

COMUNE DI PONSACCO

(Pisa)

PIANO ATTUATIVO PER LOTTO EDIFICABILE CON DESTINAZIONE D'USO RESIDENZIALE VIA CADUTI DEI CARABINIERI COMPARTO PA24

Relazione di fattibilità geologica

(L.R. 21 Maggio 2012, n. 21 – N.T.A. DEL. C.I. 185/04 - D.P.G.R. 53/R)

COMMITTENZA: PARROCCHIA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA

PROGETTISTA: Dott. Arch. CLAUDIO SALVADORI

GEOLOGO : Dott. PAOLO GIANI

DICEMBRE 2013

PREMESSA

La presente relazione di fattibilità geologica supporta il Piano Attuativo riferito all'attuazione del Comparto PA24, individuato dal Regolamento Urbanistico vigente nella Tav. 6 Capoluogo Sud, all'interno dell'UTOE Ponsacco.

In questa sede si valutano le condizioni di fattibilità dell'intervento alla luce dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base di eventuali dati esistenti e/o sull'incrocio delle informazioni disponibili con i criteri definiti dalla nuova disciplina (D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011), essendo le cartografie del Piano Strutturale comunale non più rispondenti ai criteri di zonazione vigenti (D.P.G.R. n. 26/R).

Per definire la fattibilità del Piano attuativo ne è stata inoltre verificata la compatibilità rispetto alle salvaguardie ed ai vincoli sovraordinati alla disciplina del P.R.G., introdotti dalle normative nazionali e regionali sul rischio idraulico (N.T.A. Del. 185/2004 dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e L.R. 21 Maggio 2012, n. 21).

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica dei terreni si fa riferimento a due prove penetrometriche statiche effettuate entro l'area soggetta a Piano, mentre si rimanda alla fase esecutiva l'esecuzione di una campagna geognostica di dettaglio conforme a quanto previsto dal D.P.G.R. 36/R, qualora l'intervento edilizio in progetto ricada in classe di indagine superiore a due (>1500mc).

Per quanto riguarda gli aspetti sismici, in questa sede sono stati effettuati approfondimenti della locale situazione in prospettiva di microzonazione sismica di I livello. E' stata pertanto effettuata una rilevazione in sismica passiva (microtremore sismico ambientale) su una postazione e si è tenuto conto di una linea MASW effettuata nell'area sottoposta a piano attuativo.

1.DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il comparto la cui attuazione è regolata dalla scheda norma PA24 comprende un'area "SPU – Area destinata a Servizi pubblici di interesse generale di programma (strutture scolastiche, attrezzature amministrative, culturali, socio-sanitarie)" e un'area residenziale di "Ambito 2b Area di espansione di nuova previsione". Il comparto comprende inoltre 2 parcheggi pubblici di programma, che di fatto risultano già realizzati e nella piena disponibilità del Comune di Ponsacco. Alla luce di quest'ultima circostanza il progettista ha ritenuto di scorporare dal comparto proprio l'area dove sono stati realizzati i 2 parcheggi, proponendo una nuova perimetrazione che individua un comparto di dimensioni inferiori corrispondenti a circa mq. 5100.

Il nuovo comparto sarà a sua volta suddiviso in due porzioni corrispondenti, per destinazione, alle due aree previste nel Regolamento Urbanistico vigente: l'area indicata con la sigla PA24A di mq. 2550 con destinazione residenziale di "Ambito 2b Area di espansione di nuova previsione", e l'area PA24B di mq. 2550 destinata a standard "SPU – Area destinata a Servizi pubblici di interesse generale di programma (strutture scolastiche, attrezzature amministrative, culturali, socio-sanitarie)".

La porzione PA24B comprende anche l'area per gli standard di cui al D.M. 1444/68 (mq. 432 previsti) e sarà interamente ceduta al Comune di Ponsacco così come prescritto dalla scheda norma. La porzione PA24A costituirà invece la superficie fondiaria destinata all'edificazione secondo i seguenti parametri urbanistici:

- SUL max = mq. 799
- Volume ammissibile = mc. 3570 (con l'indice territoriale)
- Volume max = mc. 2397 (sulla superficie fondiaria, secondo la scheda norma)
- Numero max abitazioni = 8

L'area risulta già servita dalle reti principali dei sottoservizi (luce, gas, acqua, telefono, fognatura acque chiare, fognatura acque nere) e pertanto si prevedono principalmente allacciamenti, o al massimo la realizzazione di piccoli tratti di cavidotti e tubazioni.

In particolare per quanto riguarda la fognatura bianca e la fognatura nera si prevedono esclusivamente gli allacciamenti alle reti esistenti su Via caduti dei Carabinieri con l'installazione di pozzetti d'ispezione sifonati tipo Firenze (40x40 cm interno) all'interno della proprietà.

2. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DEL SITO

L'area in esame si colloca nella vasta pianura alluvionale posta sulla sinistra orografica del fiume Arno, in un contesto pertanto caratterizzato da una conformazione morfologica pressochè pianeggiante, a leggera pendenza verso ONO (2.5-3‰) e caratterizzata da quote medie di +23,0m s.l.m..

La geologia di superficie è costituita da sedimenti alluvionali olocenici (vedi Corografia Generale scala 1:10000 all.), di prevalente composizione silico-clastica, caratterizzati dall'alternanza di limi sabbiosi sciolti o poco addensati ed argille limose di media plasticità e consistenza. Tali depositi olocenici sono legati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella Pianura di Pisa durante la deglaciazione postwurmiana che ha prodotto la risalita del livello del mare.

In generale in questi sedimenti prevalgono le sabbie nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua attuale (e a quelli antichi), sabbie accumulate durante le esondazioni del passato; nelle zone più lontane dai fiumi, invece, che sono rimaste leggermente depresse e quindi soggette ad impaludamenti, sono più diffuse le argille e le torbe dato che le esondazioni vi trasportavano solo i materiali più fini.

Dal punto di vista sedimentologico trattasi quindi di un **sito complesso** nel quale sono possibili **variazioni frequenti di litologie sia in senso orizzontale che verticale**, come evidenziano peraltro le numerose prove penetrometriche effettuate nei dintorni.

I suoli superficiali, nelle zone dove prevalgono sedimenti sabbioso-limosi e limo-sabbiosi garantiscono un apprezzabile drenaggio verticale. Nei siti dove invece prevalgono sedimenti fini limo-argillosi l'infiltrazione verticale risulta difficoltosa per cui la circolazione

delle acque piovane si concentra nel primo metro provocando nei periodi molto umidi saturazioni e ristagni temporanei.

Nel tempo si sono verificate ampie modifiche del tracciato del fiume principale; da immagini da satellite sono stati infatti rilevati numerosi tratti di alvei fluviali abbandonati per naturale evoluzione del corso fluviale, nonché paleoalvei sepolti che testimoniano una significativa variazione del regime di deposizione e quindi una notevole eteropia laterale dei sedimenti alluvionali.

Per quanto riguarda l'idrogeologia, nell'area esiste una attiva circolazione idrica sotterranea spiegabile con la presenza di una falda freatica regionale direttamente alimentata dalle piogge e dalla filtrazione laterale delle acque dell'Arno e dei canali principali; da essa attingono i pozzi a sterro localizzati presso molti dei fabbricati rurali e non dispersi nella pianura a sud dell'Arno.

La circolazione sotterranea, pur modesta, interessa esclusivamente gli strati sabbiosi e limo-sabbiosi a maggiore permeabilità, per cui, data la notevole vicarianza dei medesimi, origina modeste falde sospese separate da livelli argillosi, saturi ma improduttivi. Nell'area in esame, alla luce dei numerosi sondaggi effettuati, oltre gli otto-nove metri di profondità si riscontrano frequenti livelli di sabbie limose interessate da circolazione di falda costante, probabilmente caratterizzata da una leggera pressione.

3. MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO

Non potendo rappresentare una sequenza litostratigrafica univoca, viste le frequenti eteropie di facies, sia verticali che laterali, tipiche dei depositi di pianura alluvionale, si definiscono di seguito i litotipi di terreno mediamente individuabili nel sottosuolo:

➤ **LITOTIPO A: TERRENO PEDOLOGICO**

Trattasi del suolo pedologico-arativo di spessore stimato intorno agli 80cm a prevalenza limoso-argillosa

➤ LITOTIPO B: LIMI ARGILLOSI DI CONSISTENZA DA MEDIO-BASSA A MEDIA

Questo litotipo è presente, al di sotto del suolo pedologico, in corrispondenza delle verticali d'indagine, fino a circa sette-otto metri di profondità, allorchè si individua uno strato di sabbie limose di spessore inferiore al metro e al di sotto di queste fino a fine prove. In merito ai parametri geotecnici si possono definire i seguenti valori:

- Resistenza statica alla punta	$9 < R_p < 23 \text{ kg/cm}^2$
- Coesione non drenata	$C_u = 0,45-0,87 \text{ kg/cm}^2$
- Peso di volume	$\gamma = 1.85 \text{ kg/dm}^3$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 0^\circ$ (cautelativo)
- Modulo edometrico	$38 < M_o < 69 \text{ Kg/cm}^2$

➤ LITOTIPO C: SABBIE LIMOSE MEDIAMENTE ADDENSATE

Questo litotipo si trova intercalato ai limi argillosi a partire dai 7,60mt nel sito CPT2 e poco oltre gli otto metri nel sito CPT1e presenta uno spessore inferiore al metro. In merito ai parametri geotecnici si possono definire i seguenti valori:

- Resistenza statica alla punta	$39 < R_p < 51 \text{ kg/cm}^2$
- Peso di volume	$\gamma = 1.85 \text{ kg/dm}^3$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 30-31^\circ$
- Modulo edometrico	$117 < M_o < 153 \text{ Kg/cm}^2$

Nei fori dei saggi geognostici non è stato possibile rilevare l'eventuale presenza di acqua a causa della loro repentina chiusura, tuttavia una modesta circolazione di acque è possibile entro livelli misto granulari che sovente in quest'area di pianura si intercalano ai limi argillosi più superficiali, mentre i livelli di sabbie limose oltre gli otto-nove metri di profondità sono

interessate da circolazione di falda costante, probabilmente caratterizzata da una leggera pressione.

4.POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica, che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare.

Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio.

Nel caso esaminato in questa sede l'esistenza di depositi con percentuale di limo superiore a 20% ovvero di sedimenti sabbioso-limosi mediamente addensati induce a ritenere che la potenzialità di liquefazione sia del tutto assente per l'area di intervento.

5.INQUADRAMENTO URBANISTICO: NORMATIVE SOVRAORDINATE AL P.R.G.

5.1 Piano di bacino del fiume Arno: ammissibilità della richiesta ai sensi delle N.T.A. Del. C.I. n° 185/2004

Nella cartografia adottata con Del. C.I. n° 185/2004 dall'Autorità di Bacino del fiume Arno (ed approvata con D.P.C.M. del 06/05/2005) risulta che il sito in oggetto è escluso dalle zone P.F.3, P.F.4, P.I.3 e P.I.4 a rischio geomorfologico ed idraulico elevato e molto elevato. L'area di intervento risulta perimetrata entro la zona P.I.1 soggetta a rischio idraulico moderato

(vedi Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica scala 1:10000 all.) per le quali non sussistono vincoli ai sensi delle N.T.A. della delibera di attuazione del P:A.I.

5.2 L.R. 21 Maggio 2012, n. 21

In relazione alle misure di salvaguardia adottate dalla Regione Toscana in materia di rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua (L.R. 21 Maggio 2012, n. 21) si rileva che l'area in esame è esterna alle fasce della larghezza di 10 metri dai cigli di sponda o dal piede esterno degli argini dei corsi d'acqua censiti nel comune di Ponsacco, per cui non è soggetta al vincolo di inedificabilità di cui all' art. 1.

6. CLASSI DI PERICOLOSITA'

6.1D.P.G.R. n. 26/R

L'area di intervento risulta classificata come segue nella cartografia di supporto al P.S. redatta ai sensi del D.P.G.R. n. 26/R (cfr. Stralci cartografie scala 1:10000 all.):

➤ **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (CLASSE G2 – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA)**
Ricadono in questa classe “.....aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto”

➤ **PERICOLOSITA' IDRAULICA (CLASSE I2 – PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA:**
Ricadono in questa classe “Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200 e 500 anni”.

➤ **PERICOLOSITA' SISMICA (CLASSE S3 – PERICOLOSITA' SISMICA ELEVATA)**
Facendo riferimento alla legenda contenuta nell' allegato 1 al D.P.G.R. n. 26/R il sito viene assimilato alle zone con depositi alluvionali granulari e/o sciolti (cfr. classe 9 della legenda). Dalle valutazioni sopra espresse è stata pertanto attribuita all' area in oggetto la classe di pericolosità sismica elevata S3 (cfr. Carta della Pericolosità sismica locale scala 1:10.000 all.).

6.2D.P.G.R. n. 53/R

Seguendo le direttive del D.P.G.R. n. 53/R, anche alla luce delle indagini geognostiche e sismiche condotte in loco, l'area in esame può venir classificata come segue:

➤ **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (CLASSE G1 – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA)**

Ricadono in questa classe “...aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi”

➤ **CLASSE I2 – PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA**

Ricadono in questa classe “Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200 e 500 anni”.

➤ **PERICOLOSITA' SISMICA (CLASSE S2 – PERICOLOSITA' SISMICA MEDIA)**

Per valutare la pericolosità sismica locale ai sensi del DPGR 53/R (punto C.5 allegato A) si sono considerate:

- le caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche dell'area;
- le caratteristiche litostratigrafiche rilevate mediante la campagna geognostica effettuata nell'area in esame;
- le risultanze delle specifiche indagini geo-sismiche, effettuate in prospettiva di una MS di I livello, le quali hanno consentito di rilevare un profilo delle Vs da cui si evince una categoria “C” di suolo di fondazione (vedi indagine Masw all.) e di individuare (indagine in sismica passiva), l'esistenza di frequenze di risonanza associabili a contatti tra litotipi a caratteristiche di velocità sismica (e quindi fisico-meccaniche) significativamente differenti.

