 4,60 | 20,0 | 22,0 | - | 40,00 | 0,27 | 148 | 0,7 | | | | | | | | |
| 4,80 | 31,0 | 34,0 | - | 62,00 | 0,40 | 155 | 0,6 | | | | | | | | |
| 5,00 | 28,0 | 31,0 | - | 56,00 | 0,40 | 140 | 0,7 | | | | | | | | |
| 5,20 | 23,0 | 30,0 | - | 46,00 | 0,93 | 49 | 2,0 | | | | | | | | |
| 5,40 | 36,0 | 43,0 | - | 72,00 | 0,93 | 77 | 1,3 | | | | | | | | |
| 5,60 | 175,0 | 200,0 | - | 350,00 | 3,33 | 105 | 1,0 | | | | | | | | |
| 5,80 | 260,0 | 280,0 | - | 520,00 | 2,67 | 195 | 0,5 | | | | | | | | |
| 6,00 | 285,0 | 300,0 | - | 570,00 | 2,00 | 285 | 0,4 | | | | | | | | |

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

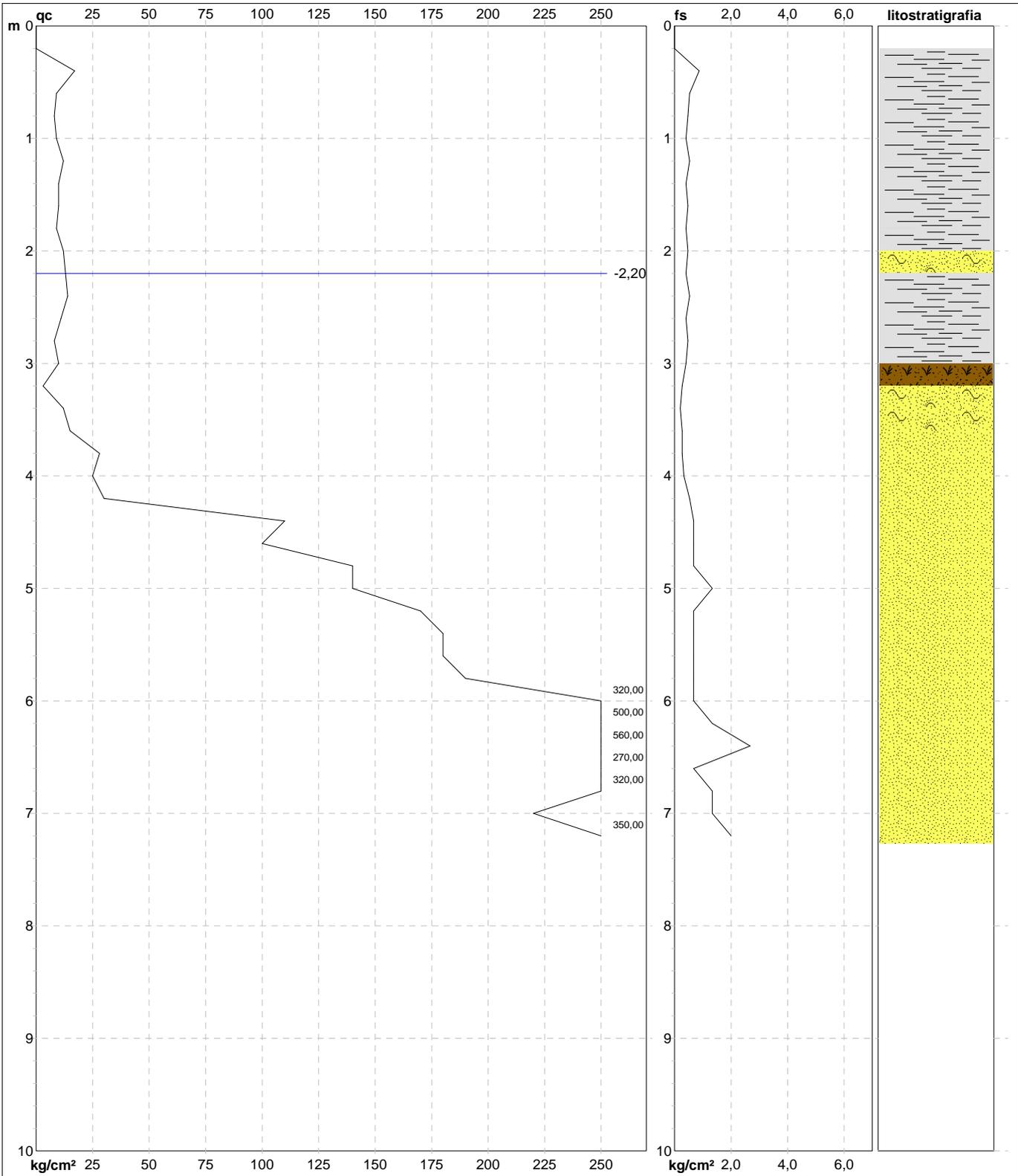


PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

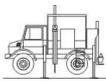
| | |
|-------------|-----------------|
| CPT | 2 |
| riferimento | 015-2016 |
| | |

Committente: "Comune di Terzo d' Aquileia (UD)"
 Cantiere: Plesso Scolastico.
 Località: Via XX Settembre - Via Galileo Galilei.

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 03/12/2016
 Scala: 1:50
 Pagina: 1 Quota inizio:
 Elaborato: Falda: -2,20 m



| | | | |
|--|--|--|----------------------------------|
| | | Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone Penetrometro: "GOUDA" 20 ton. Responsabile: Assistente: | Preforo: m Corr.astine: kg/ml |
|--|--|--|----------------------------------|



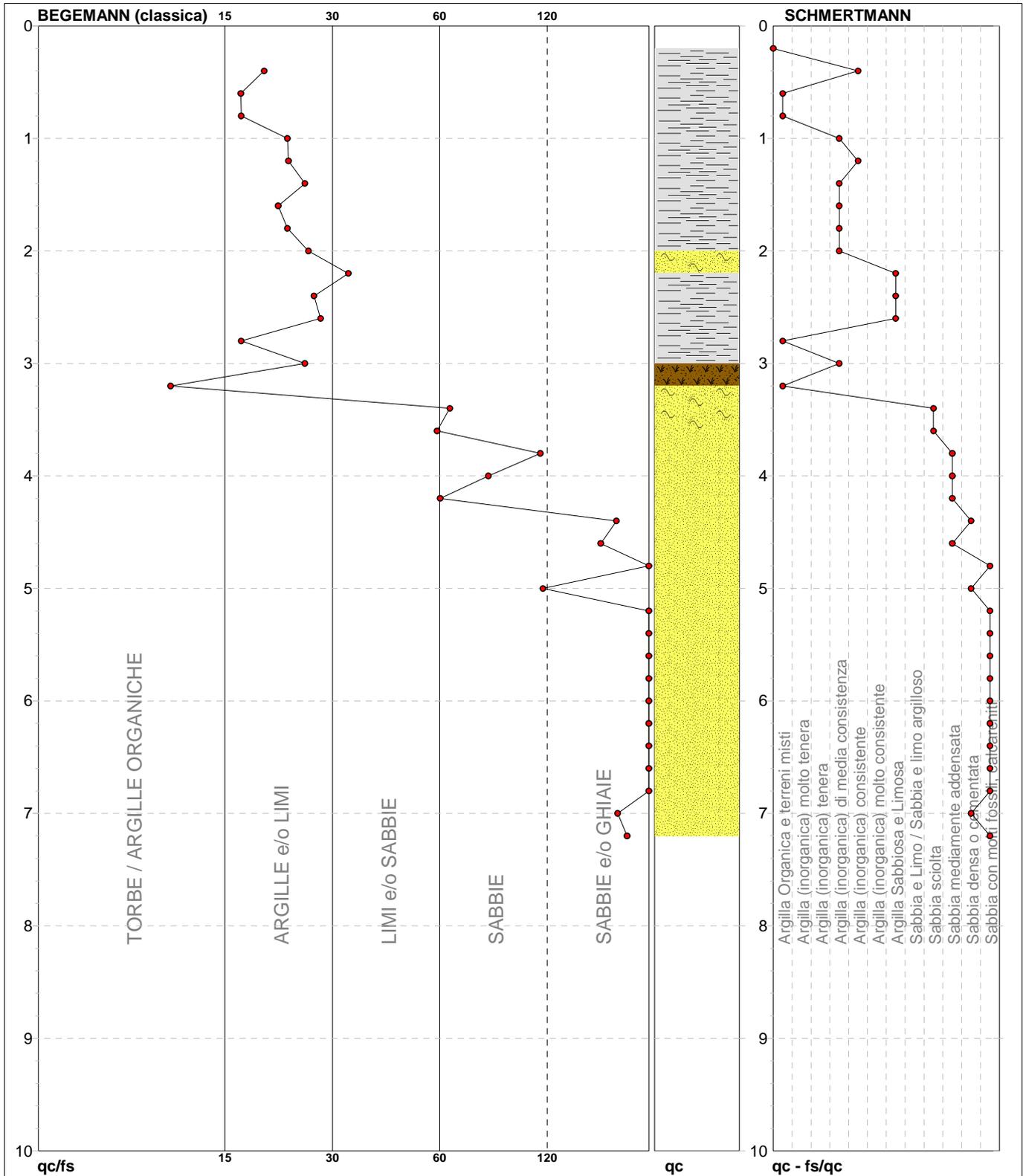
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

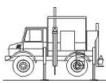
| | |
|-------------|-----------------|
| CPT | 2 |
| riferimento | 015-2016 |
| | |

Committente: “Comune di Terzo d’ Aquileia (UD)”
Cantiere: **Plesso Scolastico.**
Località: **Via XX Settembre - Via Galileo Galilei.**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 03/12/2016
Scala: 1:50
Pagina: 1
Elaborato: Falda: -2,20 m



| | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|--|------------------|
| Torbe / Argille org. : | 16 punti, 32,65% | Argilla Organica e terreni misti: | 4 punti, 8,16% | Sabbia sciolta: | 2 punti, 4,08% |
| Argille e/o Limi : | 13 punti, 26,53% | Argilla (inorganica) media consist.: | 6 punti, 12,24% | Sabbia mediamente addensata: | 4 punti, 8,16% |
| Limi e/o Sabbie : | 4 punti, 8,16% | Argilla (inorganica) consistente: | 2 punti, 4,08% | Sabbia densa o cementata: | 3 punti, 6,12% |
| Sabbie: | 3 punti, 6,12% | | | Sabbia con molti fossili, calcareniti: | 11 punti, 22,45% |
| Sabbie e/o Ghiaie : | 14 punti, 28,57% | | | | |



“SRV Indagini Geologiche s.r.l.”

Via Rocca n° 13
33053 LATISANA (UD). info@indaginigeologiche.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

2

riferimento

015-2016

Committente: “Comune di Terzo d’ Aquileia (UD)”.

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 03/12/2016

Cantiere: **Plesso Scolastico.**

Pagina: 1

Località: **Via XX Settembre - Via Galileo Galilei.**

Elaborato:

Falda: -2,20 m

| H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc kg/cm ² | fs kg/cm ² | F - | Rf % | H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc kg/cm ² | fs kg/cm ² | F - | Rf % |
|-------------|---------|---------|---------|--------------------------|--------------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------------------------|--------------------------|--------|---------|
| 0,20 | 0,0 | 0,0 | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | |
| 0,40 | 8,5 | 15,0 | | 17,00 | 0,87 | 20 | 5,1 | | | | | | | | |
| 0,60 | 4,5 | 8,5 | | 9,00 | 0,53 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 0,80 | 4,0 | 7,5 | | 8,00 | 0,47 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 1,00 | 4,5 | 7,5 | | 9,00 | 0,40 | 23 | 4,4 | | | | | | | | |
| 1,20 | 6,0 | 10,0 | | 12,00 | 0,53 | 23 | 4,4 | | | | | | | | |
| 1,40 | 5,0 | 8,0 | | 10,00 | 0,40 | 25 | 4,0 | | | | | | | | |
| 1,60 | 5,0 | 8,5 | | 10,00 | 0,47 | 21 | 4,7 | | | | | | | | |
| 1,80 | 4,5 | 7,5 | | 9,00 | 0,40 | 23 | 4,4 | | | | | | | | |
| 2,00 | 6,0 | 9,5 | | 12,00 | 0,47 | 26 | 3,9 | | | | | | | | |
| 2,20 | 6,5 | 9,5 | | 13,00 | 0,40 | 33 | 3,1 | | | | | | | | |
| 2,40 | 7,0 | 11,0 | | 14,00 | 0,53 | 26 | 3,8 | | | | | | | | |
| 2,60 | 5,5 | 8,5 | | 11,00 | 0,40 | 28 | 3,6 | | | | | | | | |
| 2,80 | 4,0 | 7,5 | | 8,00 | 0,47 | 17 | 5,9 | | | | | | | | |
| 3,00 | 5,0 | 8,0 | | 10,00 | 0,40 | 25 | 4,0 | | | | | | | | |
| 3,20 | 1,5 | 3,5 | | 3,00 | 0,27 | 11 | 9,0 | | | | | | | | |
| 3,40 | 6,0 | 7,5 | | 12,00 | 0,20 | 60 | 1,7 | | | | | | | | |
| 3,60 | 7,5 | 9,5 | | 15,00 | 0,27 | 56 | 1,8 | | | | | | | | |
| 3,80 | 14,0 | 16,0 | | 28,00 | 0,27 | 104 | 1,0 | | | | | | | | |
| 4,00 | 12,5 | 15,0 | | 25,00 | 0,33 | 76 | 1,3 | | | | | | | | |
| 4,20 | 15,0 | 19,0 | | 30,00 | 0,53 | 57 | 1,8 | | | | | | | | |
| 4,40 | 55,0 | 60,0 | | 110,00 | 0,67 | 164 | 0,6 | | | | | | | | |
| 4,60 | 50,0 | 55,0 | | 100,00 | 0,67 | 149 | 0,7 | | | | | | | | |
| 4,80 | 70,0 | 75,0 | | 140,00 | 0,67 | 209 | 0,5 | | | | | | | | |
| 5,00 | 70,0 | 80,0 | | 140,00 | 1,33 | 105 | 1,0 | | | | | | | | |
| 5,20 | 85,0 | 90,0 | | 170,00 | 0,67 | 254 | 0,4 | | | | | | | | |
| 5,40 | 90,0 | 95,0 | | 180,00 | 0,67 | 269 | 0,4 | | | | | | | | |
| 5,60 | 90,0 | 95,0 | | 180,00 | 0,67 | 269 | 0,4 | | | | | | | | |
| 5,80 | 95,0 | 100,0 | | 190,00 | 0,67 | 284 | 0,4 | | | | | | | | |
| 6,00 | 160,0 | 165,0 | | 320,00 | 0,67 | 478 | 0,2 | | | | | | | | |
| 6,20 | 250,0 | 260,0 | | 500,00 | 1,33 | 376 | 0,3 | | | | | | | | |
| 6,40 | 280,0 | 300,0 | | 560,00 | 2,67 | 210 | 0,5 | | | | | | | | |
| 6,60 | 135,0 | 140,0 | | 270,00 | 0,67 | 403 | 0,2 | | | | | | | | |
| 6,80 | 160,0 | 170,0 | | 320,00 | 1,33 | 241 | 0,4 | | | | | | | | |
| 7,00 | 110,0 | 120,0 | | 220,00 | 1,33 | 165 | 0,6 | | | | | | | | |
| 7,20 | 175,0 | 190,0 | | 350,00 | 2,00 | 175 | 0,6 | | | | | | | | |

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DM-30 (60°)

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : DM-30 (60°)

| | |
|-------------------------------------|---|
| MASSA BATTENTE | M = 30,00 kg |
| ALTEZZA CADUTA LIBERA | H = 0,20 m |
| MASSA SISTEMA BATTUTA | Ms = 3,00 kg |
| DIAMETRO PUNTA CONICA | D = 35,70 mm |
| AREA BASE PUNTA CONICA | A = 10,0000 cm ² |
| ANGOLO APERTURA PUNTA | $\alpha = 60^\circ$ |
| LUNGHEZZA DELLE ASTE | La = 1,00 m |
| MASSA ASTE PER METRO | Ma = 2,93 kg |
| PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA | P1 = 1,00 m |
| AVANZAMENTO PUNTA | $\delta = 0,10$ m |
| NUMERO DI COLPI PUNTA | N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm |
| RIVESTIMENTO / FANGHI | NO |

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm²)

COEFF.TEORICO RENDIMENTO $\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

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

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa

1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²

1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa

1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
 - lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,10 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSSI

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|--------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,10 | 5 | 25,0 | 1 | 5,00 - 5,10 | 7 | 24,9 | 6 |
| 0,10 - 0,20 | 8 | 40,1 | 1 | 5,10 - 5,20 | 13 | 46,3 | 6 |
| 0,20 - 0,30 | 18 | 90,2 | 1 | 5,20 - 5,30 | 12 | 42,7 | 6 |
| 0,30 - 0,40 | 13 | 65,1 | 1 | 5,30 - 5,40 | 20 | 71,2 | 6 |
| 0,40 - 0,50 | 12 | 60,1 | 1 | 5,40 - 5,50 | 23 | 81,9 | 6 |
| 0,50 - 0,60 | 7 | 35,1 | 1 | 5,50 - 5,60 | 29 | 103,2 | 6 |
| 0,60 - 0,70 | 4 | 20,0 | 1 | 5,60 - 5,70 | 30 | 106,8 | 6 |
| 0,70 - 0,80 | 1 | 5,0 | 1 | 5,70 - 5,80 | 22 | 78,3 | 6 |
| 0,80 - 0,90 | 2 | 10,0 | 1 | 5,80 - 5,90 | 23 | 81,9 | 6 |
| 0,90 - 1,00 | 2 | 10,0 | 1 | 5,90 - 6,00 | 28 | 99,6 | 6 |
| 1,00 - 1,10 | 2 | 9,3 | 2 | 6,00 - 6,10 | 43 | 144,6 | 7 |
| 1,10 - 1,20 | 2 | 9,3 | 2 | 6,10 - 6,20 | 36 | 121,1 | 7 |
| 1,20 - 1,30 | 3 | 13,9 | 2 | 6,20 - 6,30 | 27 | 90,8 | 7 |
| 1,30 - 1,40 | 2 | 9,3 | 2 | 6,30 - 6,40 | 24 | 80,7 | 7 |
| 1,40 - 1,50 | 4 | 18,5 | 2 | 6,40 - 6,50 | 20 | 67,3 | 7 |
| 1,50 - 1,60 | 5 | 23,2 | 2 | 6,50 - 6,60 | 16 | 53,8 | 7 |
| 1,60 - 1,70 | 4 | 18,5 | 2 | 6,60 - 6,70 | 14 | 47,1 | 7 |
| 1,70 - 1,80 | 6 | 27,8 | 2 | 6,70 - 6,80 | 18 | 60,5 | 7 |
| 1,80 - 1,90 | 6 | 27,8 | 2 | 6,80 - 6,90 | 17 | 57,2 | 7 |
| 1,90 - 2,00 | 6 | 27,8 | 2 | 6,90 - 7,00 | 16 | 53,8 | 7 |
| 2,00 - 2,10 | 5 | 21,5 | 3 | 7,00 - 7,10 | 16 | 51,0 | 8 |
| 2,10 - 2,20 | 3 | 12,9 | 3 | 7,10 - 7,20 | 15 | 47,8 | 8 |
| 2,20 - 2,30 | 3 | 12,9 | 3 | 7,20 - 7,30 | 19 | 60,6 | 8 |
| 2,30 - 2,40 | 3 | 12,9 | 3 | 7,30 - 7,40 | 16 | 51,0 | 8 |
| 2,40 - 2,50 | 2 | 8,6 | 3 | 7,40 - 7,50 | 12 | 38,3 | 8 |
| 2,50 - 2,60 | 2 | 8,6 | 3 | 7,50 - 7,60 | 15 | 47,8 | 8 |
| 2,60 - 2,70 | 1 | 4,3 | 3 | 7,60 - 7,70 | 19 | 60,6 | 8 |
| 2,70 - 2,80 | 1 | 4,3 | 3 | 7,70 - 7,80 | 12 | 38,3 | 8 |
| 2,80 - 2,90 | 1 | 4,3 | 3 | 7,80 - 7,90 | 11 | 35,1 | 8 |
| 2,90 - 3,00 | 1 | 4,3 | 3 | 7,90 - 8,00 | 16 | 51,0 | 8 |
| 3,00 - 3,10 | 1 | 4,0 | 4 | 8,00 - 8,10 | 19 | 57,6 | 9 |
| 3,10 - 3,20 | 2 | 8,1 | 4 | 8,10 - 8,20 | 17 | 51,5 | 9 |
| 3,20 - 3,30 | 1 | 4,0 | 4 | 8,20 - 8,30 | 10 | 30,3 | 9 |
| 3,30 - 3,40 | 2 | 8,1 | 4 | 8,30 - 8,40 | 8 | 24,3 | 9 |
| 3,40 - 3,50 | 3 | 12,1 | 4 | 8,40 - 8,50 | 8 | 24,3 | 9 |
| 3,50 - 3,60 | 4 | 16,1 | 4 | 8,50 - 8,60 | 8 | 24,3 | 9 |
| 3,60 - 3,70 | 4 | 16,1 | 4 | 8,60 - 8,70 | 9 | 27,3 | 9 |
| 3,70 - 3,80 | 4 | 16,1 | 4 | 8,70 - 8,80 | 6 | 18,2 | 9 |
| 3,80 - 3,90 | 5 | 20,1 | 4 | 8,80 - 8,90 | 8 | 24,3 | 9 |
| 3,90 - 4,00 | 5 | 20,1 | 4 | 8,90 - 9,00 | 10 | 30,3 | 9 |
| 4,00 - 4,10 | 6 | 22,7 | 5 | 9,00 - 9,10 | 7 | 20,2 | 10 |
| 4,10 - 4,20 | 4 | 15,1 | 5 | 9,10 - 9,20 | 7 | 20,2 | 10 |
| 4,20 - 4,30 | 5 | 18,9 | 5 | 9,20 - 9,30 | 13 | 37,6 | 10 |
| 4,30 - 4,40 | 4 | 15,1 | 5 | 9,30 - 9,40 | 13 | 37,6 | 10 |
| 4,40 - 4,50 | 4 | 15,1 | 5 | 9,40 - 9,50 | 15 | 43,3 | 10 |
| 4,50 - 4,60 | 6 | 22,7 | 5 | 9,50 - 9,60 | 14 | 40,4 | 10 |
| 4,60 - 4,70 | 4 | 15,1 | 5 | 9,60 - 9,70 | 12 | 34,7 | 10 |
| 4,70 - 4,80 | 8 | 30,2 | 5 | 9,70 - 9,80 | 15 | 43,3 | 10 |
| 4,80 - 4,90 | 10 | 37,8 | 5 | 9,80 - 9,90 | 19 | 54,9 | 10 |
| 4,90 - 5,00 | 7 | 26,4 | 5 | 9,90 - 10,00 | 16 | 46,2 | 10 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,0000** cm² - D(diam. punta)= **35,70** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

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

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
 - lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSI

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|--------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,10 | 3 | 15,0 | 1 | 5,00 - 5,10 | 7 | 24,9 | 6 |
| 0,10 - 0,20 | 3 | 15,0 | 1 | 5,10 - 5,20 | 7 | 24,9 | 6 |
| 0,20 - 0,30 | 4 | 20,0 | 1 | 5,20 - 5,30 | 6 | 21,4 | 6 |
| 0,30 - 0,40 | 3 | 15,0 | 1 | 5,30 - 5,40 | 8 | 28,5 | 6 |
| 0,40 - 0,50 | 3 | 15,0 | 1 | 5,40 - 5,50 | 10 | 35,6 | 6 |
| 0,50 - 0,60 | 1 | 5,0 | 1 | 5,50 - 5,60 | 8 | 28,5 | 6 |
| 0,60 - 0,70 | 1 | 5,0 | 1 | 5,60 - 5,70 | 21 | 74,7 | 6 |
| 0,70 - 0,80 | 2 | 10,0 | 1 | 5,70 - 5,80 | 20 | 71,2 | 6 |
| 0,80 - 0,90 | 1 | 5,0 | 1 | 5,80 - 5,90 | 22 | 78,3 | 6 |
| 0,90 - 1,00 | 2 | 10,0 | 1 | 5,90 - 6,00 | 22 | 78,3 | 6 |
| 1,00 - 1,10 | 3 | 13,9 | 2 | 6,00 - 6,10 | 28 | 94,2 | 7 |
| 1,10 - 1,20 | 4 | 18,5 | 2 | 6,10 - 6,20 | 23 | 77,4 | 7 |
| 1,20 - 1,30 | 3 | 13,9 | 2 | 6,20 - 6,30 | 22 | 74,0 | 7 |
| 1,30 - 1,40 | 3 | 13,9 | 2 | 6,30 - 6,40 | 27 | 90,8 | 7 |
| 1,40 - 1,50 | 4 | 18,5 | 2 | 6,40 - 6,50 | 25 | 84,1 | 7 |
| 1,50 - 1,60 | 5 | 23,2 | 2 | 6,50 - 6,60 | 31 | 104,3 | 7 |
| 1,60 - 1,70 | 6 | 27,8 | 2 | 6,60 - 6,70 | 34 | 114,4 | 7 |
| 1,70 - 1,80 | 5 | 23,2 | 2 | 6,70 - 6,80 | 23 | 77,4 | 7 |
| 1,80 - 1,90 | 6 | 27,8 | 2 | 6,80 - 6,90 | 13 | 43,7 | 7 |
| 1,90 - 2,00 | 8 | 37,1 | 2 | 6,90 - 7,00 | 5 | 16,8 | 7 |
| 2,00 - 2,10 | 9 | 38,8 | 3 | 7,00 - 7,10 | 2 | 6,4 | 8 |
| 2,10 - 2,20 | 9 | 38,8 | 3 | 7,10 - 7,20 | 19 | 60,6 | 8 |
| 2,20 - 2,30 | 8 | 34,5 | 3 | 7,20 - 7,30 | 18 | 57,4 | 8 |
| 2,30 - 2,40 | 4 | 17,2 | 3 | 7,30 - 7,40 | 12 | 38,3 | 8 |
| 2,40 - 2,50 | 3 | 12,9 | 3 | 7,40 - 7,50 | 11 | 35,1 | 8 |
| 2,50 - 2,60 | 3 | 12,9 | 3 | 7,50 - 7,60 | 7 | 22,3 | 8 |
| 2,60 - 2,70 | 2 | 8,6 | 3 | 7,60 - 7,70 | 8 | 25,5 | 8 |
| 2,70 - 2,80 | 3 | 12,9 | 3 | 7,70 - 7,80 | 9 | 28,7 | 8 |
| 2,80 - 2,90 | 2 | 8,6 | 3 | 7,80 - 7,90 | 11 | 35,1 | 8 |
| 2,90 - 3,00 | 3 | 12,9 | 3 | 7,90 - 8,00 | 9 | 28,7 | 8 |
| 3,00 - 3,10 | 3 | 12,1 | 4 | 8,00 - 8,10 | 11 | 33,4 | 9 |
| 3,10 - 3,20 | 1 | 4,0 | 4 | 8,10 - 8,20 | 13 | 39,4 | 9 |
| 3,20 - 3,30 | 1 | 4,0 | 4 | 8,20 - 8,30 | 14 | 42,4 | 9 |
| 3,30 - 3,40 | 2 | 8,1 | 4 | 8,30 - 8,40 | 17 | 51,5 | 9 |
| 3,40 - 3,50 | 2 | 8,1 | 4 | 8,40 - 8,50 | 18 | 54,6 | 9 |
| 3,50 - 3,60 | 3 | 12,1 | 4 | 8,50 - 8,60 | 12 | 36,4 | 9 |
| 3,60 - 3,70 | 3 | 12,1 | 4 | 8,60 - 8,70 | 8 | 24,3 | 9 |
| 3,70 - 3,80 | 6 | 24,2 | 4 | 8,70 - 8,80 | 11 | 33,4 | 9 |
| 3,80 - 3,90 | 7 | 28,2 | 4 | 8,80 - 8,90 | 11 | 33,4 | 9 |
| 3,90 - 4,00 | 11 | 44,3 | 4 | 8,90 - 9,00 | 9 | 27,3 | 9 |
| 4,00 - 4,10 | 13 | 49,1 | 5 | 9,00 - 9,10 | 10 | 28,9 | 10 |
| 4,10 - 4,20 | 10 | 37,8 | 5 | 9,10 - 9,20 | 14 | 40,4 | 10 |
| 4,20 - 4,30 | 13 | 49,1 | 5 | 9,20 - 9,30 | 17 | 49,1 | 10 |
| 4,30 - 4,40 | 12 | 45,3 | 5 | 9,30 - 9,40 | 13 | 37,6 | 10 |
| 4,40 - 4,50 | 15 | 56,7 | 5 | 9,40 - 9,50 | 10 | 28,9 | 10 |
| 4,50 - 4,60 | 17 | 64,2 | 5 | 9,50 - 9,60 | 12 | 34,7 | 10 |
| 4,60 - 4,70 | 13 | 49,1 | 5 | 9,60 - 9,70 | 12 | 34,7 | 10 |
| 4,70 - 4,80 | 13 | 49,1 | 5 | 9,70 - 9,80 | 14 | 40,4 | 10 |
| 4,80 - 4,90 | 9 | 34,0 | 5 | 9,80 - 9,90 | 12 | 34,7 | 10 |
| 4,90 - 5,00 | 8 | 30,2 | 5 | 9,90 - 10,00 | 12 | 34,7 | 10 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,0000** cm² - D(diam. punta)= **35,70** mm

- Numero Colpi Punta N = **N(10)** [$\delta = 10$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

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

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
 - lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSI

| Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta | Prof.(m) | N(colpi p) | Rpd(kg/cm ²) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|--------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,10 | 3 | 15,0 | 1 | 5,00 - 5,10 | 8 | 28,5 | 6 |
| 0,10 - 0,20 | 3 | 15,0 | 1 | 5,10 - 5,20 | 11 | 39,1 | 6 |
| 0,20 - 0,30 | 2 | 10,0 | 1 | 5,20 - 5,30 | 10 | 35,6 | 6 |
| 0,30 - 0,40 | 2 | 10,0 | 1 | 5,30 - 5,40 | 13 | 46,3 | 6 |
| 0,40 - 0,50 | 3 | 15,0 | 1 | 5,40 - 5,50 | 12 | 42,7 | 6 |
| 0,50 - 0,60 | 3 | 15,0 | 1 | 5,50 - 5,60 | 11 | 39,1 | 6 |
| 0,60 - 0,70 | 1 | 5,0 | 1 | 5,60 - 5,70 | 13 | 46,3 | 6 |
| 0,70 - 0,80 | 1 | 5,0 | 1 | 5,70 - 5,80 | 14 | 49,8 | 6 |
| 0,80 - 0,90 | 2 | 10,0 | 1 | 5,80 - 5,90 | 26 | 92,5 | 6 |
| 0,90 - 1,00 | 1 | 5,0 | 1 | 5,90 - 6,00 | 18 | 64,1 | 6 |
| 1,00 - 1,10 | 2 | 9,3 | 2 | 6,00 - 6,10 | 18 | 60,5 | 7 |
| 1,10 - 1,20 | 2 | 9,3 | 2 | 6,10 - 6,20 | 23 | 77,4 | 7 |
| 1,20 - 1,30 | 3 | 13,9 | 2 | 6,20 - 6,30 | 27 | 90,8 | 7 |
| 1,30 - 1,40 | 2 | 9,3 | 2 | 6,30 - 6,40 | 27 | 90,8 | 7 |
| 1,40 - 1,50 | 4 | 18,5 | 2 | 6,40 - 6,50 | 35 | 117,7 | 7 |
| 1,50 - 1,60 | 4 | 18,5 | 2 | 6,50 - 6,60 | 25 | 84,1 | 7 |
| 1,60 - 1,70 | 4 | 18,5 | 2 | 6,60 - 6,70 | 12 | 40,4 | 7 |
| 1,70 - 1,80 | 6 | 27,8 | 2 | 6,70 - 6,80 | 9 | 30,3 | 7 |
| 1,80 - 1,90 | 6 | 27,8 | 2 | 6,80 - 6,90 | 10 | 33,6 | 7 |
| 1,90 - 2,00 | 11 | 51,0 | 2 | 6,90 - 7,00 | 9 | 30,3 | 7 |
| 2,00 - 2,10 | 11 | 47,4 | 3 | 7,00 - 7,10 | 11 | 35,1 | 8 |
| 2,10 - 2,20 | 10 | 43,1 | 3 | 7,10 - 7,20 | 13 | 41,5 | 8 |
| 2,20 - 2,30 | 7 | 30,2 | 3 | 7,20 - 7,30 | 11 | 35,1 | 8 |
| 2,30 - 2,40 | 3 | 12,9 | 3 | 7,30 - 7,40 | 12 | 38,3 | 8 |
| 2,40 - 2,50 | 3 | 12,9 | 3 | 7,40 - 7,50 | 11 | 35,1 | 8 |
| 2,50 - 2,60 | 3 | 12,9 | 3 | 7,50 - 7,60 | 16 | 51,0 | 8 |
| 2,60 - 2,70 | 2 | 8,6 | 3 | 7,60 - 7,70 | 15 | 47,8 | 8 |
| 2,70 - 2,80 | 1 | 4,3 | 3 | 7,70 - 7,80 | 24 | 76,5 | 8 |
| 2,80 - 2,90 | 2 | 8,6 | 3 | 7,80 - 7,90 | 28 | 89,3 | 8 |
| 2,90 - 3,00 | 2 | 8,6 | 3 | 7,90 - 8,00 | 21 | 67,0 | 8 |
| 3,00 - 3,10 | 3 | 12,1 | 4 | 8,00 - 8,10 | 20 | 60,6 | 9 |
| 3,10 - 3,20 | 2 | 8,1 | 4 | 8,10 - 8,20 | 29 | 87,9 | 9 |
| 3,20 - 3,30 | 2 | 8,1 | 4 | 8,20 - 8,30 | 25 | 75,8 | 9 |
| 3,30 - 3,40 | 1 | 4,0 | 4 | 8,30 - 8,40 | 24 | 72,8 | 9 |
| 3,40 - 3,50 | 2 | 8,1 | 4 | 8,40 - 8,50 | 22 | 66,7 | 9 |
| 3,50 - 3,60 | 2 | 8,1 | 4 | 8,50 - 8,60 | 16 | 48,5 | 9 |
| 3,60 - 3,70 | 3 | 12,1 | 4 | 8,60 - 8,70 | 16 | 48,5 | 9 |
| 3,70 - 3,80 | 4 | 16,1 | 4 | 8,70 - 8,80 | 13 | 39,4 | 9 |
| 3,80 - 3,90 | 5 | 20,1 | 4 | 8,80 - 8,90 | 13 | 39,4 | 9 |
| 3,90 - 4,00 | 4 | 16,1 | 4 | 8,90 - 9,00 | 11 | 33,4 | 9 |
| 4,00 - 4,10 | 5 | 18,9 | 5 | 9,00 - 9,10 | 7 | 20,2 | 10 |
| 4,10 - 4,20 | 8 | 30,2 | 5 | 9,10 - 9,20 | 7 | 20,2 | 10 |
| 4,20 - 4,30 | 8 | 30,2 | 5 | 9,20 - 9,30 | 9 | 26,0 | 10 |
| 4,30 - 4,40 | 8 | 30,2 | 5 | 9,30 - 9,40 | 8 | 23,1 | 10 |
| 4,40 - 4,50 | 12 | 45,3 | 5 | 9,40 - 9,50 | 9 | 26,0 | 10 |
| 4,50 - 4,60 | 6 | 22,7 | 5 | 9,50 - 9,60 | 12 | 34,7 | 10 |
| 4,60 - 4,70 | 9 | 34,0 | 5 | 9,60 - 9,70 | 13 | 37,6 | 10 |
| 4,70 - 4,80 | 11 | 41,6 | 5 | 9,70 - 9,80 | 18 | 52,0 | 10 |
| 4,80 - 4,90 | 8 | 30,2 | 5 | 9,80 - 9,90 | 14 | 40,4 | 10 |
| 4,90 - 5,00 | 10 | 37,8 | 5 | 9,90 - 10,00 | 10 | 28,9 | 10 |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,0000** cm² - D(diam. punta)= **35,70** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