Lo studio di approfondimento del locale assetto geo-sismico è allegato alla presente relazione. Le risultanze dello stesso hanno consentito di rilevare che non esiste una suscettibilità di amplificazione locale in quanto non si rileva la presenza di significativi contrasti di impedenza sismica al di sotto della copertura alluvionale. Per questo è stata definita una **Pericolosità sismica locale media (S.2):** *ricadono in questa classe “...zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)*

7.FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO EDILIZIO

Di seguito si rivalutano pertanto le condizioni di fattibilità specifiche per l'area in esame alla luce della destinazione d'uso e dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base dei criteri definiti dalla nuova disciplina (D.P.G.R. n. 53/R).

- La fattibilità in relazione agli aspetti idraulici e geomorfologici è F2.

In fase esecutiva, dal punto di vista geologico-geotecnico, sarà necessario basare la progettazione su dati geognostici che consentano la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, considerando i disposti del D.M. 4/01/08 e del D.P.G.R. 9 luglio 2009 n. 36/R (“Regolamento di attuazione dell'art.117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1 -Norme per il governo del territorio”).

Non sussistono invece condizioni di fattibilità legate direttamente all'assetto geomorfologico dell'area.

- La fattibilità in relazione agli aspetti sismici è F2,

Ciò in accordo con il grado di pericolosità sismica locale evidenziato. Questo, in base al punto 3.5 dell' allegato A al regolamento 53/R (criteri generali in relazione agli aspetti sismici), comporta quanto segue: “nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale media (S2), non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifica per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativi all'attività edilizia”.

Alla luce di quanto sopra evidenziato si conclude che il Piano Attuativo è fattibile dal punto di vista geologico.

Castel del Bosco, 16/12/2013

Il Geologo

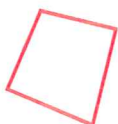
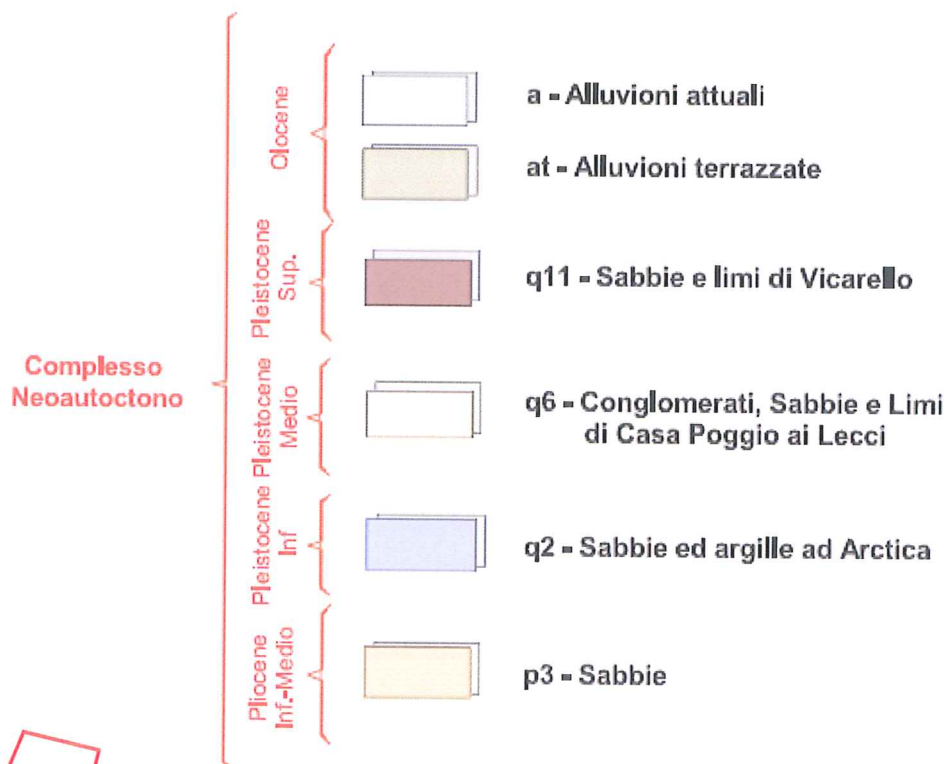
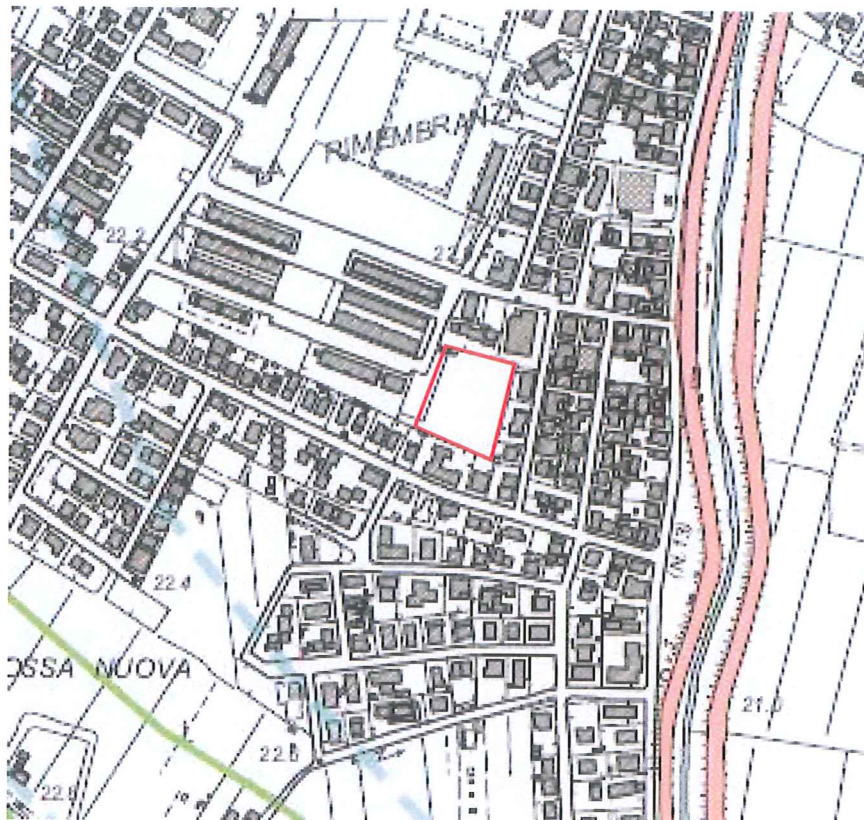
APPENDICI

- Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (tratta da PAI - Bacino del fiume Arno) scala 1:10000
- Stralcio Carta di Pericolosità Geomorfologica (tratta da P.S.) scala 1:5.000
- Stralcio Carta di Pericolosità Idraulica (tratta da P.S.) scala 1:5.000
- Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale scala 1:10000
- Carta della Fattibilità scala 1:5000
- Carta Geologica scala 1:10.000
- Carta Litotecnica scala 1:10.000
- Carta di pericolosità geomorfologica relativa all'area in esame ai sensi del *DPGR 53/R*
- Carta di pericolosità idraulica relativa all'area in esame ai sensi del *DPGR 53/R*
- Carta della pericolosità sismica locale relativa all'area in esame ai sensi del *DPGR 53/R*
- Schema opere di urbanizzazione scala 1:400
- Planimetria tipologia edilizia scala 1:250 con ubicazione indagini
- Tabulati prove penetrometriche statiche CPT1 e CPT2
- Rilevazioni del microtremore sismico ambientale
- Indagine sismica MASW

CARTA GEOLOGICA

Scala 1:10.000

tratta da
INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE
DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE



Area soggetta a P.d.L.

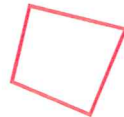
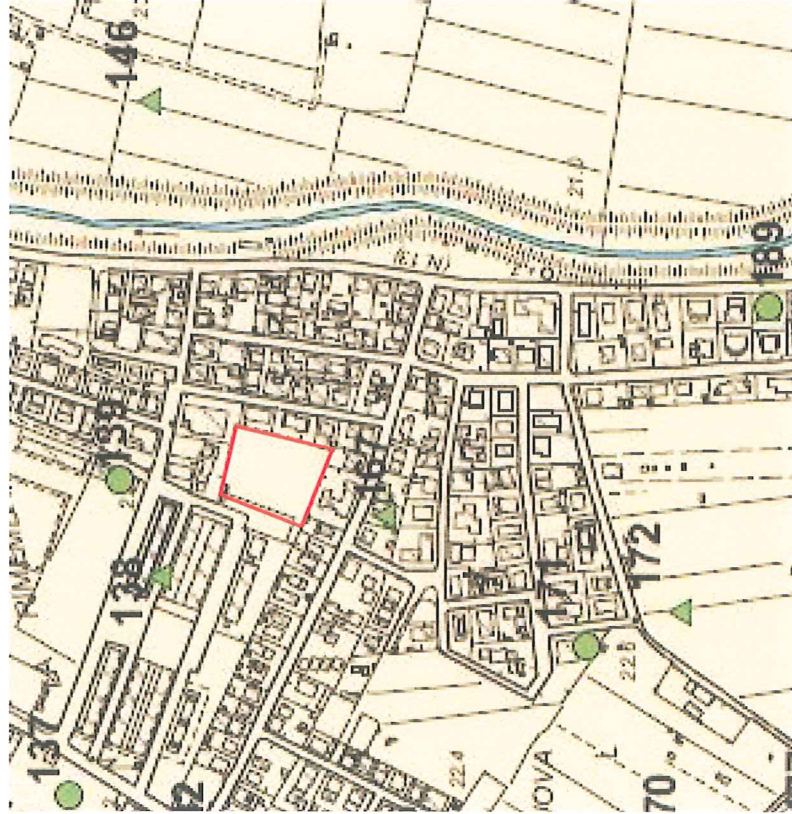
CARTA LITOTECNICA

Scala 1:10.000

tratta da









INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE
DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

L.R. n° 1-2005, D.C.R. n° 72-2007, D.P.C.M. 6/05/2005, D.P.G.R. n° 26/r-2007








Area soggetta a P.d.L.

Classi litotecniche

	Unità 1 : Formazioni di media resistenza (non rappresentata)
	Unità 2 : Formazioni semicoerenti conglomeratiche (q6 - q11)
	Unità 3 : Formazioni incoerenti sabbiose (at - p3)
	Unità 4 : Formazioni coerenti di scarsa resistenza (non rappresentata)
	Unità 5 : Formazioni pseudocoerenti argilloso-sabbiose (a)
	Unità 6 : Formazioni pseudocoerenti prevalentemente argillose (q2)
	Unità 7 : Accumulo di materiale rimaneggiato (discariche, detrito di versante, frane, ex cavi) - laghi
	Corsi d'acqua principali

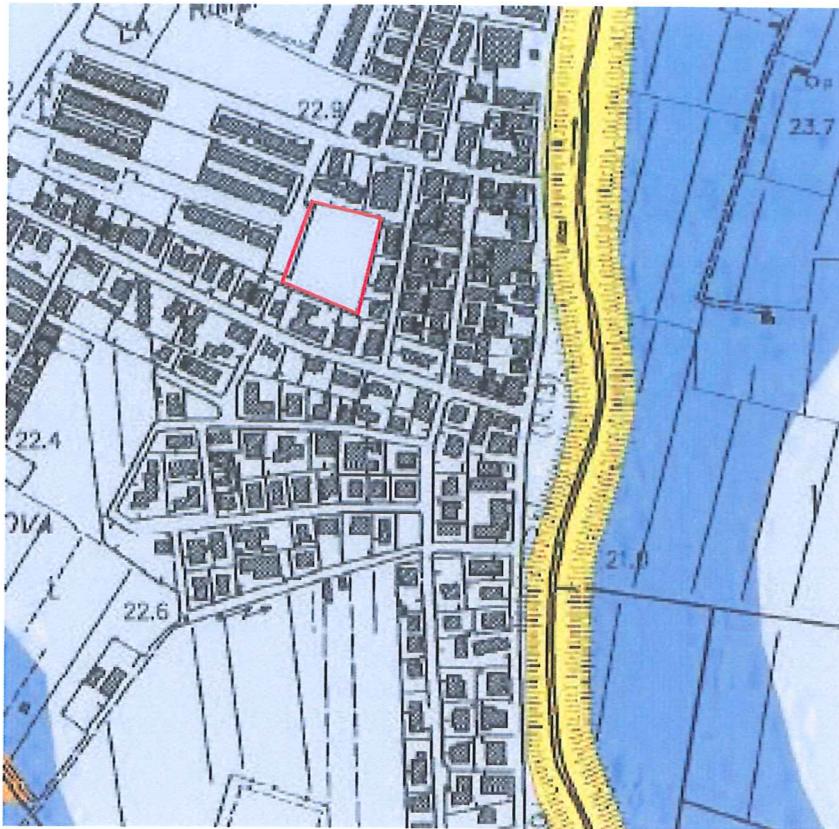
Ubicazione Prove in sito

	Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche leggere
	Ubicazione Prove Penetrometriche Dinamiche pesanti
	Ubicazione Prove Penetrometriche Statiche
	Ubicazione Sondaggi
	Ubicazione Saggi


AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

FONTE: Sito WEB Autorità di Bacino del fiume Arno


PERICOLOSITA' IDRAULICA SCALA 1:10.000





LEGENDA

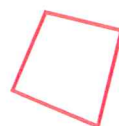
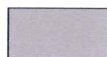
 P.I.4 Aree a pericolosità molto elevata

 P.I.3 Aree a pericolosità elevata

 P.I.2 Aree a pericolosità media

 P.I.1 Aree a pericolosità moderata

 R Aree di ristagno *



Area soggetta a P.d.L.

Aree con pericolosità definita su cartografia 1:25.000

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Scala 1:10.000

tratta da

INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE
DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

L.R. n° 1-2005, D.C.R. n° 72-2007, D.P.C.M. 6/05/2005, D.P.G.R. n° 26/r-2007

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 26/R

I.4 - Pericolosità Idraulica Molto Elevata



Aree interessate da allagamenti per eventi con $T_r < 20$ anni



Aree interessate da allagamenti per eventi con $T_r < 30$ anni

I.3 - Pericolosità Idraulica Elevata



Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 30 < $T_r < 200$ anni

I.2 - Pericolosità Idraulica Media



Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200 < $T_r < 500$ anni

I.1 - Pericolosità Idraulica Bassa



Aree collinari prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
b) sono in situazione di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al bioco esterno collinare o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Casse di espansione

di cui all'Accordo di Pianificazione tra Provincia, Autorità di Bacino, Comuni di Lari e Capannoli, D.P.G.R. n° 10 del 12/01/2001



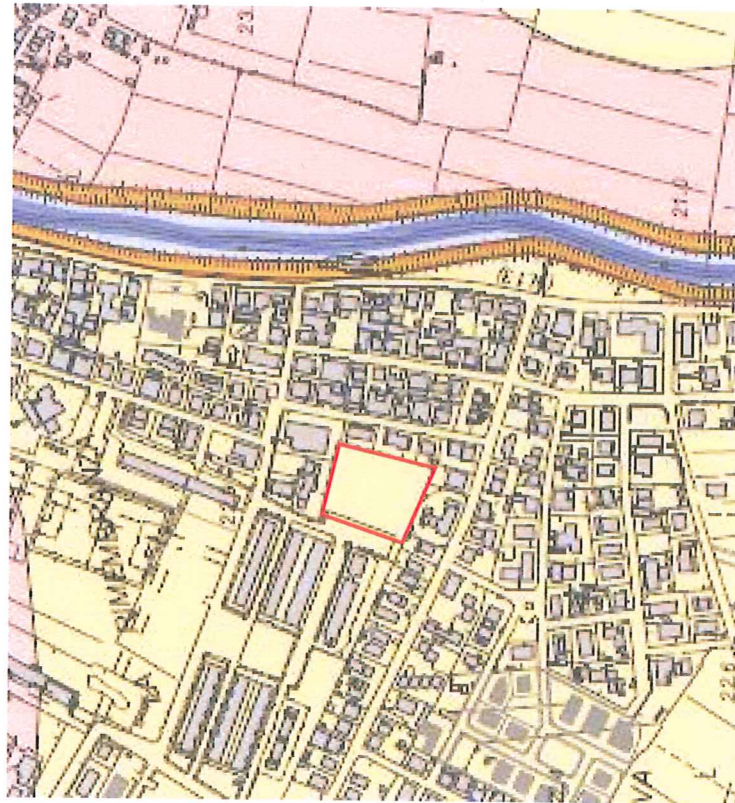
Corsi d'acqua principali e laghi



Argini fluviali



Limite Comunale



Area soggetta a P.d.L.



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Scala 1:10.000

tratta da

INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE
DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

L.R. n° 1-2005, D.C.R. n° 72-2007, D.P.C.M. 6/05/2005, D.P.G.R. n° 26/r-2007

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 26/R

G.4 - Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata



Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza

G.3 - Pericolosità Geomorfologica Elevata



Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla glacitura, all'acchività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

G.2 - Pericolosità Geomorfologica Media



Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacurali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

G.1 - Pericolosità Geomorfologica Bassa



Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacurali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.



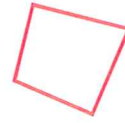
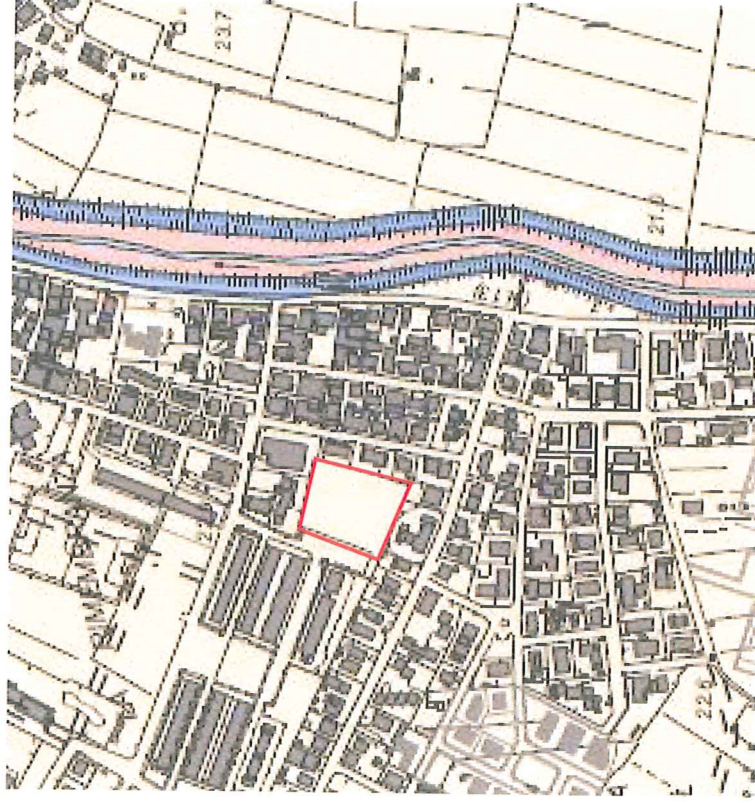
laghi



Argini fluviali



Limite Comunale

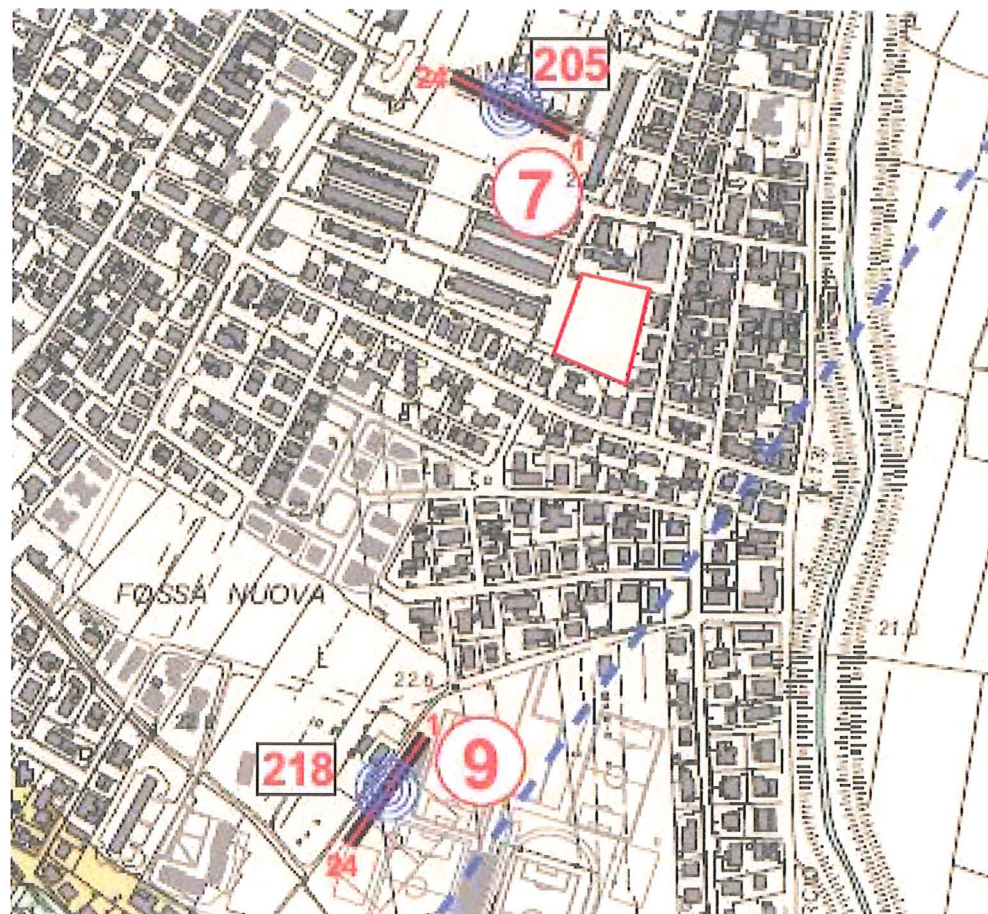


Area soggetta a P.d.L.




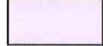
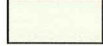

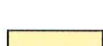
CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

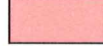
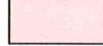



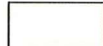
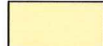
Scala 1:10.000


tratta da
 INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE
 DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE
 L.R. n° 1-2005, D.C.R. n° 72-2007, D.P.C.M. 6/05/2005, D.P.G.R. n°26/r-2007





 Area soggetta a P.d.L.

Zona sismica di riferimento del GRT. 431 del 19/06/2006		3S	GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA
SIMBOLOGIA	TIPOLOGIA DELLE SITUAZIONI		
	(1)	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	S4
	(2A)	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	S3
	(2B)	Zone potenzialmente franose (sede di intensi fenomeni di erosione)	S3
	(4)	Zone con terreni particolarmente scadenti (ex cavi ricolmi)	S3
	(8)	Zone di bordo della valle e di raccordo con il versante	S3
	(9)	Zona con presenza di depositi alluvionali e di depositi del ciclo stratigrafico plio-pleistocenico (complesso neoautoctono)	S3
	(10)	Zona con presenza di coperture colluviali	S3

POSSIBILI EFFETTI	
	(1) ACCENTUAZIONE DEI FENOMENI DI INSTABILITA' IN ATTO E POTENZIALI DOVUTI AD EFFETTI DINAMICI QUALI POSSONO VERIFICARSI IN OCCASIONE DI EVENTI SISMICI
	(2A)
	(2B)
	(4) CEDIMENTI DIFFUSI
	(8) AMPLIFICAZIONE SISMICA DOVUTA A MORFOLOGIE SEPOLTE
	(9) AMPLIFICAZIONE DIFFUSA DEL MOTO DEL SUOLO DOVUTA ALLA DIFFERENZA DI RISPOSTA SISMICA TRA SUBSTRATO E COPERTURA DOVUTA A FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA
	(10)

 Profilo sismico a rifrazione con sigla identificativa e posizione del primo ed ultimo geofono

 Prova Re.Mi. (Refraction Microtremor) con indicazione del valore di Vs30 (m/s)

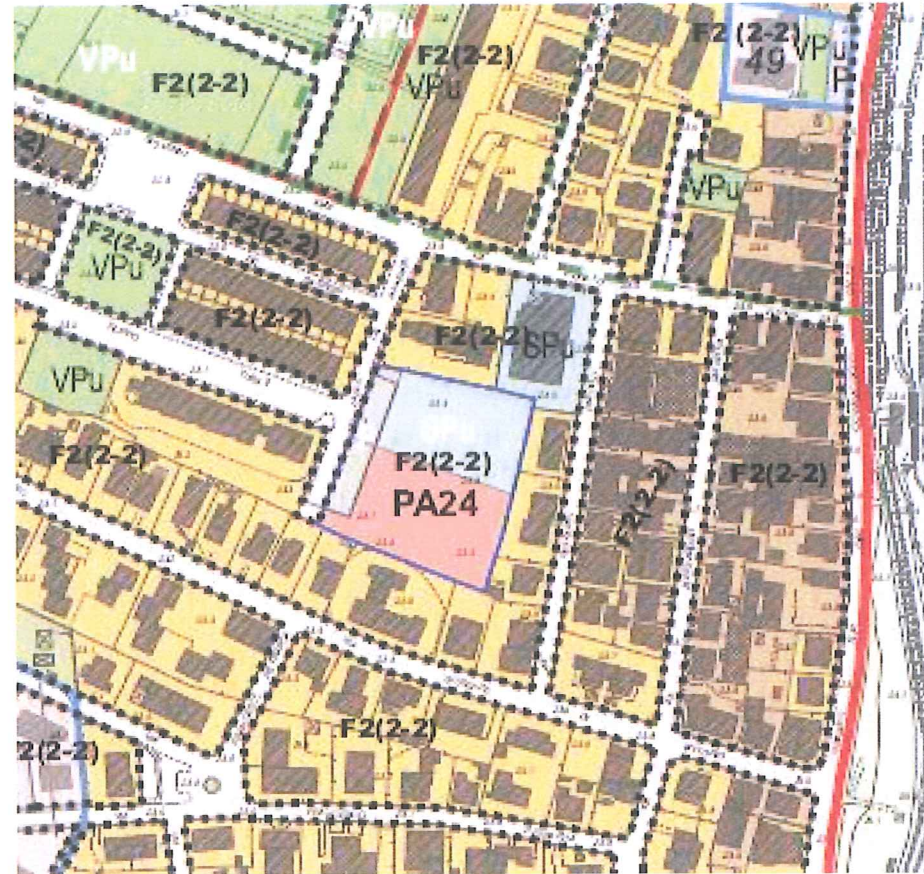
 Traccia sezione geostratigrafica generale

CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

Scala 1:5.000

tratta da
INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE
DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

L.R. n° 1-2005, D.C.R. n° 72-2007, D.P.C.M. 6/05/2005, D.P.G.R. n°26/r-2007



AREA SOGGETTA A P.D.L

(F2)

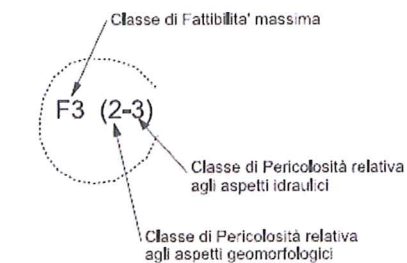
Fattibilità con normali vincoli :

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

(F3)

Fattibilità condizionata :

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



Sistema Insediativo

- Delimitazione Unità Territoriale Organica Elementare
- Area del Comparto Polo Fieristico, Espositivo e Tecnologico
- Delimitazione Comparto Piano Attuativo
- Delimitazione Zona di Recupero
- Delimitazione Piano Attuativo in zona agricola
- Delimitazione Comparto Riqualificazione Urbanistica
- Delimitazione subcomparto Piano Attuativo o Zona di Recupero
- Delimitazione lottizzazione convenzionata
- Delimitazione lottizzazione adottata
- Patrimonio edilizio di interesse storico all'interno delle U.T.O.E. (Allegato V N.T.A.)
- Patrimonio edilizio di interesse storico in zona agricola (Allegato V N.T.A.)