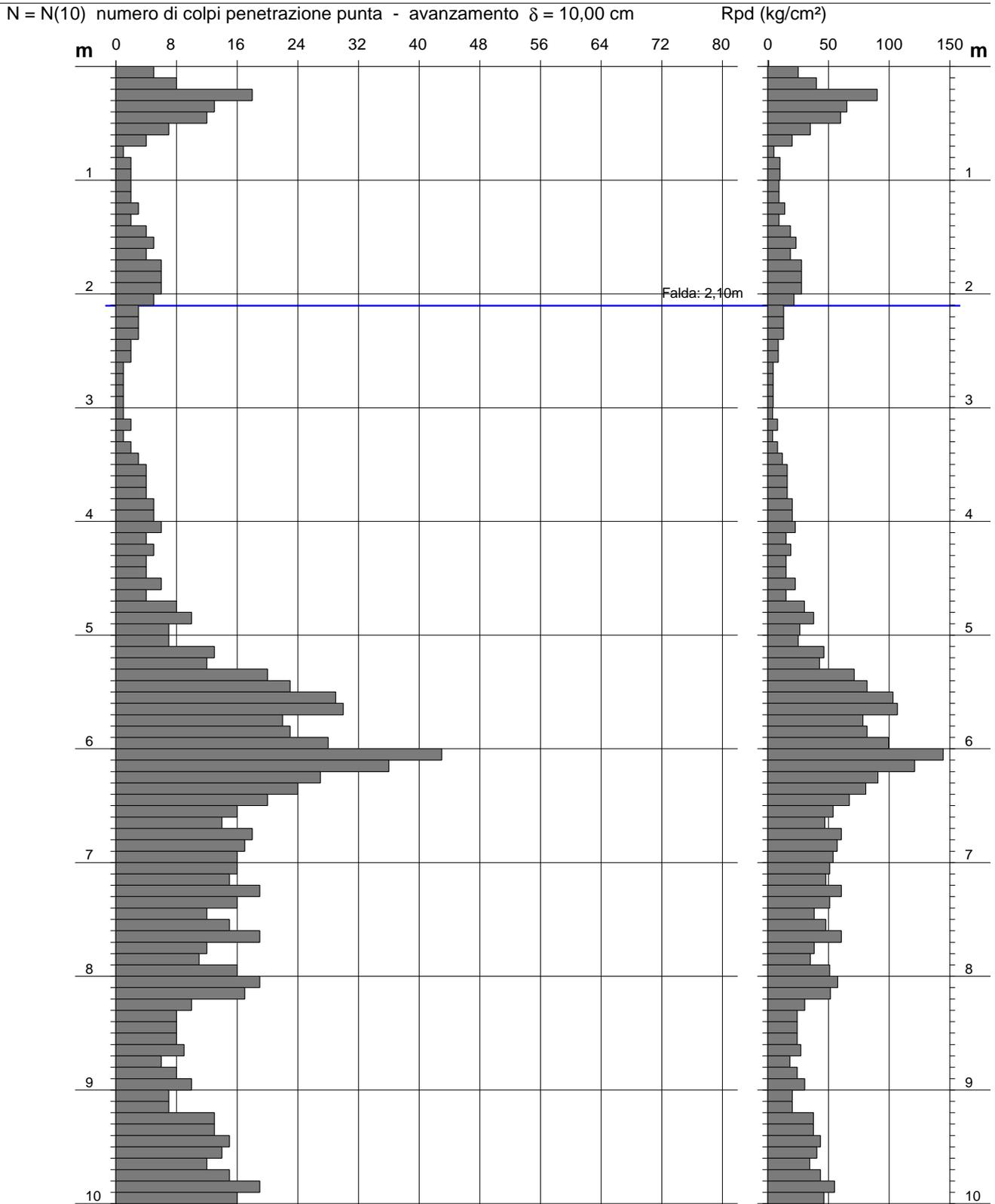
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
- lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
- località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,10 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSSI



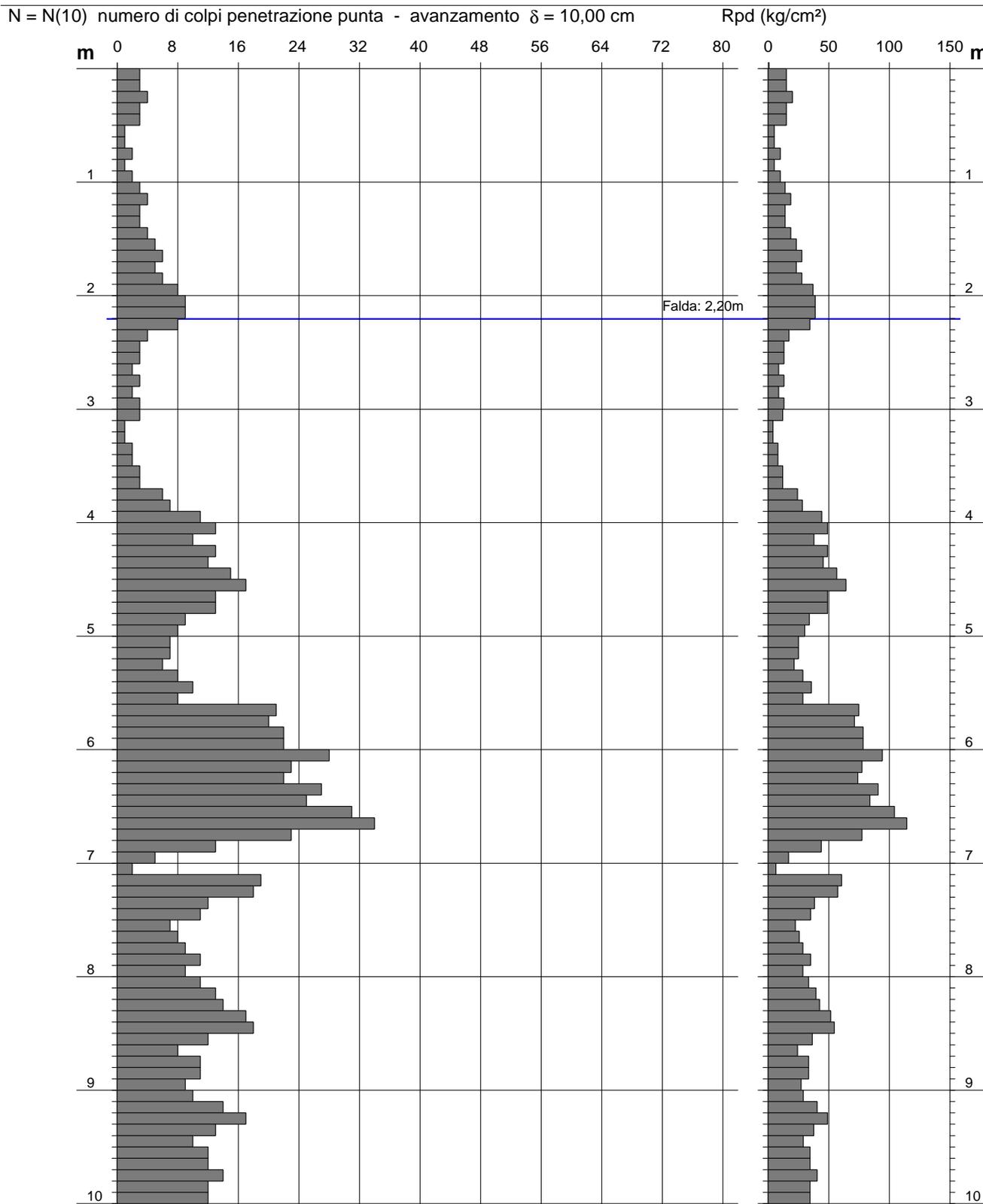
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
- lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
- località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSI



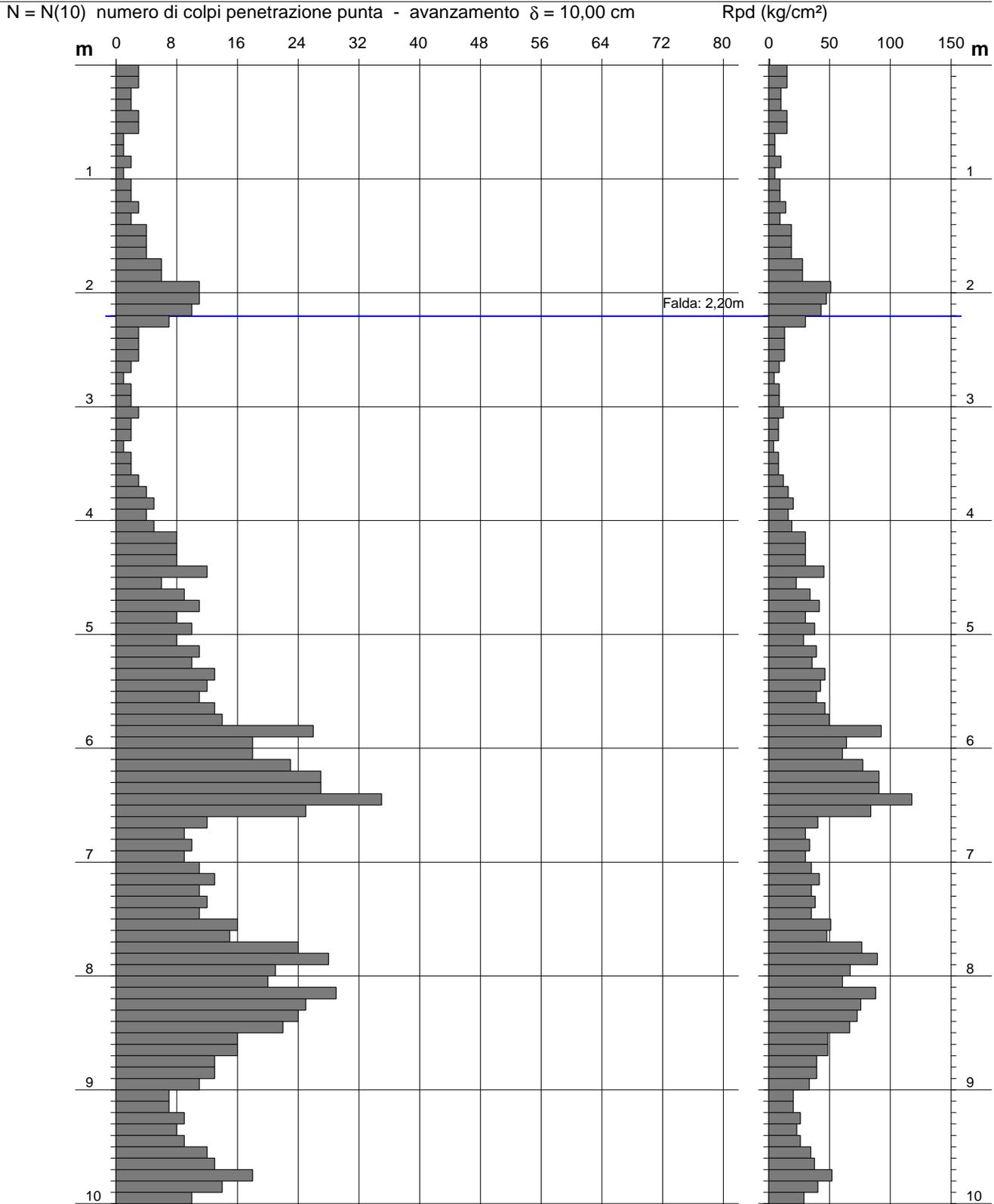
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 3

Scala 1: 50

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
- lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
- località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSI



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
 - lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,10 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSI

| n° | Profondità (m) | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA | | | | | | | VCA | β | Nspt |
|----|----------------|-----------|-------------------------|-----|-----|-----------------------|------|------|------|-----|---------|------|
| | | | M | min | Max | $\frac{1}{2}(M+\min)$ | s | M-s | M+s | | | |
| 1 | 0,00 0,70 | N | 9,6 | 4 | 18 | 6,8 | 5,0 | 4,6 | 14,6 | 10 | 0,77 | 8 |
| | | Rpd | 48,0 | 20 | 90 | 34,0 | 25,0 | 22,9 | 73,0 | 50 | | |
| 2 | 0,70 1,70 | N | 2,7 | 1 | 5 | 1,9 | 1,3 | 1,4 | 4,0 | 3 | 0,77 | 2 |
| | | Rpd | 12,7 | 5 | 23 | 8,9 | 5,7 | 7,0 | 18,3 | 14 | | |
| 3 | 1,70 2,10 | N | 5,8 | 5 | 6 | 5,4 | --- | --- | --- | 6 | 0,77 | 5 |
| | | Rpd | 26,2 | 22 | 28 | 23,9 | --- | --- | --- | 27 | | |
| 4 | 2,10 2,60 | N | 2,6 | 2 | 3 | 2,3 | --- | --- | --- | 3 | 0,77 | 2 |
| | | Rpd | 11,2 | 9 | 13 | 9,9 | --- | --- | --- | 13 | | |
| 5 | 2,60 3,40 | N | 1,3 | 1 | 2 | 1,1 | --- | --- | 1,7 | 1 | 0,77 | 1 |
| | | Rpd | 5,2 | 4 | 8 | 4,6 | 1,8 | 3,4 | 7,0 | 4 | | |
| 6 | 3,40 4,70 | N | 4,5 | 3 | 6 | 3,7 | --- | 3,6 | 5,3 | 4 | 0,77 | 3 |
| | | Rpd | 17,3 | 12 | 23 | 14,7 | 3,3 | 14,1 | 20,6 | 15 | | |
| 7 | 4,70 5,30 | N | 9,5 | 7 | 13 | 8,3 | 2,6 | 6,9 | 12,1 | 10 | 0,77 | 8 |
| | | Rpd | 34,7 | 25 | 46 | 29,8 | 8,8 | 25,9 | 43,6 | 37 | | |
| 8 | 5,30 8,20 | N | 20,4 | 11 | 43 | 15,7 | 7,3 | 13,1 | 27,8 | 20 | 0,77 | 15 |
| | | Rpd | 68,6 | 35 | 145 | 51,9 | 26,5 | 42,2 | 95,1 | 67 | | |
| 9 | 8,20 9,20 | N | 8,1 | 6 | 10 | 7,1 | 1,3 | 6,8 | 9,4 | 8 | 0,77 | 6 |
| | | Rpd | 24,4 | 18 | 30 | 21,3 | 4,1 | 20,3 | 28,5 | 24 | | |
| 10 | 9,20 10,00 | N | 14,6 | 12 | 19 | 13,3 | 2,2 | 12,4 | 16,8 | 15 | 0,77 | 11 |
| | | Rpd | 42,3 | 35 | 55 | 38,5 | 6,4 | 35,9 | 48,6 | 44 | | |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