SUB-SISTEMA DELL'EDIFICATO STORICO (Art. 23)

- Ambito 1: Edificato di antica formazione
- Ambito 2: Edificato formatosi attraverso la crescita in margine al perimetro del nucleo antico (1° fase)
- Ambito 3: Edificato formatosi attraverso l'espansione lineare ed il completamento del tessuto (2° e 3° fase)
- Patrimonio storico-architettonico esterno al tessuto consolidato

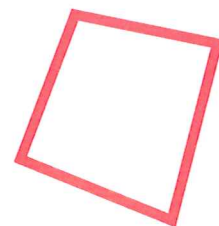
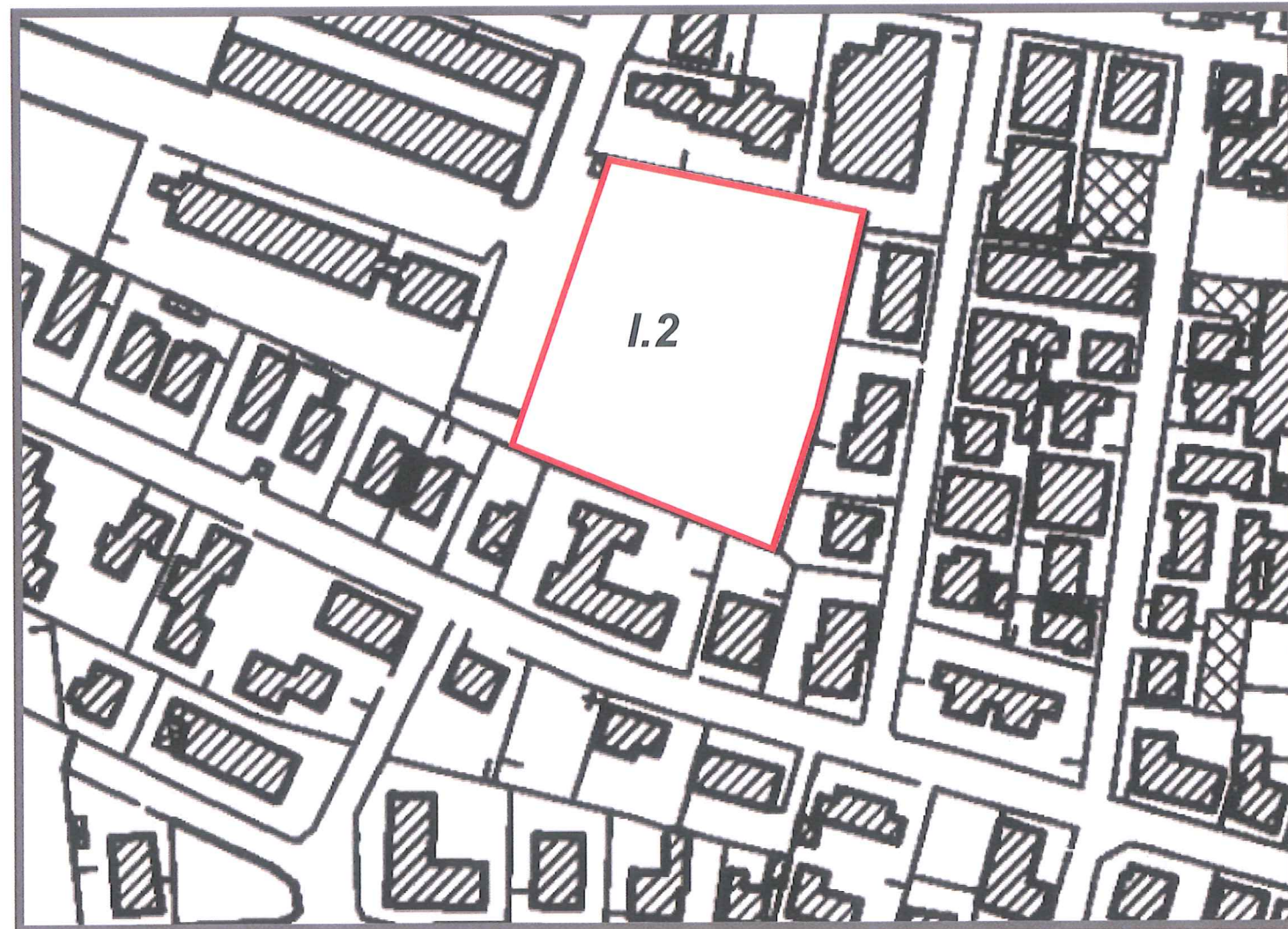
SUB-SISTEMA DELL'EDIFICATO DI RECENTE FORMAZIONE (Art. 24)

- Ambito 1: Espansione urbana di recente formazione a carattere prevalentemente residenziale
- Ambito 2: Aree di espansione in fase di attuazione
- Ambito 2b: Aree di espansione di nuova previsione

SUB-SISTEMA DEGLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (Art. 25)

- Ambito 1: Aree produttive interne all'edificato monofunzionale o congiunte alla residenza
- Ambito 2: Zona artigianale consolidata
- Ambito 3a: Zona artigianale in fase di attuazione
- Ambito 3b: Zona artigianale di nuova previsione

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
(ai sensi D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R, punto C.2)



Area soggetta a P.d.L.

LEGENDA

I.1

PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA

Aree collinari o montane prossime ai corsi d' acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni

B) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell' argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

I.2

PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA

Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni.

I.3

PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni.

I.4

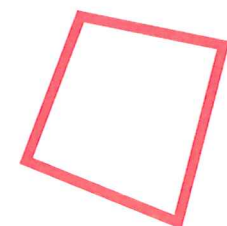
PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA

Aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

(ai sensi D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R, punto C.1)

Scala 1:2.000



Area soggetta a P.d.L.

LEGENDA

G.1 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi

G.2 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto

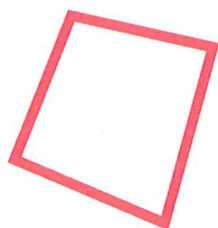
G.3 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA ELEVATA

Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

G.4 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MOLTO ELEVATA

Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
(rielaborata ai sensi D.P.G.R. n. 53/R, punto C.5)
Scala 1:2.000



Area soggetta a P.d.L.

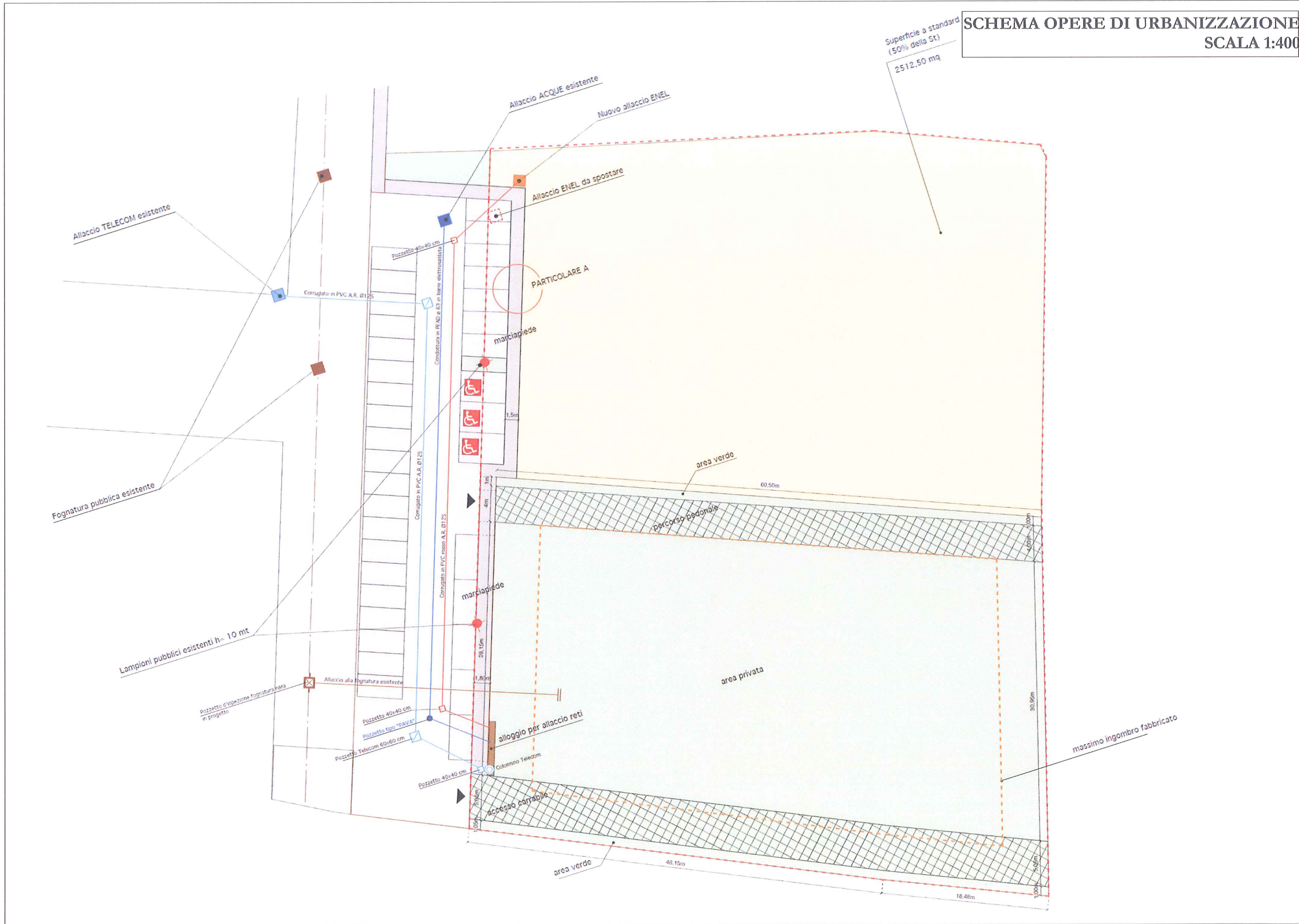
S.2

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA

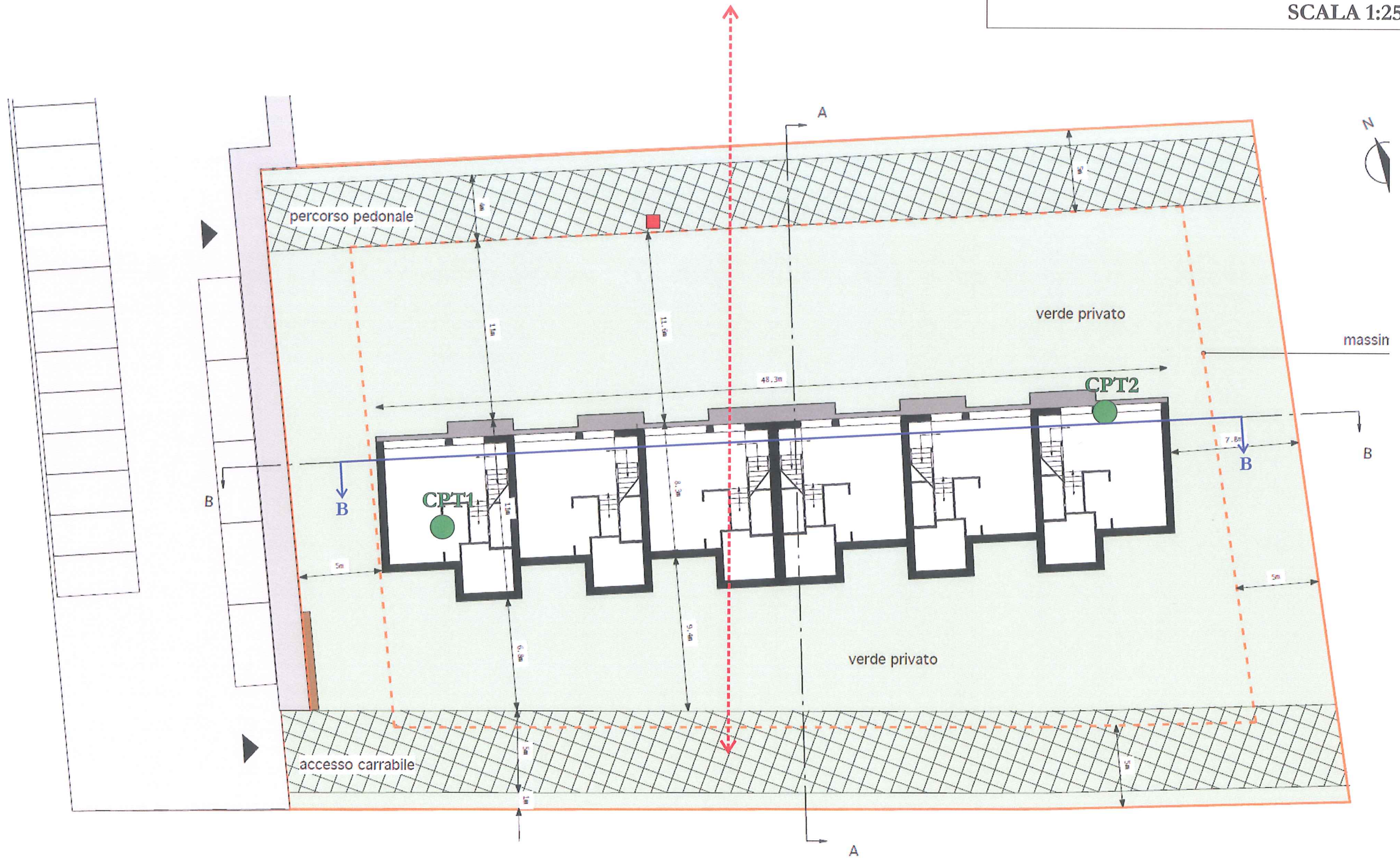
Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3.)

SCHEMA OPERE DI URBANIZZAZIONE
SCALA 1:400

Superficie a standard
(50% della St)
2512.50 mq



PLANIMETRIA TIPOLOGIA EDILIZIA
SCALA 1:250



LEGENDA

- CPT2 Prove penetrometriche statiche
- ↔ traccia sez. litostratigrafica
- Ubicazione rilevazione microtremore
- ↔ Indagine sismica Masw

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow spinta) $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L_t) \times C_t$$

$$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = qc / fs$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

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

- 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

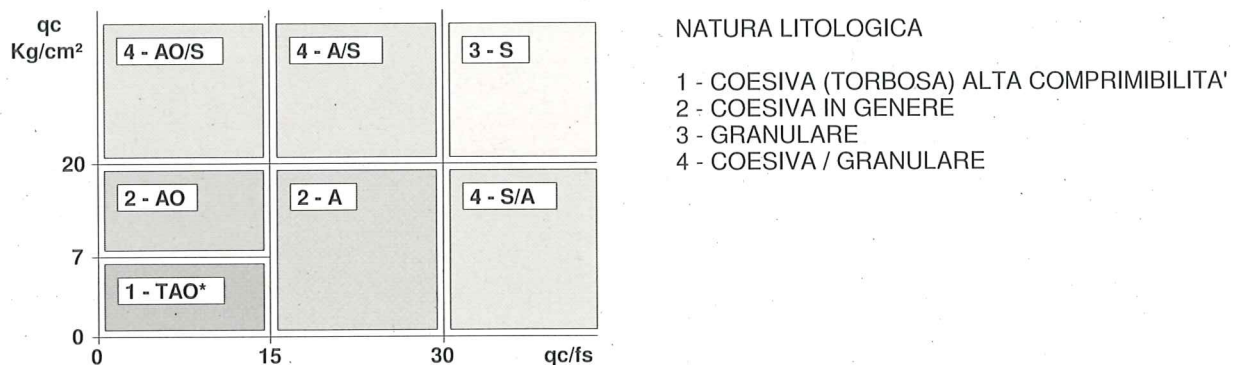
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$qc \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(qc / fs) > 30$

$qc \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(qc / fs) < 30$



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = indice plastico]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - qc - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - qc - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata
 ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniorne
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : PARROCCHIA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA
 - lavoro : PIANO DI LOTTIZZAZIONE
 - località : PONSACCO VIA CADUTI DEI CARABINIERI
 - assist. cantiere :

- data : 06/12/2013
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,47	----	5,20	19,0	40,0	19,0	1,27	15,0
0,40	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0	5,40	18,0	37,0	18,0	1,00	18,0
0,60	9,0	14,0	9,0	0,47	19,0	5,60	15,0	30,0	15,0	0,80	19,0
0,80	9,0	16,0	9,0	0,73	12,0	5,80	16,0	28,0	16,0	0,47	34,0
1,00	20,0	31,0	20,0	1,40	14,0	6,00	14,0	21,0	14,0	0,67	21,0
1,20	21,0	42,0	21,0	1,67	13,0	6,20	12,0	22,0	12,0	0,67	18,0
1,40	18,0	43,0	18,0	1,53	12,0	6,40	14,0	24,0	14,0	0,53	26,0
1,60	15,0	38,0	15,0	1,53	10,0	6,60	15,0	23,0	15,0	0,73	20,0
1,80	13,0	36,0	13,0	1,07	12,0	6,80	15,0	26,0	15,0	0,80	19,0
2,00	11,0	27,0	11,0	0,67	16,0	7,00	19,0	31,0	19,0	1,40	14,0
2,20	11,0	21,0	11,0	0,60	18,0	7,20	22,0	43,0	22,0	1,47	15,0
2,40	13,0	22,0	13,0	0,53	24,0	7,40	20,0	42,0	20,0	1,07	19,0
2,60	16,0	24,0	16,0	0,60	27,0	7,60	17,0	33,0	17,0	0,60	28,0
2,80	12,0	21,0	12,0	0,80	15,0	7,80	13,0	22,0	13,0	0,47	28,0
3,00	14,0	26,0	14,0	0,73	19,0	8,00	16,0	23,0	16,0	1,27	13,0
3,20	17,0	28,0	17,0	1,27	13,0	8,20	17,0	36,0	17,0	0,93	18,0
3,40	17,0	36,0	17,0	0,87	20,0	8,40	44,0	58,0	44,0	1,40	31,0
3,60	22,0	35,0	22,0	1,20	18,0	8,60	39,0	60,0	39,0	2,13	18,0
3,80	23,0	41,0	23,0	1,20	19,0	8,80	20,0	52,0	20,0	1,33	15,0
4,00	16,0	34,0	16,0	0,93	17,0	9,00	19,0	39,0	19,0	1,20	16,0
4,20	15,0	29,0	15,0	0,87	17,0	9,20	22,0	40,0	22,0	0,80	27,0
4,40	17,0	30,0	17,0	1,07	16,0	9,40	19,0	31,0	19,0	0,73	26,0
4,60	17,0	33,0	17,0	1,13	15,0	9,60	12,0	23,0	12,0	0,80	15,0
4,80	19,0	36,0	19,0	1,27	15,0	9,80	12,0	24,0	12,0	0,53	22,0
5,00	19,0	38,0	19,0	1,40	14,0	10,00	13,0	21,0	13,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (senza anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : PARROCCHIA DI NSAN GIOVANNI EVANGELISTA
 - lavoro : PIANO DI LOTTIZZAZIONE
 - località : PONSACCO VIA CADUTI DEI CARABINIERI
 - assist. cantiere :

- data : 06/12/2013
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,47	----	4,80	17,0	34,0	17,0	1,40	12,0
0,40	7,0	14,0	7,0	0,60	12,0	5,00	18,0	39,0	18,0	1,33	13,0
0,60	11,0	20,0	11,0	1,13	10,0	5,20	18,0	38,0	18,0	1,27	14,0
0,80	12,0	29,0	12,0	1,20	10,0	5,40	17,0	36,0	17,0	1,20	14,0
1,00	15,0	33,0	15,0	1,33	11,0	5,60	17,0	35,0	17,0	1,40	12,0
1,20	17,0	37,0	17,0	1,40	12,0	5,80	18,0	39,0	18,0	0,80	22,0
1,40	17,0	38,0	17,0	1,27	13,0	6,00	12,0	24,0	12,0	0,67	18,0
1,60	15,0	34,0	15,0	1,20	12,0	6,20	13,0	23,0	13,0	0,73	18,0
1,80	11,0	29,0	11,0	0,60	18,0	6,40	13,0	24,0	13,0	0,67	19,0
2,00	9,0	18,0	9,0	0,40	22,0	6,60	16,0	26,0	16,0	0,80	20,0
2,20	10,0	16,0	10,0	0,53	19,0	6,80	18,0	30,0	18,0	1,07	17,0
2,40	13,0	21,0	13,0	0,47	28,0	7,00	17,0	33,0	17,0	0,40	42,0
2,60	11,0	18,0	11,0	0,60	18,0	7,20	17,0	23,0	17,0	1,20	14,0
2,80	10,0	19,0	10,0	0,67	15,0	7,40	22,0	40,0	22,0	0,87	25,0
3,00	12,0	22,0	12,0	0,60	20,0	7,60	23,0	36,0	23,0	1,07	22,0
3,20	16,0	25,0	16,0	1,07	15,0	7,80	46,0	62,0	46,0	0,80	57,0
3,40	16,0	32,0	16,0	1,13	14,0	8,00	48,0	60,0	48,0	1,13	42,0
3,60	15,0	32,0	15,0	0,73	20,0	8,20	51,0	68,0	51,0	1,33	38,0
3,80	15,0	26,0	15,0	0,67	22,0	8,40	20,0	40,0	20,0	0,80	25,0
4,00	16,0	26,0	16,0	0,87	18,0	8,60	18,0	30,0	18,0	0,93	19,0
4,20	13,0	26,0	13,0	0,80	16,0	8,80	18,0	32,0	18,0	0,93	19,0
4,40	14,0	26,0	14,0	1,07	13,0	9,00	15,0	29,0	15,0	-----	----
4,60	15,0	31,0	15,0	1,13	13,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

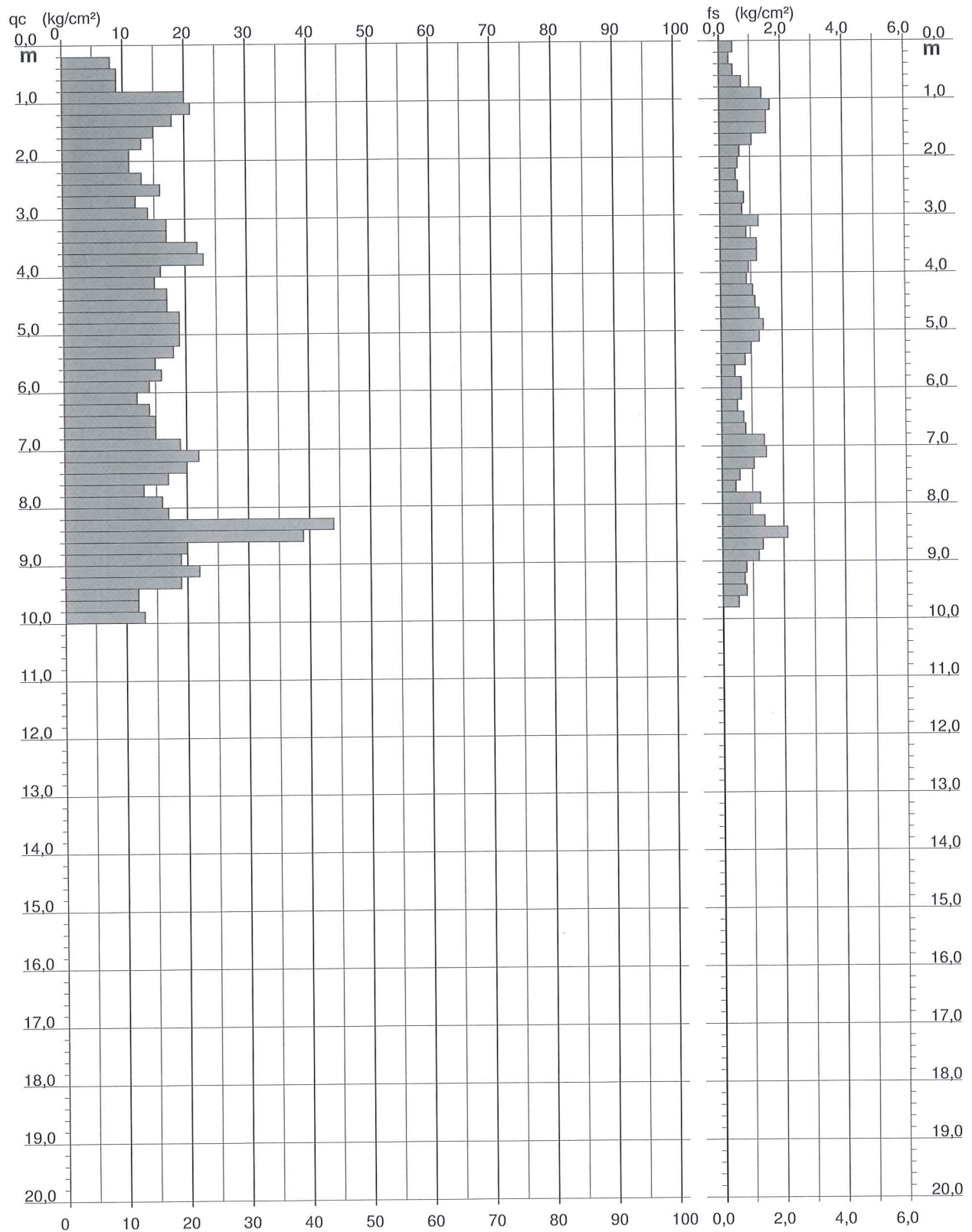
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : PARROCCHIA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA
 - lavoro : PIANO DI LOTTIZZAZIONE
 - località : PONSACCO VIA CADUTI DEI CARABINIERI
 - assist. cantiere :