| n° | H1 | H2 | NATURA GRANULARE | | | | | | | NATURA COESIVA | | | | | Q | Litologia | |
|----|------|-------|------------------|-----|-----|-----|---------|-----|------|----------------|------|-----|------|------|-------|-----------|-------------------------------------|
| | | | Nspt | Vs | G | Dr | ϕ' | E' | Ysat | Yd | Cu | Ed | Ysat | W | | | e |
| 1 | 0,00 | 0,70 | 8 | 87 | 63 | 28 | 29 | 96 | 1,91 | 1,46 | --- | --- | --- | --- | --- | 2,50 | Riporto ghiaioso terroso sup. |
| 2 | 0,70 | 1,70 | 2 | 80 | 22 | 7 | 27 | 24 | 1,85 | 1,36 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,71 | Limi sabbiosi deb. argillosi |
| 3 | 1,70 | 2,10 | 5 | 111 | 43 | 18 | 28 | 60 | 1,88 | 1,41 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,36 | Sabbie limose |
| 4 | 2,10 | 2,60 | 2 | 91 | 23 | --- | --- | --- | --- | --- | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,65 | Argille e limi |
| 5 | 2,60 | 3,40 | 1 | 92 | 12 | 3 | 26 | 12 | 1,84 | 1,34 | --- | --- | --- | --- | --- | 0,20 | Sabbie lim. e limi sabb. poco add. |
| 6 | 3,40 | 4,70 | 3 | 118 | 29 | 11 | 27 | 36 | 1,86 | 1,38 | --- | --- | --- | --- | --- | 0,77 | Sabbie e limi a var. cont. in arg. |
| 7 | 4,70 | 5,30 | 8 | 146 | 63 | 28 | 29 | 96 | 1,91 | 1,46 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,83 | Sabbie e ghiaie |
| 8 | 5,30 | 8,20 | 15 | 172 | 105 | 42 | 32 | 180 | 1,96 | 1,54 | --- | --- | --- | --- | --- | 3,37 | Ghiaie e sabbie |
| 9 | 8,20 | 9,20 | 6 | 154 | 50 | 21 | 28 | 72 | 1,89 | 1,43 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,21 | Sabbie e ghiaie con int. sabb. lim. |
| 10 | 9,20 | 10,00 | 11 | 175 | 82 | 36 | 30 | 132 | 1,94 | 1,51 | --- | --- | --- | --- | --- | 2,18 | Ghiaie e sabbie |

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

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
 - lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSI

| n° | Profondità (m) | | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA | | | | | | VCA | β | Nspt | |
|----|----------------|-------|-----------|-------------------------|-----|-----|-----------------------|------|------|------|---------|------|-----|
| | | | | M | min | Max | $\frac{1}{2}(M+\min)$ | s | M-s | | | | M+s |
| 1 | 0,00 | 0,50 | N | 3,2 | 3 | 4 | 3,1 | ---- | ---- | ---- | 3 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 16,0 | 15 | 20 | 15,5 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 2 | 0,50 | 1,90 | N | 3,3 | 1 | 6 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 5,1 | 3 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 15,4 | 5 | 28 | 10,2 | 8,0 | 7,4 | 23,4 | | | |
| 3 | 1,90 | 2,30 | N | 8,5 | 8 | 9 | 8,3 | ---- | ---- | ---- | 8 | 0,77 | 6 |
| | | | Rpd | 37,3 | 35 | 39 | 35,9 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 4 | 2,30 | 3,10 | N | 2,9 | 2 | 4 | 2,4 | ---- | 2,2 | 3,5 | 3 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 12,3 | 9 | 17 | 10,4 | 2,8 | 9,5 | 15,0 | | | |
| 5 | 3,10 | 3,70 | N | 2,0 | 1 | 3 | 1,5 | ---- | 1,1 | 2,9 | 2 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 8,1 | 4 | 12 | 6,0 | 3,6 | 4,4 | 11,7 | | | |
| 6 | 3,70 | 3,90 | N | 6,5 | 6 | 7 | 6,3 | ---- | ---- | ---- | 6 | 0,77 | 5 |
| | | | Rpd | 26,2 | 24 | 28 | 25,2 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 7 | 3,90 | 5,60 | N | 10,6 | 6 | 17 | 8,3 | 3,1 | 7,5 | 13,7 | 11 | 0,77 | 8 |
| | | | Rpd | 39,6 | 21 | 64 | 30,5 | 12,4 | 27,2 | 52,0 | | | |
| 8 | 5,60 | 6,90 | N | 23,9 | 13 | 34 | 18,5 | 5,3 | 18,6 | 29,2 | 24 | 0,77 | 18 |
| | | | Rpd | 81,7 | 44 | 114 | 62,7 | 17,2 | 64,6 | 98,9 | | | |
| 9 | 6,90 | 7,10 | N | 3,5 | 2 | 5 | 2,8 | ---- | ---- | ---- | 4 | 0,77 | 3 |
| | | | Rpd | 11,6 | 6 | 17 | 9,0 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 10 | 7,10 | 10,00 | N | 12,2 | 7 | 19 | 9,6 | 3,2 | 9,0 | 15,4 | 12 | 0,77 | 9 |
| | | | Rpd | 37,0 | 22 | 61 | 29,6 | 9,7 | 27,2 | 46,7 | | | |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

| n° | H1 H2 | | NATURA GRANULARE | | | NATURA COESIVA | | | | | Q Litologia | | | | | | |
|----|-------|-------|------------------|-----|-----|----------------|-----|------|------|------|-------------|-----|------|------|-------|------|-------------------------------------|
| | | | Nspt | Vs | G | Cu | Ed | Ysat | W | e | | | | | | | |
| 1 | 0,00 | 0,50 | 2 | 59 | 22 | 7 | 27 | 24 | 1,85 | 1,36 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,75 | Riporto ghiaioso terroso sup. |
| 2 | 0,50 | 1,90 | 2 | 80 | 22 | 7 | 27 | 24 | 1,85 | 1,36 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,70 | Limi sabbiosi deb. argillosi |
| 3 | 1,90 | 2,30 | 6 | 117 | 50 | 21 | 28 | 72 | 1,89 | 1,43 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,76 | Sabbie limose |
| 4 | 2,30 | 3,10 | 2 | 93 | 23 | --- | --- | --- | --- | --- | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,64 | Argille e limi |
| 5 | 3,10 | 3,70 | 2 | 106 | 21 | 7 | 27 | 24 | 1,85 | 1,36 | --- | --- | --- | --- | --- | 0,41 | Sabbie lim. e limi sabb. poco add. |
| 6 | 3,70 | 3,90 | 5 | 127 | 43 | 18 | 28 | 60 | 1,88 | 1,41 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,21 | Sabbie e limi a var. cont. in arg. |
| 7 | 3,90 | 5,60 | 8 | 144 | 63 | 28 | 29 | 96 | 1,91 | 1,46 | --- | --- | --- | --- | --- | 2,06 | Sabbie e ghiaie |
| 8 | 5,60 | 6,90 | 18 | 175 | 121 | 47 | 32 | 216 | 1,98 | 1,57 | --- | --- | --- | --- | --- | 4,10 | Ghiaie e sabbie |
| 9 | 6,90 | 7,10 | 3 | 120 | 30 | 11 | 27 | 36 | 1,86 | 1,38 | 0,19 | 18 | 1,78 | 44,2 | 1,194 | 0,67 | Limi argillosi e sabbiosi |
| 10 | 7,10 | 10,00 | 9 | 165 | 70 | 31 | 30 | 108 | 1,92 | 1,48 | --- | --- | --- | --- | --- | 1,82 | Ghiaie e sabbie con int. sabb. lim. |

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

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE TERZO DI AQUILEIA - data prova : 02/03/2004
 - lavoro : AMPLIAMENTO PLESSO SCOLASTICO - quota inizio : PIANO DI CAMPAGNA
 - località : VIA G.GALILEI TERZO DI AQUILEIA - prof. falda : 2,20 m da quota inizio

- note : ESECUZIONE DOTT. GEOLOGO PAOLO MINIUSSI

| n° | Profondità (m) | | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA | | | | | | VCA | β | Nspt | |
|----|----------------|-------|-----------|-------------------------|-----|-----|-----------------------|------|------|------|---------|------|-----|
| | | | | M | min | Max | $\frac{1}{2}(M+\min)$ | s | M-s | | | | M+s |
| 1 | 0,00 | 0,60 | N | 2,7 | 2 | 3 | 2,3 | ---- | 2,2 | 3,2 | 3 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 13,4 | 10 | 15 | 11,7 | 2,6 | 10,8 | 15,9 | | | |
| 2 | 0,60 | 1,90 | N | 2,9 | 1 | 6 | 2,0 | 1,8 | 1,2 | 4,7 | 3 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 13,7 | 5 | 28 | 9,3 | 8,0 | 5,7 | 21,7 | | | |
| 3 | 1,90 | 2,30 | N | 9,8 | 7 | 11 | 8,4 | ---- | ---- | ---- | 10 | 0,77 | 8 |
| | | | Rpd | 42,9 | 30 | 51 | 36,5 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 4 | 2,30 | 3,10 | N | 2,4 | 1 | 3 | 1,7 | ---- | 1,6 | 3,1 | 2 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 10,1 | 4 | 13 | 7,2 | 3,1 | 7,0 | 13,2 | | | |
| 5 | 3,10 | 3,60 | N | 1,8 | 1 | 2 | 1,4 | ---- | ---- | ---- | 2 | 0,77 | 2 |
| | | | Rpd | 7,2 | 4 | 8 | 5,6 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 6 | 3,60 | 4,10 | N | 4,2 | 3 | 5 | 3,6 | ---- | ---- | ---- | 4 | 0,77 | 3 |
| | | | Rpd | 16,7 | 12 | 20 | 14,4 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 7 | 4,10 | 5,80 | N | 10,1 | 6 | 14 | 8,1 | 2,3 | 7,9 | 12,4 | 10 | 0,77 | 8 |
| | | | Rpd | 37,0 | 23 | 50 | 29,9 | 7,7 | 29,4 | 44,7 | | | |
| 8 | 5,80 | 9,00 | N | 18,4 | 9 | 35 | 13,7 | 7,1 | 11,4 | 25,5 | 18 | 0,77 | 14 |
| | | | Rpd | 59,4 | 30 | 118 | 44,9 | 23,5 | 35,9 | 83,0 | | | |
| 9 | 9,00 | 9,50 | N | 8,0 | 7 | 9 | 7,5 | ---- | ---- | ---- | 8 | 0,77 | 6 |
| | | | Rpd | 23,1 | 20 | 26 | 21,7 | ---- | ---- | ---- | | | |
| 10 | 9,50 | 10,00 | N | 13,4 | 10 | 18 | 11,7 | ---- | ---- | ---- | 13 | 0,77 | 10 |
| | | | Rpd | 38,7 | 29 | 52 | 33,8 | ---- | ---- | ---- | | | |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

| n° | H1 H2 | | NATURA GRANULARE | | | | | | | NATURA COESIVA | | | | | Q Litologia | | |
|----|-------|-------|------------------|-----|----|------|---------|------|------|----------------|------|------|------|------|-------------|------|-------------------------------------|
| | | | Nspt | Vs | G | Dr | ϕ' | E' | Ysat | Yd | Cu | Ed | Ysat | W | | | e |
| 1 | 0,00 | 0,60 | 2 | 61 | 22 | 7 | 27 | 24 | 1,85 | 1,36 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,75 | Riporto ghiaioso terroso sup. |
| 2 | 0,60 | 1,90 | 2 | 81 | 22 | 7 | 27 | 24 | 1,85 | 1,36 | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,71 | Limi argillosi debolmente sabbiosi |
| 3 | 1,90 | 2,30 | 8 | 123 | 63 | 28 | 29 | 96 | 1,91 | 1,46 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 2,19 | Sabbie limose |
| 4 | 2,30 | 3,10 | 2 | 93 | 23 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0,13 | 12 | 1,75 | 46,9 | 1,267 | 0,42 | Argille e limi |
| 5 | 3,10 | 3,60 | 2 | 106 | 21 | 7 | 27 | 24 | 1,85 | 1,36 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0,40 | Sabbie lim. e limi sabb. poco add. |
| 6 | 3,60 | 4,10 | 3 | 117 | 29 | 11 | 27 | 36 | 1,86 | 1,38 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0,80 | Sabbie e limi a var. cont. in arg. |
| 7 | 4,10 | 5,80 | 8 | 145 | 63 | 28 | 29 | 96 | 1,91 | 1,46 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 1,83 | Sabbie e ghiaie |
| 8 | 5,80 | 9,00 | 14 | 173 | 99 | 41 | 31 | 168 | 1,96 | 1,53 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 2,91 | Ghiaie e sabbie |
| 9 | 9,00 | 9,50 | 6 | 156 | 50 | 21 | 28 | 72 | 1,89 | 1,43 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 1,16 | Sabbie e ghiaie con int. sabb. lim. |
| 10 | 9,50 | 10,00 | 10 | 172 | 76 | 35 | 30 | 120 | 1,93 | 1,50 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 1,88 | Ghiaie e sabbie |