- data : 06/12/2013
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA

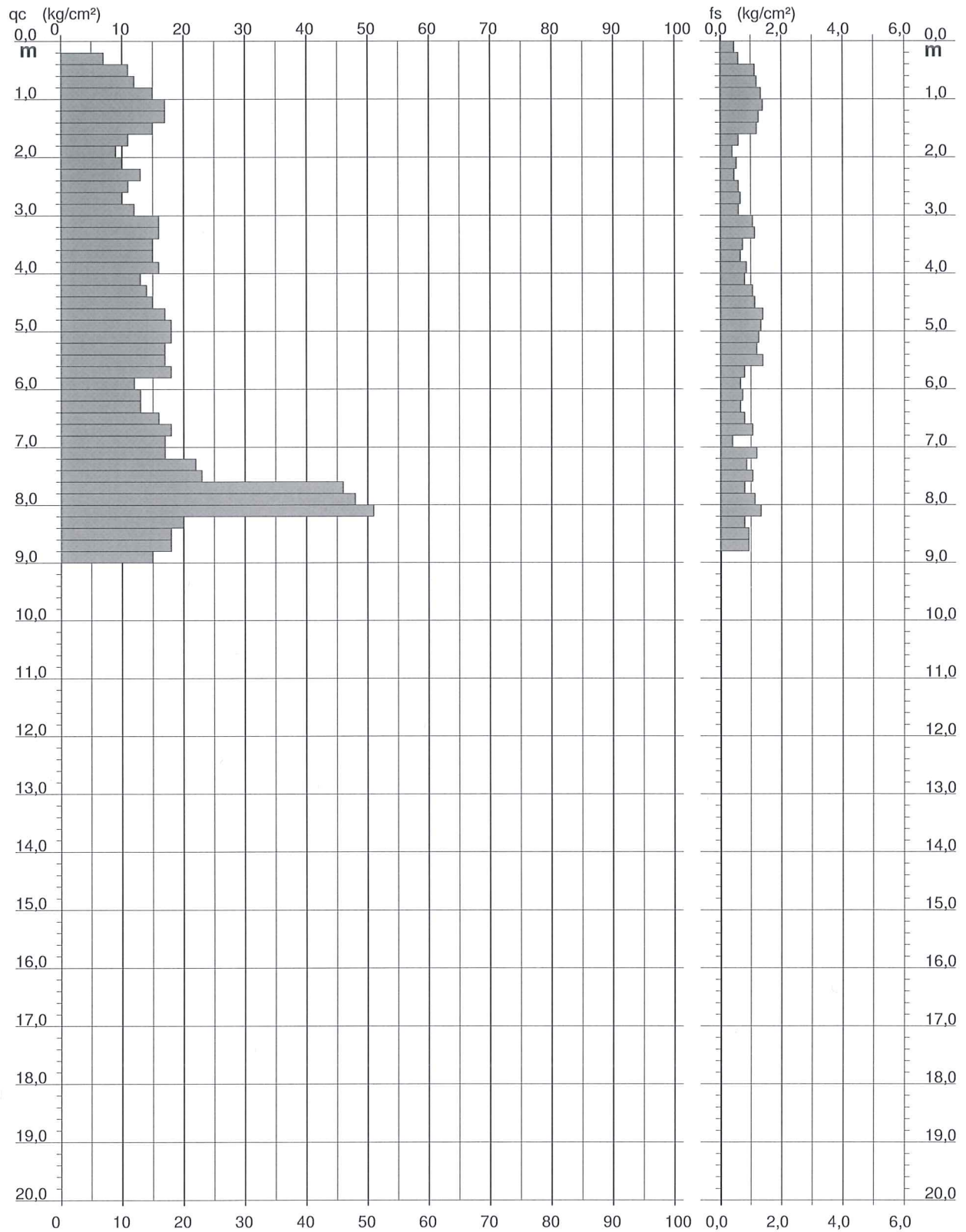
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : PARROCCHIA DI NSAN GIOVANNI EVANGELISTA
 - lavoro : PIANO DI LOTTIZZAZIONE
 - località : PONSACCO VIA CADUTI DEI CARABINIERI
 - assist. cantiere :

- data : 06/12/2013
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

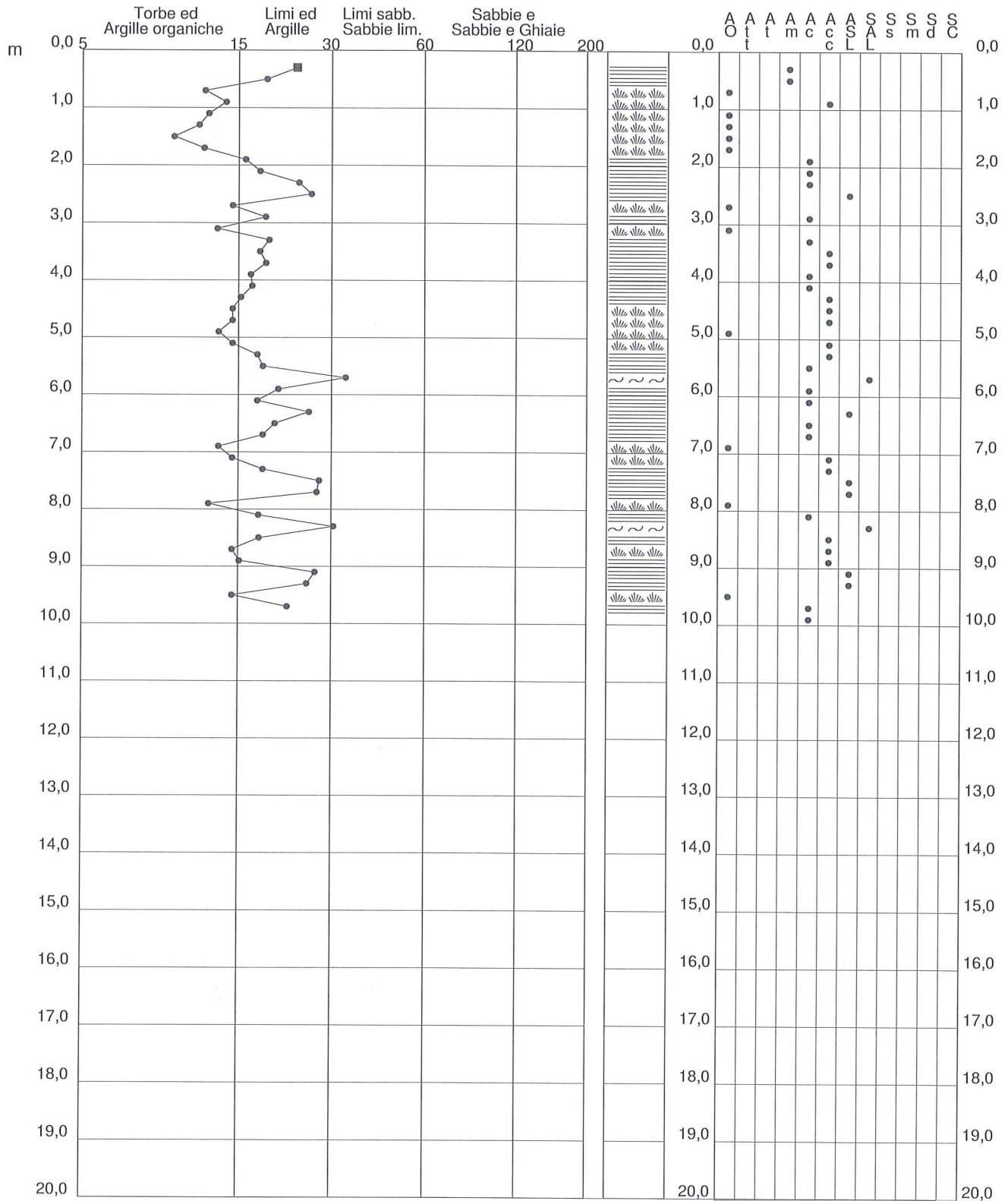
2.0105-157

- committente : PARROCCHIA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA
 - lavoro : PIANO DI LOTTIZZAZIONE
 - località : PONSACCO VIA CADUTI DEI CARABINIERI
 - assist. cantiere :

- data : 06/12/2013
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

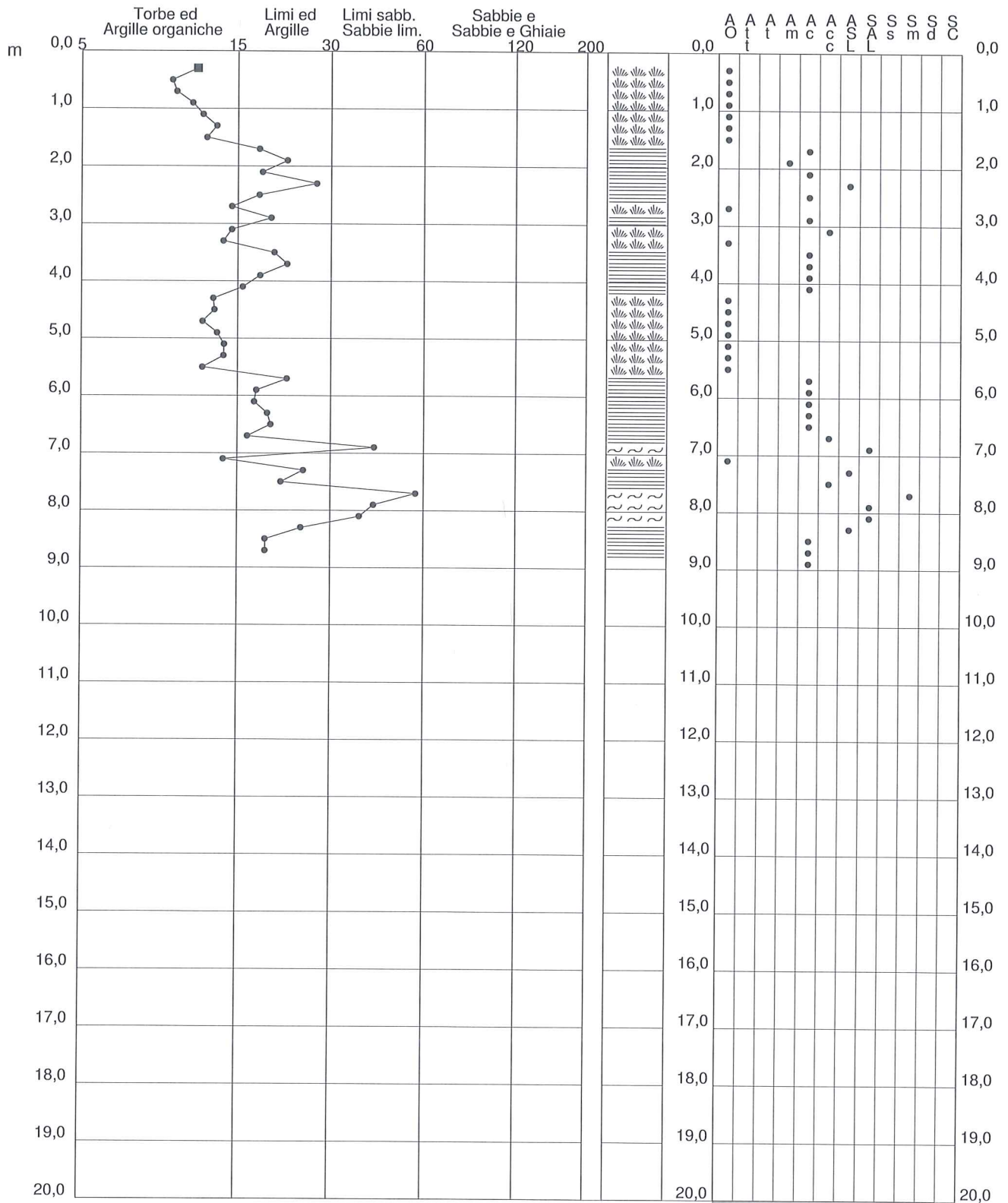
2.0105-157

- committente : PARROCCHIA DI NSAN GIOVANNI EVANGELISTA
 - lavoro : PIANO DI LOTTIZZAZIONE
 - località : PONSACCO VIA CADUTI DEI CARABINIERI
 - assist. cantiere :

- data : 06/12/2013
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)





Andrea Casella Geologo

studio tecnico - Piazza Berlinguer 38, 56010 Metato (San Giuliano Terme - PI)

INDAGINE GEOFISICA IN SISMICA PASSIVA SU UN'AREA POSTA IN PONSACCO (PI) VIA CARABINIERI



DICEMBRE 2013



INDAGINE GEOFISICA IN SISMICA PASSIVA SU UN'AREA POSTA IN PONSACCO (PI) VIA CARABINIERI.

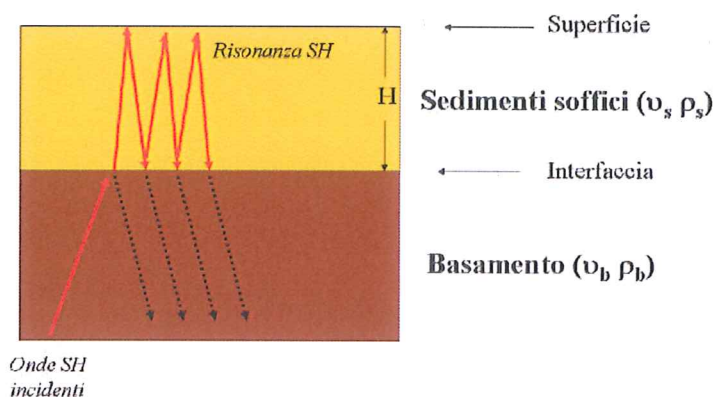
GENERALITÀ

La sismica passiva studia il microtremore sismico ambientale (rumore sismico); questa sfrutta il fatto che il "rumore", pur non recando l'informazione relativa alla sua sorgente, risulta sensibile alla locale struttura presso la stazione di misura.

La strumentazione per eseguire misure di sismica passiva può operare in spazi ridotti, non necessita di energizzazioni e permette di indagare profondità molto elevate. I tempi di esecuzione sono relativamente bassi.

Il rumore sismico ambientale deriva dalla composizione di molte sorgenti che agiscono in tempi diversi e in zone diverse. Nel campo del rumore sono rappresentate sia onde di volume (fronte d'onda sferico) sia onde di superficie (fronte d'onda cilindrico), ma le onde di superficie hanno carattere dominante, perché caratterizzate da minore attenuazione.

Quando fra 2 superfici esiste una variazione significativa dell'impedenza acustica si ha il fenomeno della risonanza, che deriva dall'intrappolamento di energia sismica (essenzialmente delle fasi SH) all'interno delle coperture ovvero fra la superficie e un basamento rigido qui inteso come una formazione "caratterizzata da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti" delle onde.