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

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



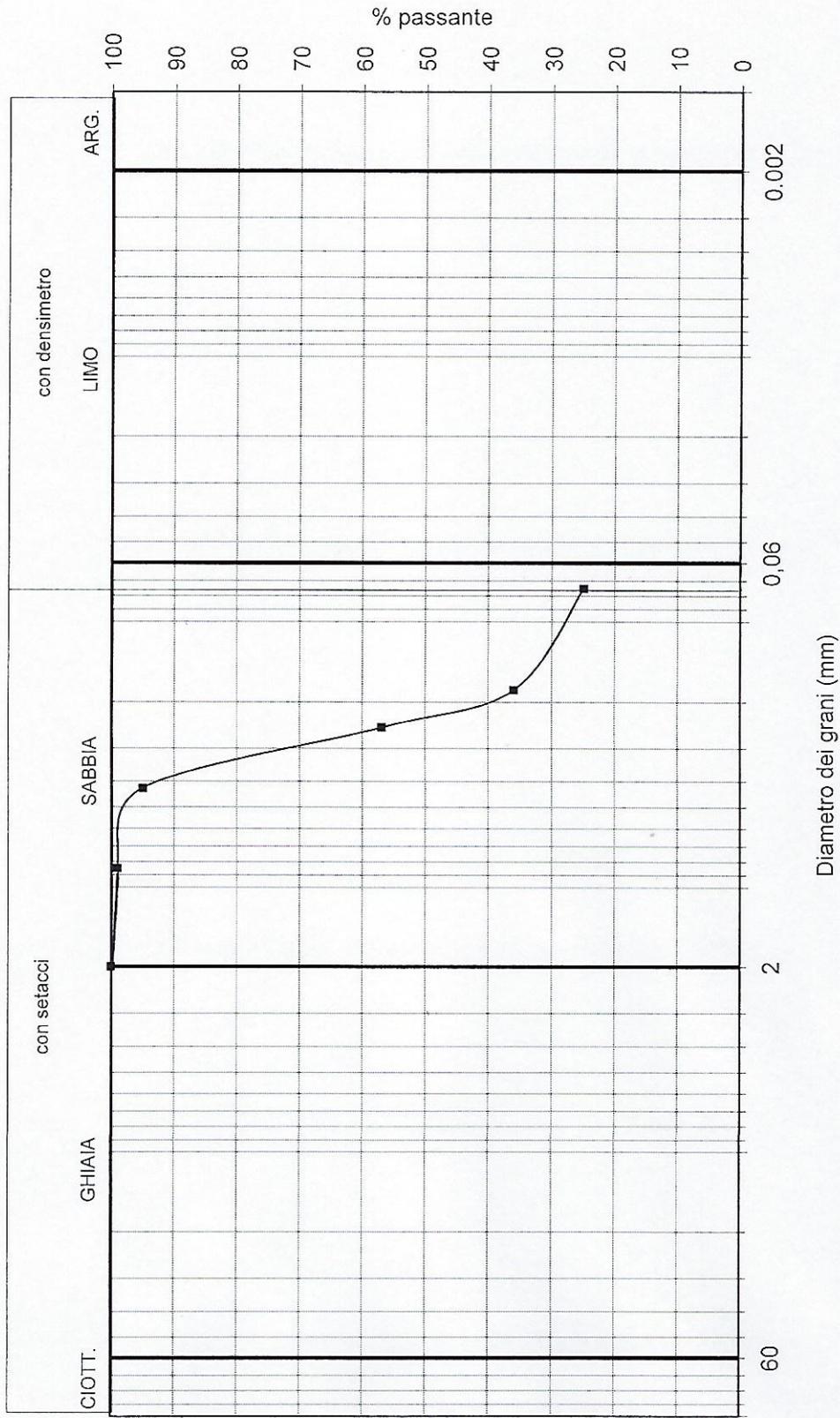
FOTO POZZETTO GEOGNOSTICO N° 1



FOTO POZZETTO GEOGNOSTICO N° 2

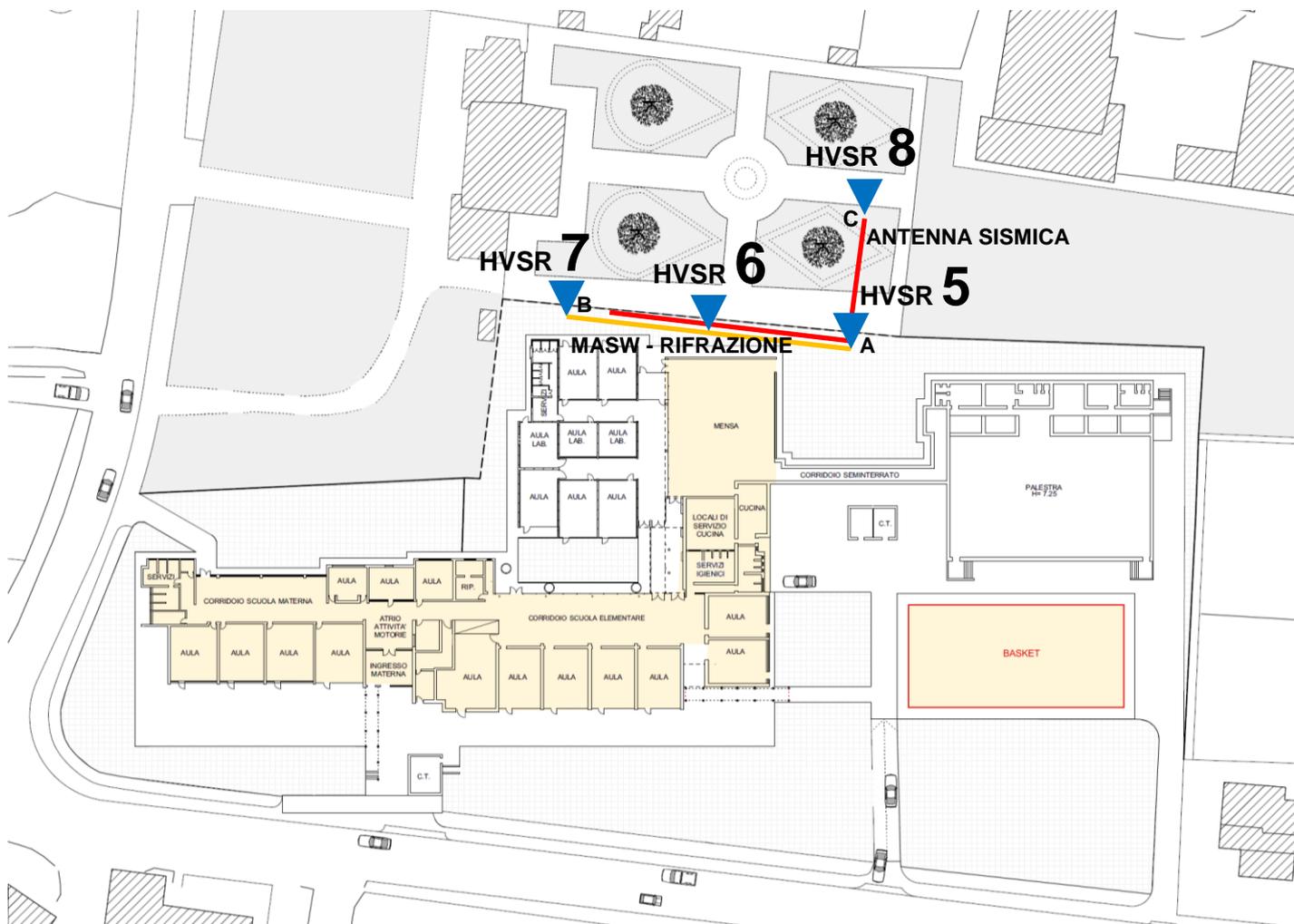
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

Committente: dott.geol. Paolo Miniussi
Località: plesso scolastico - Terzo di Aquileia (UD)
Data: 19/12/2016
Sondaggio: S1 Camp.: CR1 Prof. (m): 3,30 - 5,10
vagliatura per via umida