L'equazione della risonanza è la seguente:

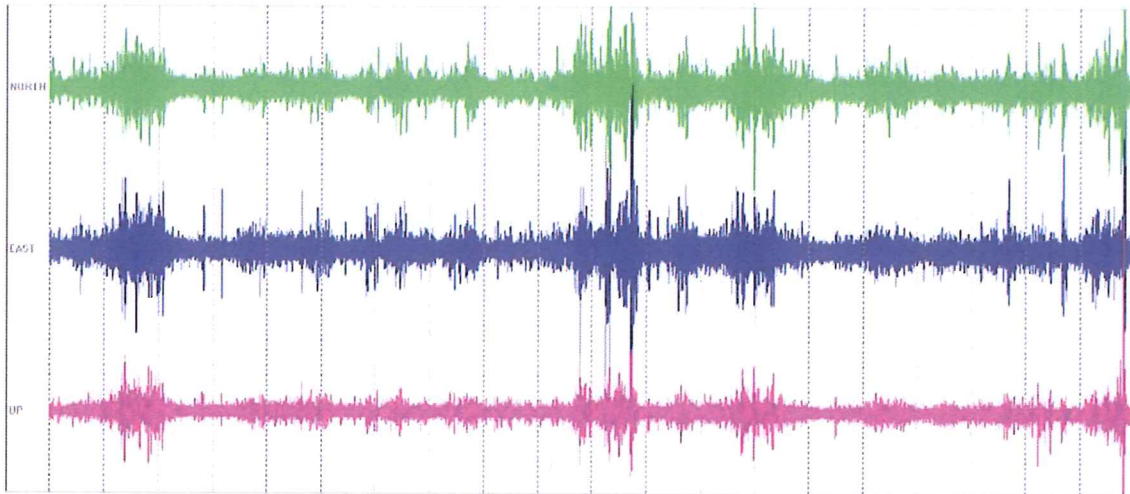
$$f = n \frac{V_s}{4H} \quad n = 1, 3, 5, \dots$$

dove n indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.), V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato oggetto di risonanza e H è lo spessore di detto strato.

Nella maggior parte dei casi, a causa dell'attenuazione delle coperture, il solo modo visibile è il fondamentale.

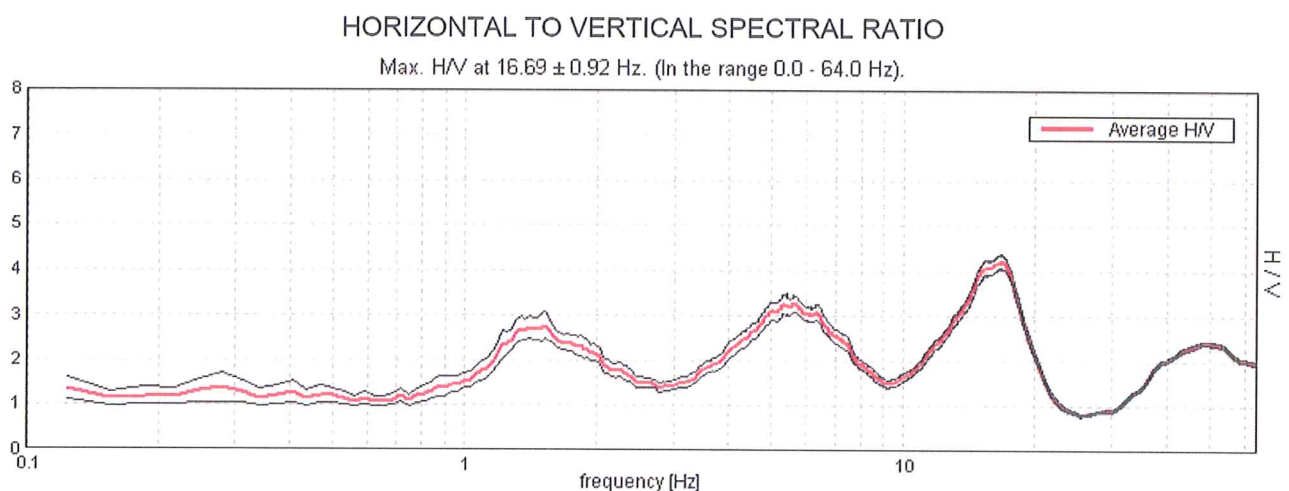
Le registrazioni in campagna vengono effettuate mediante un *tromografo*, che consiste in un'apparecchiatura che riunisce una terna di sensori velocimetrici orientati su tre direzioni ortogonali:

- 2 nella componente orizzontale dello spostamento (tra loro ortogonali) per misure su suoli ordinariamente corrispondenti alle direzioni NS ed EW;
- 1 nella componente verticale (up-down).



I diagrammi relativi a tali registrazioni vengono elaborati attraverso la determinazione dell'intensità del segnale in sottofinestre di determinata durata, e trasformati in spettri H/V.

Nella pratica si utilizza il rapporto H/V perché è un buon normalizzatore e un buon estimatore delle frequenze di risonanza dei terreni; i valori assoluti degli spettri orizzontali e verticali variano infatti con il livello assoluto del rumore ambientale, mentre la forma dello spettro e in particolare il rapporto tra le ampiezze orizzontale e verticale si mantiene più stabile, e per il suo carattere stocastico mostra caratteristiche correlabili con la struttura locale del suolo. Alle frequenze caratteristiche di vibrazione dei suoli corrisponde infatti un decremento del segnale della componente verticale, che determina un picco nel rapporto spettrale rappresentato dal grafico seguente.

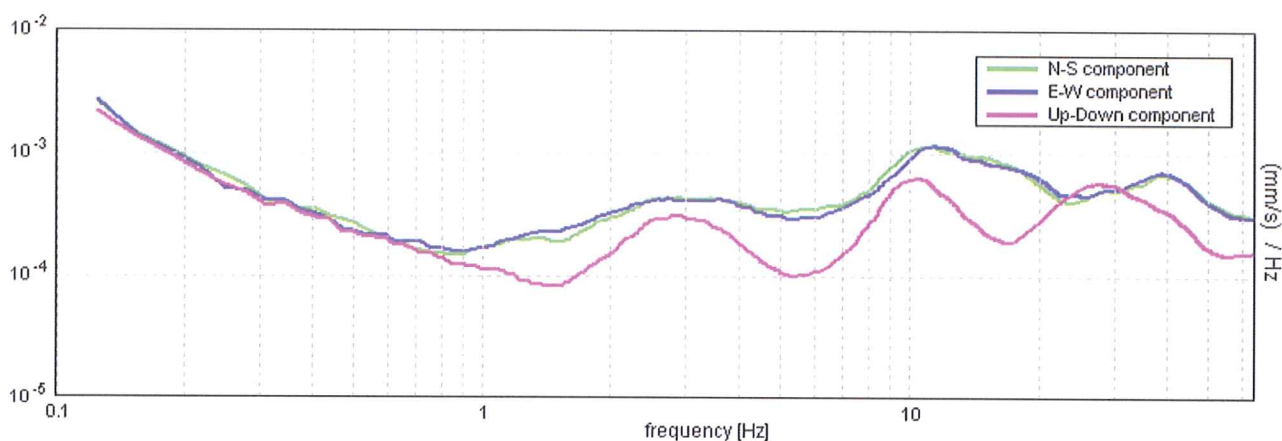


In un mezzo senza contrasti di impedenza (es. un ammasso roccioso sano) la curva H/V risulta teoricamente piatta e con valore medio tra 0,7 e 1,0 (in funzione del modulo μ).

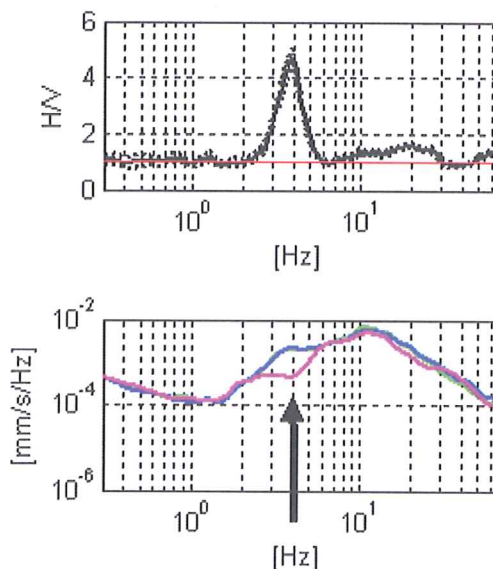
La presenza di un picco nella curva H/V può essere data da un fenomeno di risonanza, causato da una variazione di velocità delle onde sismiche nel terreno, e quindi da passaggi stratigrafici caratterizzati da un notevole contrasto tra le velocità sismiche stesse.

Dato che tali picchi su H/V possono essere dovuti anche ad artefatti e transienti, H/V deve essere sempre analizzato alla luce degli spettri delle singole componenti.

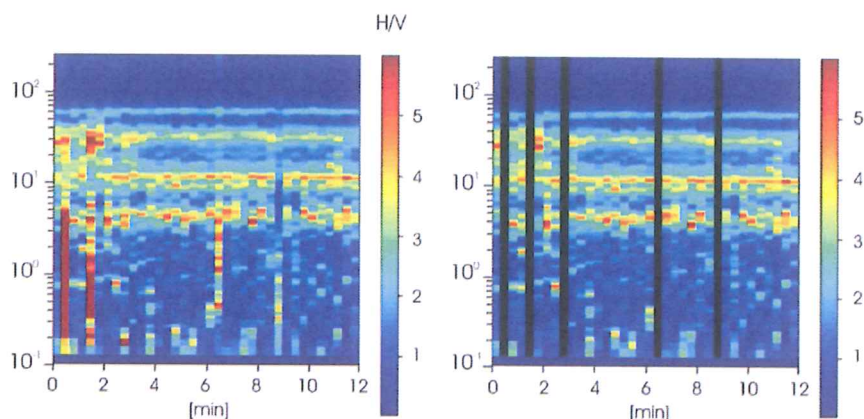
SINGLE COMPONENT SPECTRA



Un picco di natura stratigrafica (e non artefattuale) presenta un minimo locale della componente spettrale verticale, mentre picchi spettrali (di solito aguzzi) su tutte le 3 componenti del moto sono di origine antropica.

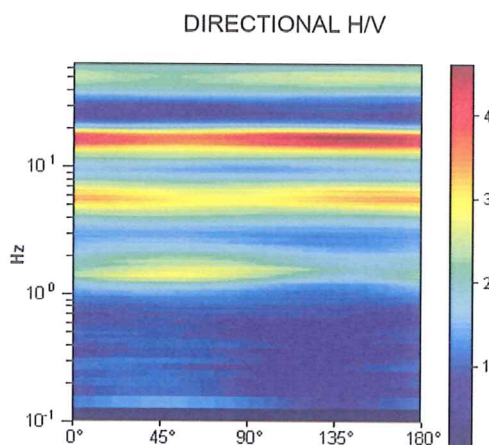


L'elaborazione degli spettri H/V comporta quindi un'analisi ragionata dei vari picchi, uno *smoothing* (nel lavoro in oggetto è stato adottato *triangolare* al 10%) e una valutazione sugli spettri nelle varie "finestre" di tempo in cui è stata suddivisa l'acquisizione, in modo da poter eventualmente rimuovere gli intervalli di misura caratterizzati da disturbi.



Di solito è consigliabile effettuare le correzioni nel dominio delle frequenze, e non operare nel dominio del tempo, in quanto in tale contesto non è agevole identificare quali perturbazioni siano relative ad artefatti e transienti.

Altro aspetto importante da considerare è la *stabilità direzionale* del segnale, che è un elemento a favore della valenza stratigrafica del picco analizzato.



CAMPAGNA DI PROSPEZIONI IN OGGETTO

Le prospezioni sono state eseguite mediante l'utilizzo di uno strumento TROMINO® della Micromed Geophysics, espressamente progettato per misure di microtremore.



TROMINO® è uno strumento efficiente per la misura del rumore sismico; presenta ridotte dimensioni e peso, e bassissimo consumo di energia. L'alta risoluzione dell'elettronica digitale impiegata consente di ottimizzare la misura del microtremore nell'intervallo di frequenze compreso fra 0.1 e 200 Hz; i sensori sono costituiti da una terna di velocimetri smorzati criticamente che trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 23 bit. Le caratteristiche progettuali consentono una accuratezza relativa maggiore di 10^{-4} sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz.

L'assenza di cavi esterni consente inoltre di lasciare virtualmente imperturbato il campo d'onda presente nell'ambiente..

Lo strumento dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali. Il moto del terreno viene amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash.

I dati registrati da TROMINO® possono essere scaricati, organizzati, archiviati, visualizzati e analizzati tramite il programma *Grilla* fornito assieme allo strumento. Esso include inoltre procedure per l'analisi spettrale di base e per l'analisi *HVSR* anche secondo le direttive fornite dal progetto di ricerca europeo *SESAME*.

* * *

Il lavoro si è articolato individuando, nella zona da indagare, una stazione di misura, nella quale è stata effettuata una rilevazione del microtremore sismico ambientale con le seguenti modalità:

- durata dell'acquisizione pari a 20' ;
- suddivisione dell'acquisizione stessa in "finestre" temporali di 20" ;
- frequenza di campionamento pari a 128 Hz.

Lo strumento è stato orientato verso Nord, ed è risultato lontano da fonti di rumore tali da ostacolare e/o obliterare una corretta acquisizione dei segnali. Per la stazione di misura è stata redatta una scheda che illustra la posizione di dettaglio da cartografia e da documentazione fotografica, con le caratteristiche descrittive del sito di indagine.

CRITERI DI ANALISI DELLE MISURE

I dati di campagna sono stati in primo luogo trattati con una procedura di analisi o trattamento consistente in:

- lisciatura triangolare al 5%
- analisi temporale dell'intero spettro (0-64 Hz) in sottofinestre di 20 s
- analisi direzionale con step di 5°.

Successivamente, analizzato il dato ottenuto, è stato deciso di utilizzare una lisciatura triangolare al 10%. Si è poi effettuata una "pulizia" tramite eliminazione delle sottofinestre temporali contenenti sollecitazioni transienti, con nuova analisi sulle sole finestre selezionate, fino al raggiungimento di un risultato il più possibile chiaro.

Dato che esiste un picco ad alta frequenza privo di significato lito-stratigrafico, di ampiezza H/V leggermente superiore ad altro più significativo a bassa frequenza, è stata ripetuta la procedura di interpretazione limitando il range di frequenze di analisi dei picchi, in modo che nel *report* le note finali relative alle linee guida *SESAME* sono relative al picco significativo presente nell'ambito della traccia.

CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE

Le singole misure sono soggette alle valutazioni sulla "robustezza" statistica del dato secondo i criteri del protocollo *SESAME*, automaticamente inserito nei singoli report, secondo quanto accennato al paragrafo precedente.

Nell'interpretare la tabella *SESAME* di significatività dei picchi H/V bisogna considerare che ogni sito può generare più di una risonanza, e che non esiste una risonanza fondamentale in assoluto. In effetti è stato scelto il picco da analizzare in base al suo significato in relazione agli scopi del lavoro in oggetto.