CERTIFICATO N°
178/16

GEORICERCHE
COPIA CONFORME ORIGINALE



CARTA UBICAZIONE INDAGINE GEOFISICA

scala 1:1000

-  MASW attiva - RIFRAZIONE
-  ANTENNA SISMICA
-  prova HVSR



FOTO PROSPEZIONE SISMICA

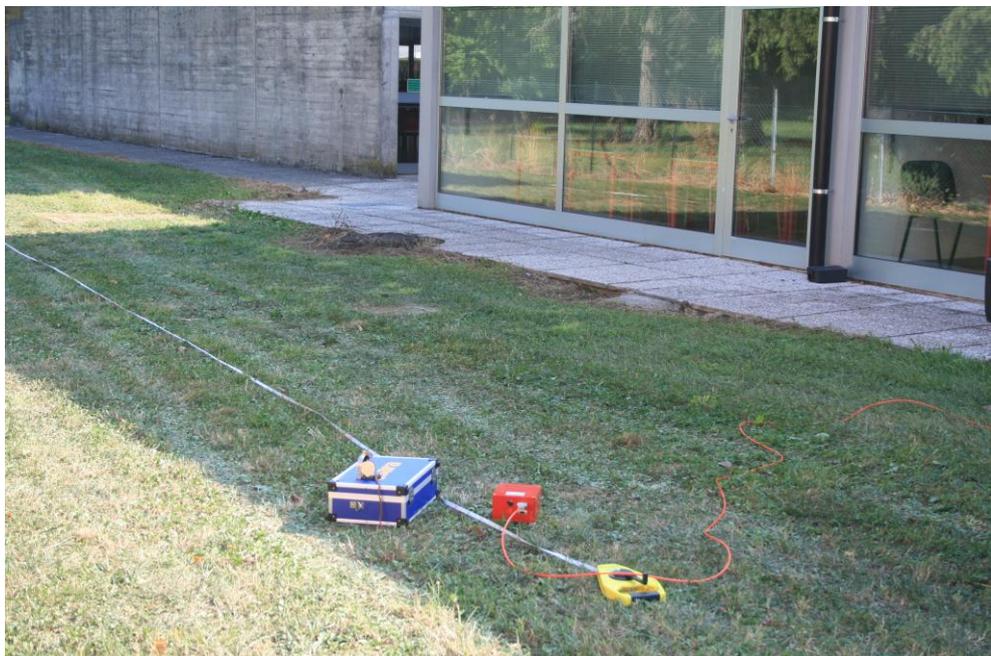


FOTO PROSPEZIONI SISMICHE PASSIVE HVSR N° 5 N° 6 E N° 7

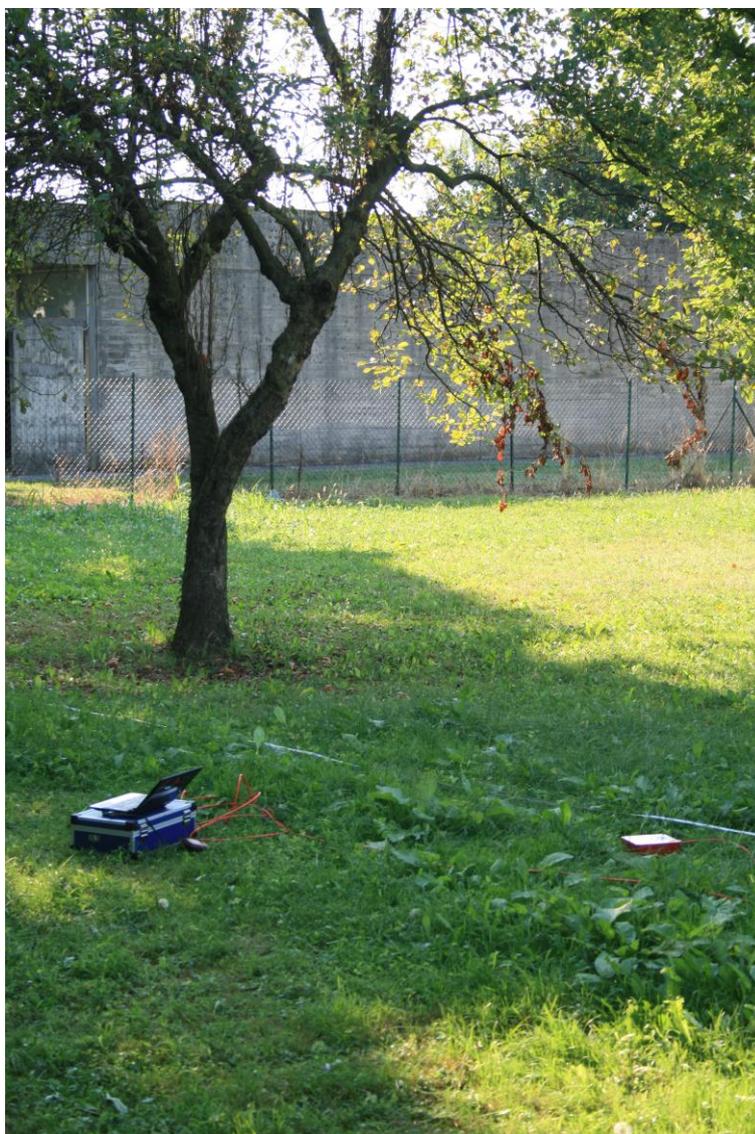
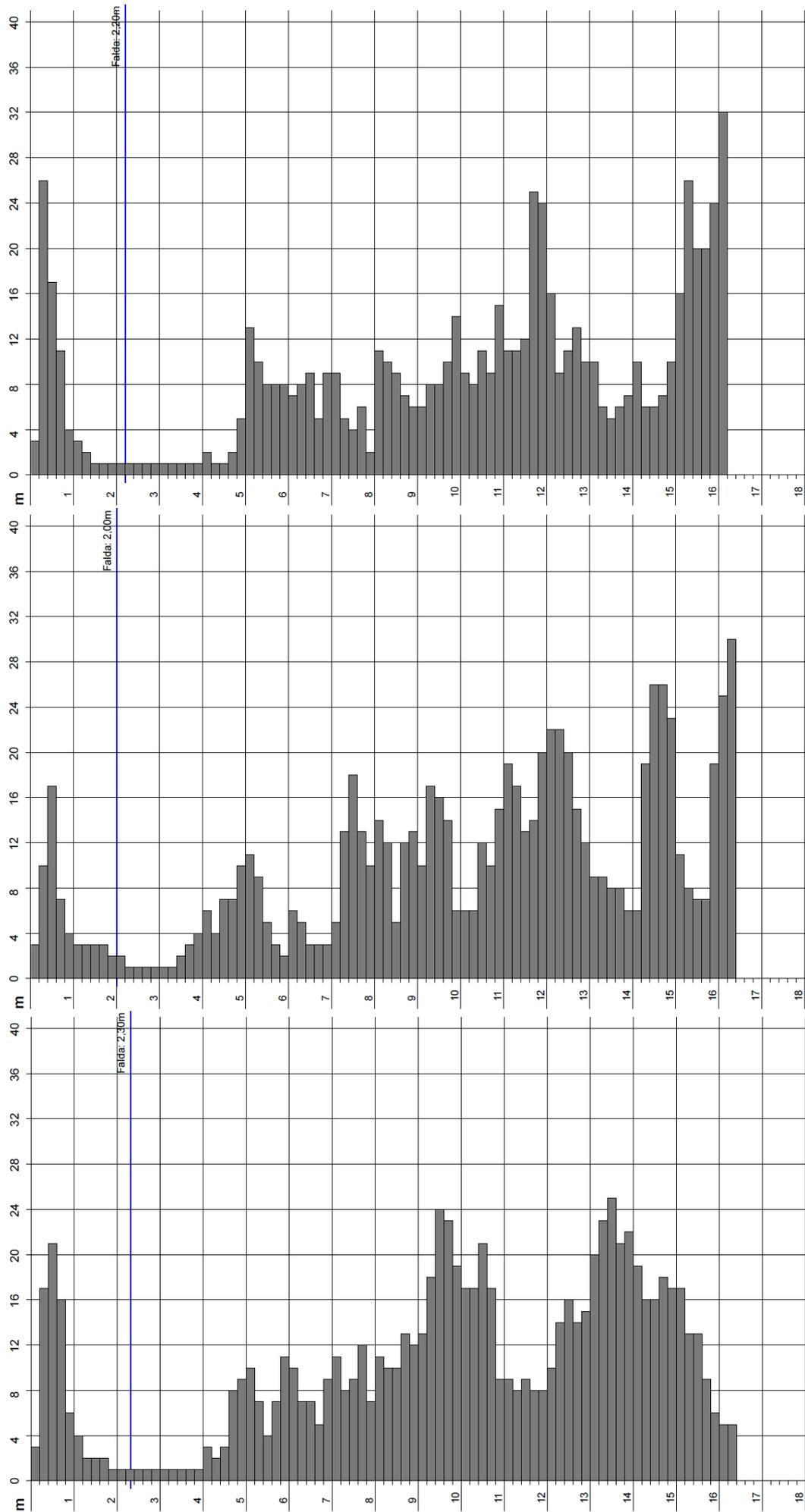
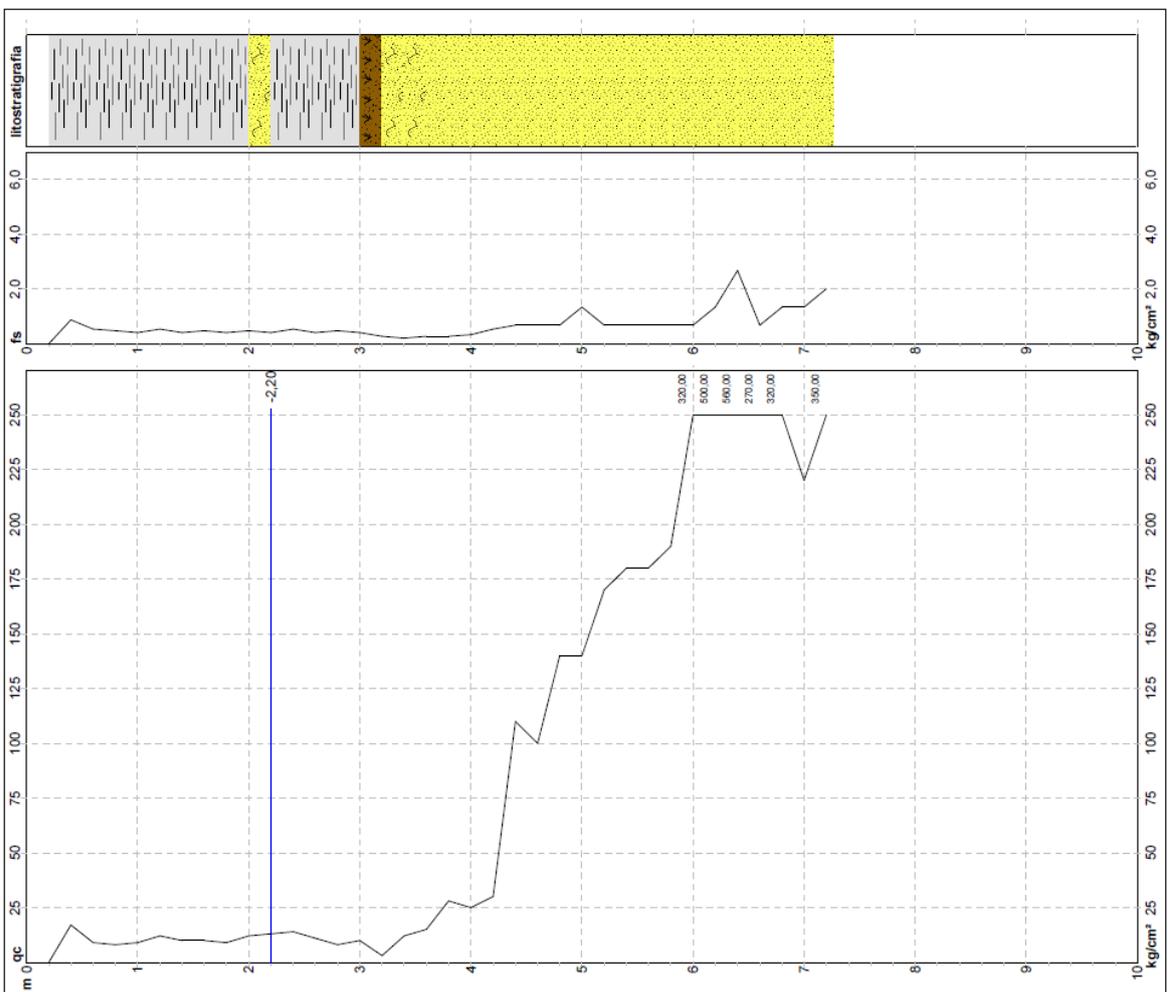
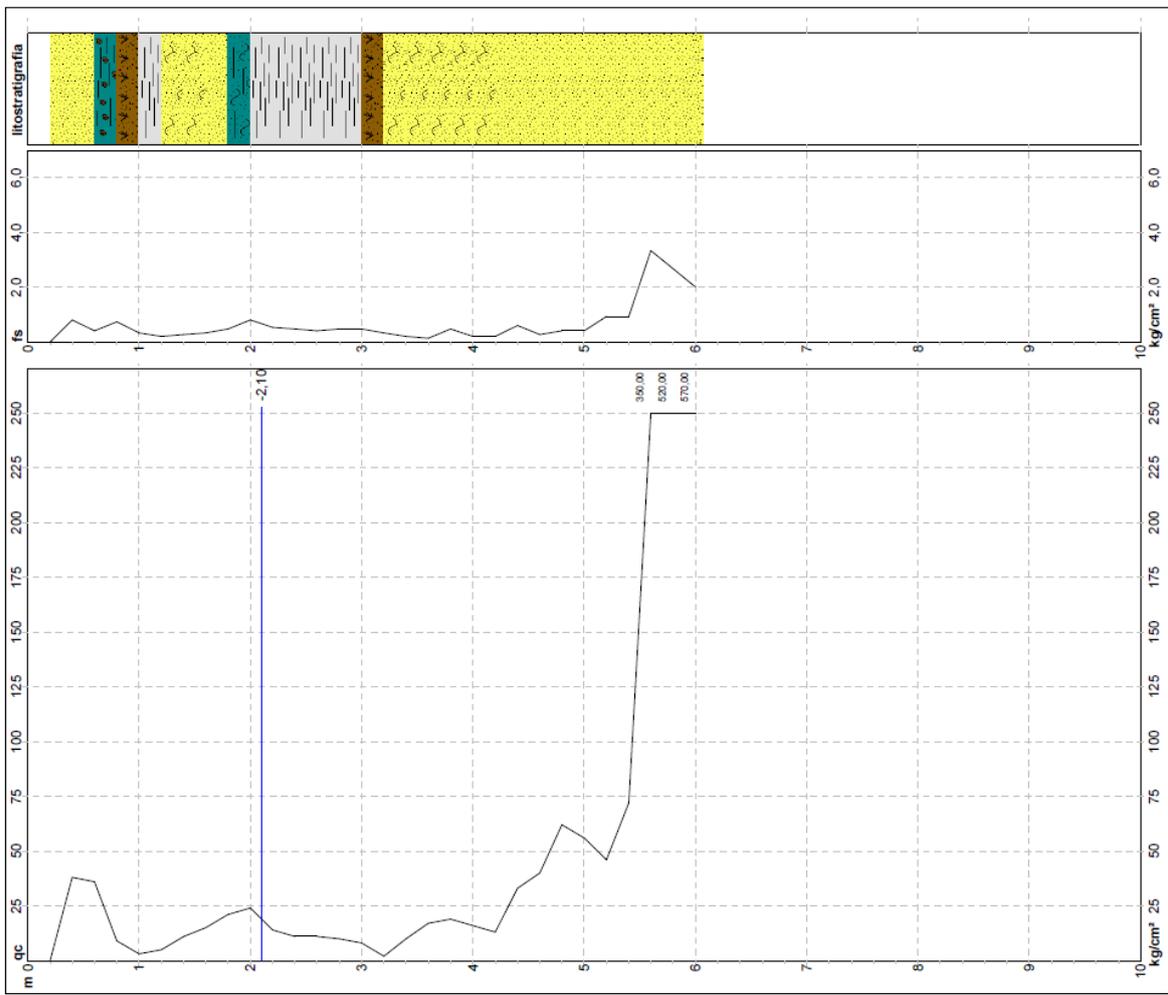


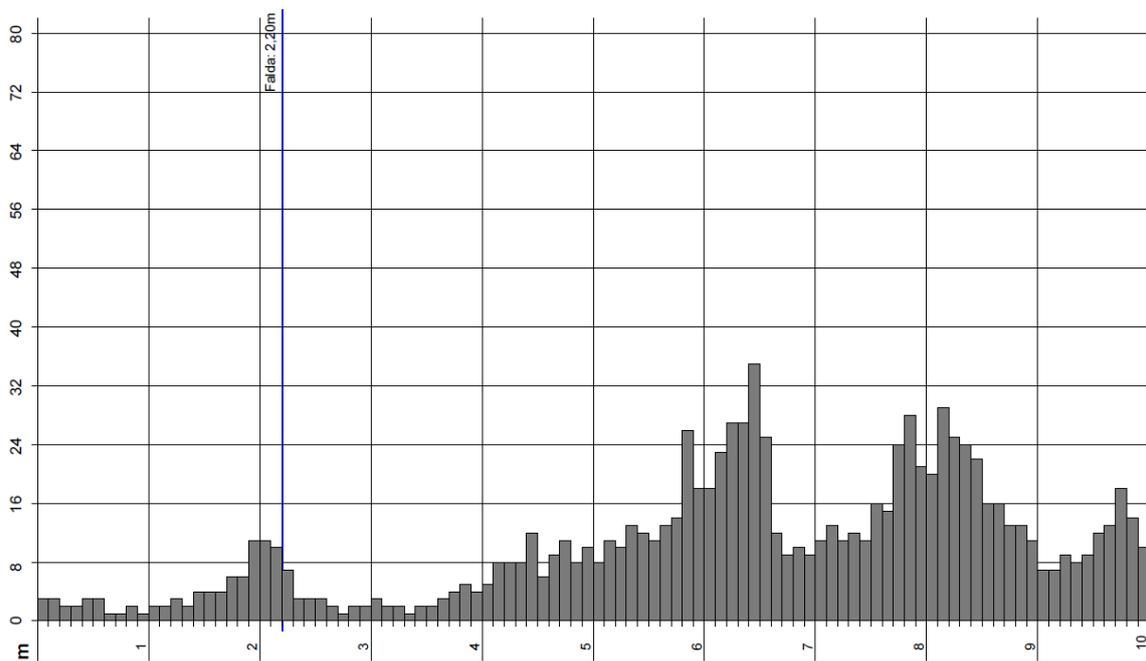
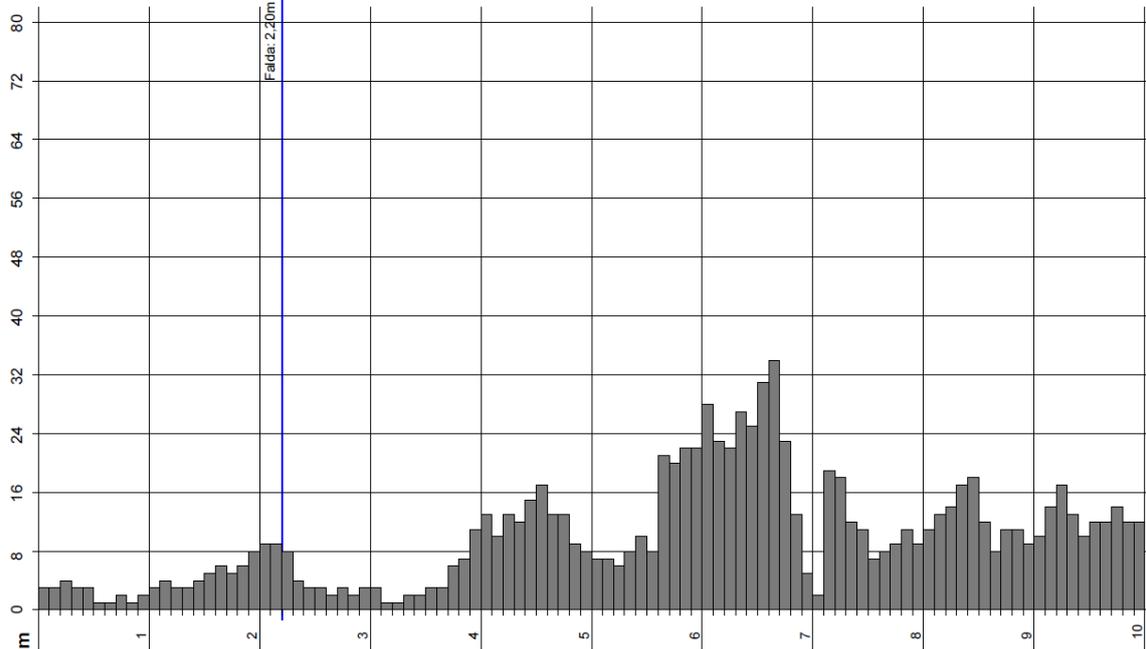
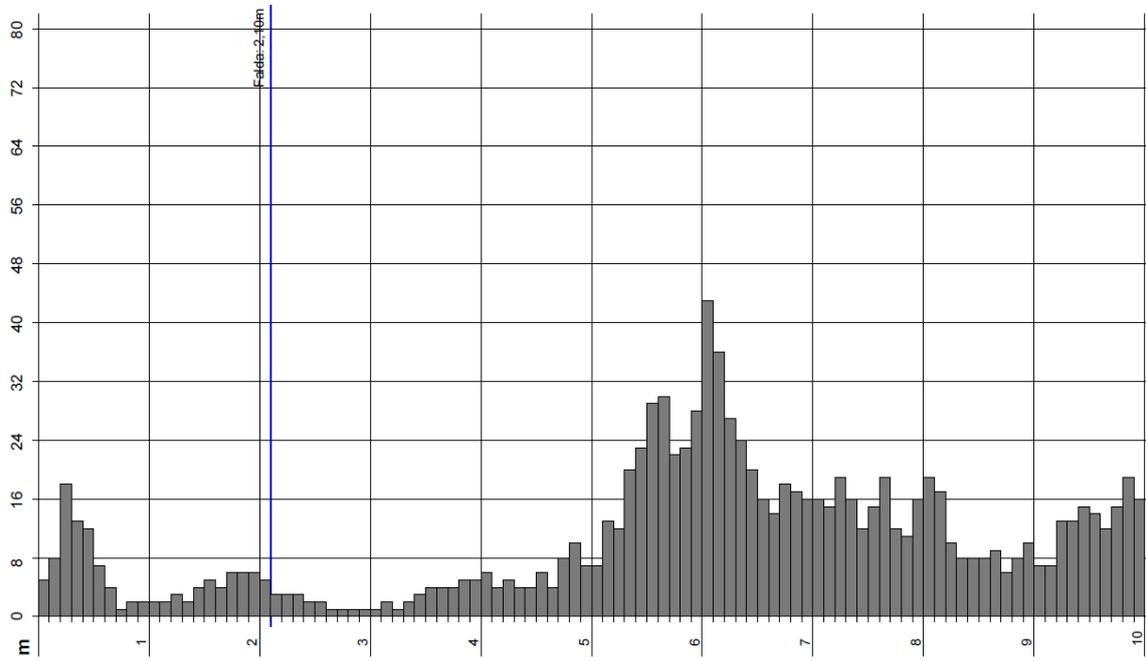
FOTO PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSR N° 8



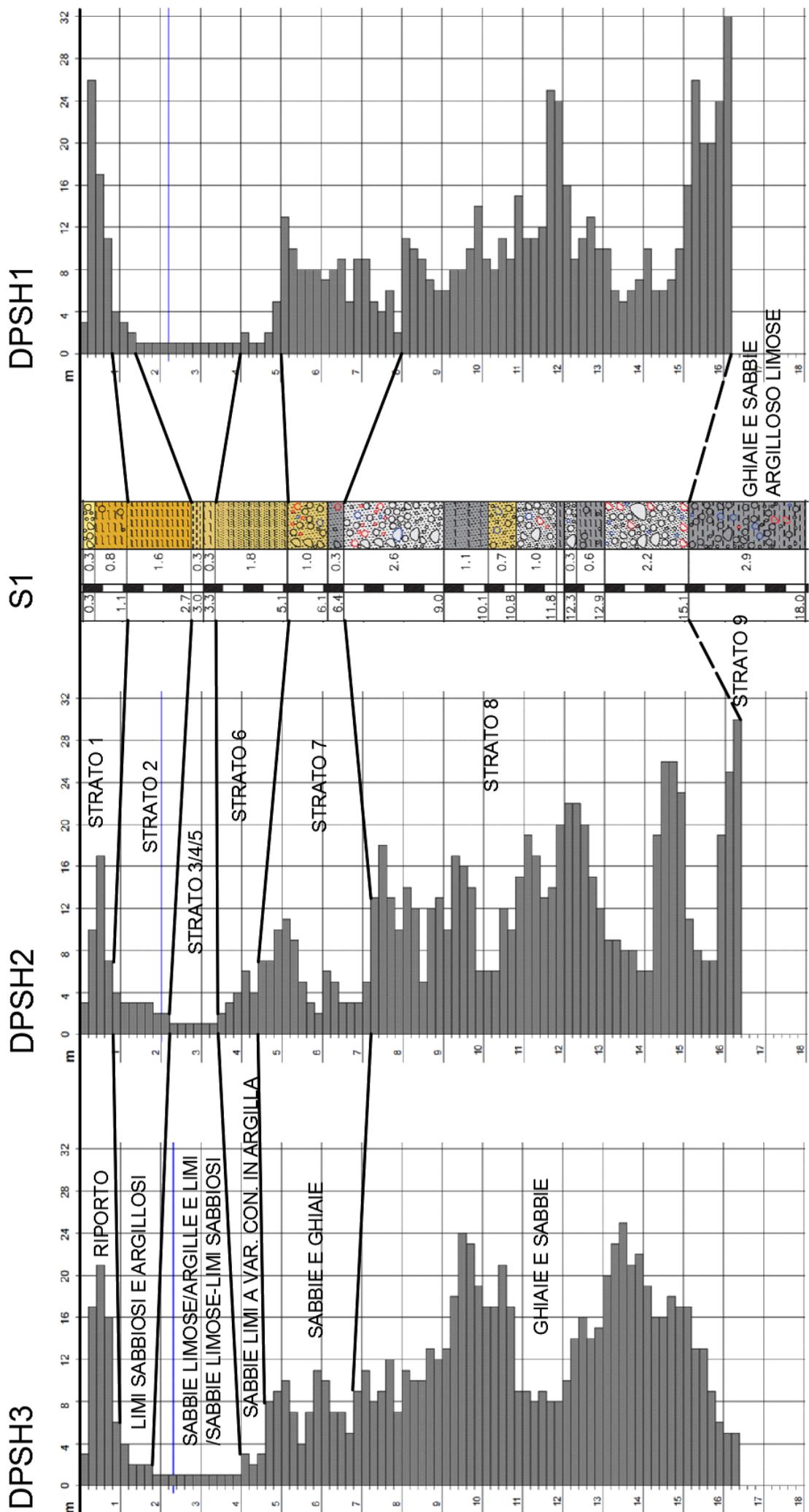
CORRELAZIONE PROVE DPSH 3-2-1



CORRELAZIONE PROVE CPT 2-1



CORRELAZIONE PROVE DPM 3-2-1



SEZIONE GEOLOGICA