- I primi 3 criteri della tabella dicono se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata. E' opportuno che questi 3 criteri siano tutti soddisfatti. Se così non fosse, tipicamente è necessario rianalizzare la registrazione aumentando il parametro WINDOW SIZE.
- I secondi 6 criteri della tabella dicono se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile (preferibilmente almeno 5 su 6) ma si ricordi che eventuali NO su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male ma implicano che non ci sono picchi significativi. Ad esempio una registrazione su roccia "sana" darebbe NO su tutti questi criteri.

Un'ulteriore classificazione dei risultati può essere effettuata tenendo conto dei criteri adottati nello studio di "Microzonazione Sismica per la ricostruzione dell'area Aquilana" a cura del Dipartimento della Protezione Civile, e finalizzati a una valutazione più generale, e più restrittiva, della qualità del dato acquisito, secondo i seguenti parametri:

- stazionarietà del segnale nel campo dello sviluppo temporale dello spettro
- isotropia del segnale nel campo dello sviluppo direzionale dello spettro
- presenza di rumore elettromagnetico, con particolare riferimento al campo di frequenza di eventuali picchi
- plausibilità fisica del picco
- robustezza statistica del picco (comprensiva dei primi 3 criteri *SESAME*)
- durata della misura.

Le misure sono classificabili:

- in CLASSE A di qualità quando soddisfano tutti i criteri, fatta eccezione per gli spettri piatti che ovviamente disattendono i criteri *SESAME* per assenza di picchi significativi;
- in CLASSE B quando ne disattendono almeno uno ma mantengono buona leggibilità;

- in CLASSE C quando contengono elementi di disturbo invalidanti ai fini della corretta interpretazione.

Nel primo caso le misure sono utilizzabili anche da sole, nel secondo caso sono utilizzabili con cautela e unitamente ad altre misure effettuate nell'ambito della lunghezza d'onda di interesse, nel terzo caso vanno scartate.

Limitatamente ai primi due casi sono poi definite le sottoclassi 1 e 2 in base alla presenza o meno di un picco chiaro.

* * *

Nella traccia H/V in oggetto è presente un picco con significato stratigrafico a 1.16 Hz (H/V=2.9), piuttosto blando, con buona stazionarietà e stabilità direzionale. Considerando anche i criteri *Sesame*, e il fatto che il picco non risulta particolarmente netto, si opta per una classificazione **A2**.

Altro picco è stato rilevato a una frequenza di 48 Hz, ma esso non ha interesse litostratigrafico.

ALLEGATI :

- scheda relativa alla stazione di misura
- report relativo all'elaborazione

Ponsacco, Dicembre 2013



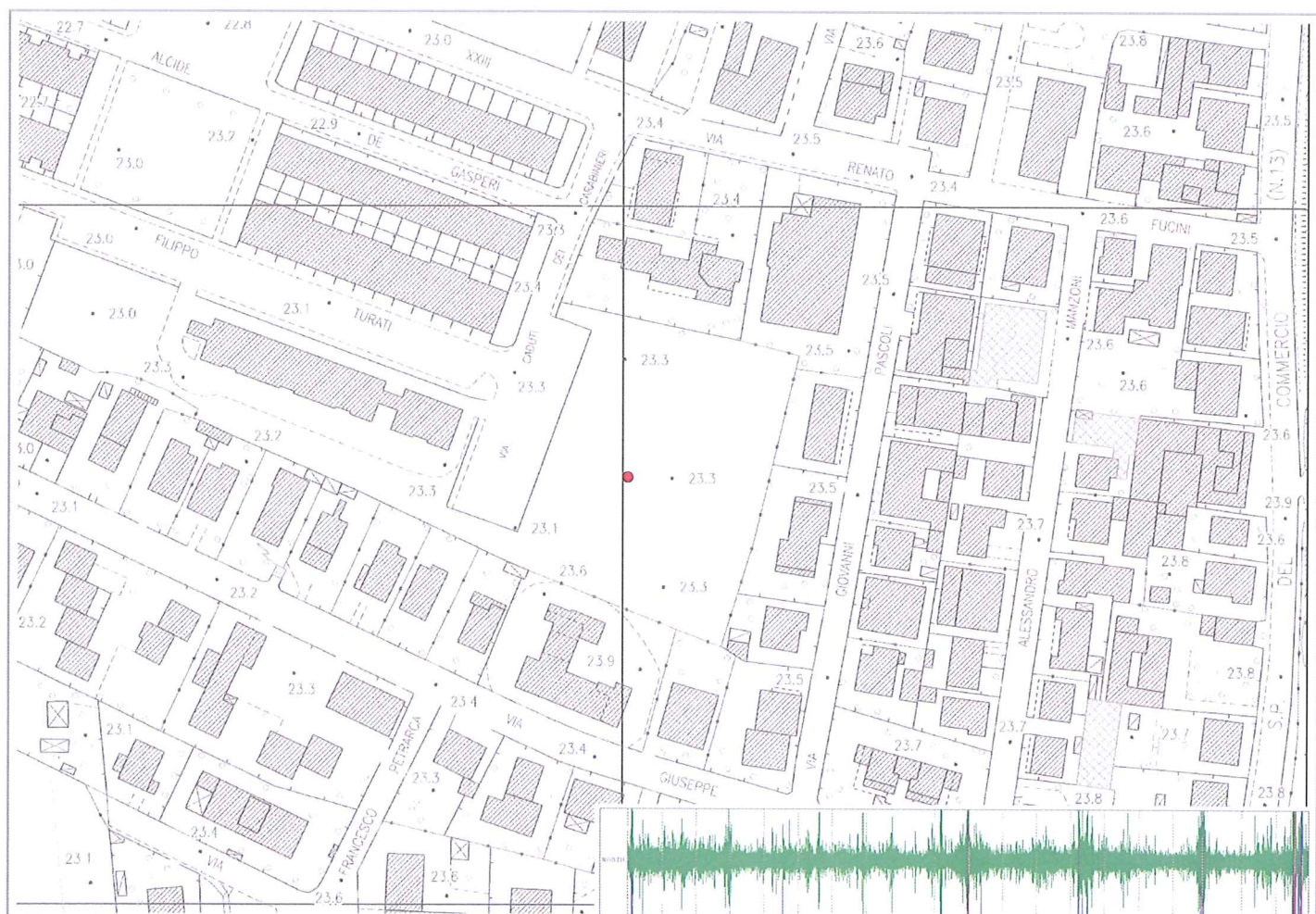
INDAGINE HVSR LOCALITA' PONSACCO (PI)
STAZIONE DI MISURA VIA CARABINIERI



ubicazione da foto aerea



documentazione fotografica



ubicazione scala 1:2.000

orientazione > N

contesto globale : pianura alluvionale

contesto locale: area a prato

condizioni atmosferiche: sereno - vento assente

coordinate stazione - **43° 36.844' N** - **10° 37.832' E**

INDAGINE HVSR PONSACCO, STAZIONE VIA CARABINIERI

Strumento: TRZ-0158/01-11

Inizio registrazione: 12/12/13 10:30:14 Fine registrazione: 12/12/13 10:50:14

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

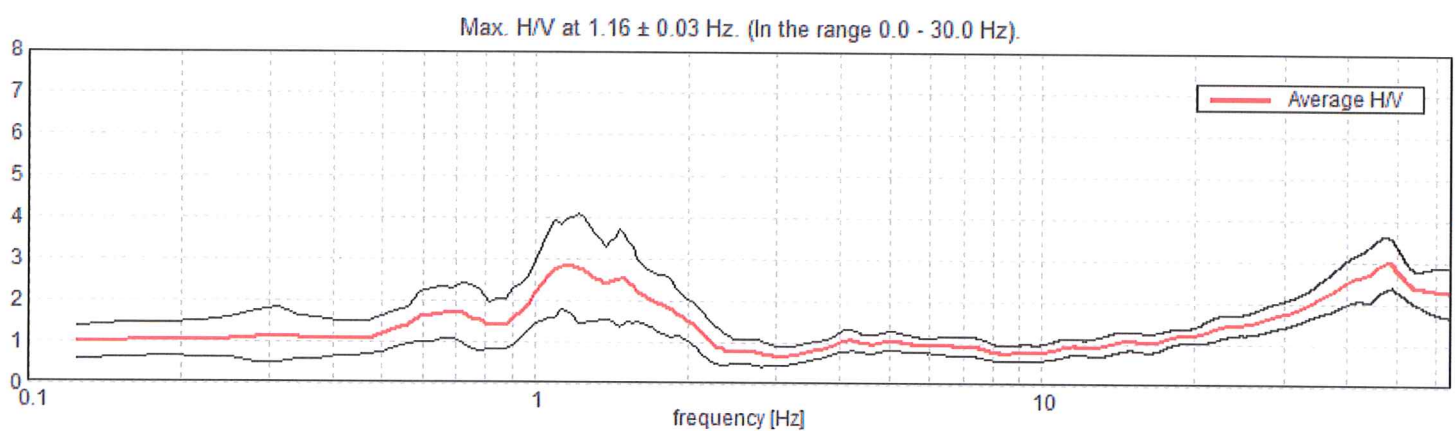
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

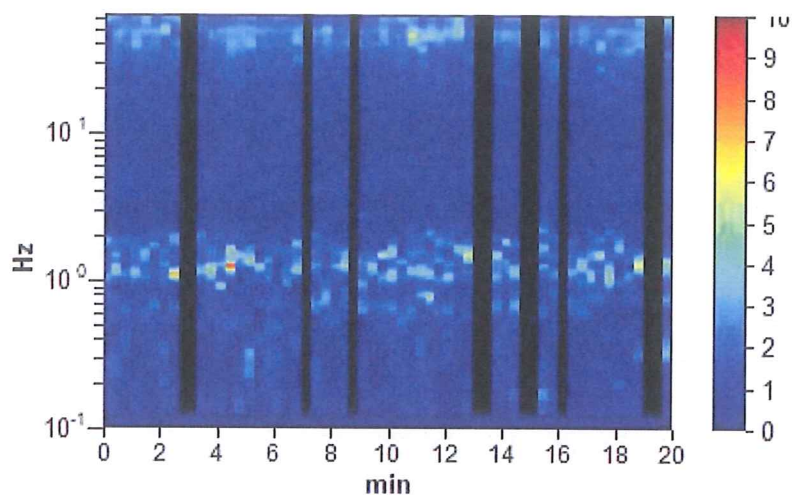
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

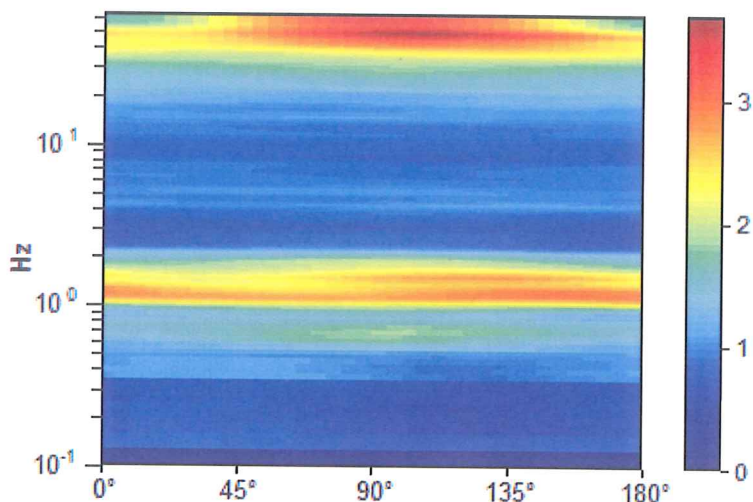
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



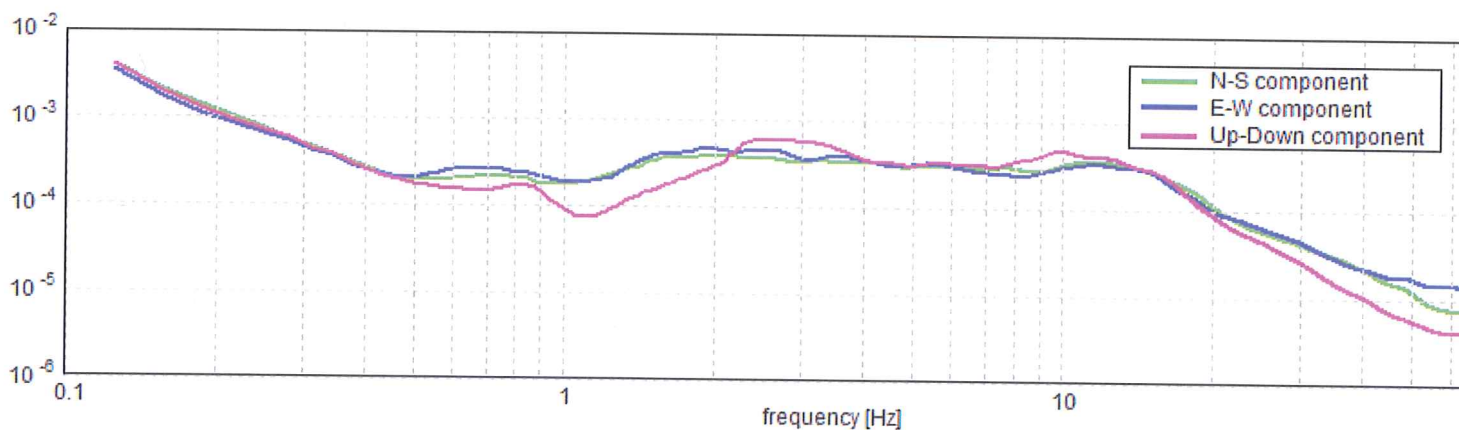
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



LINEE GUIDA SESAME (2005)

Picco H/V a 1.16 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

$f_0 > 10 / L_w$: $1.16 > 0.50$ [OK]

$nc(f_0) > 200$: $1133.1 > 200$ [OK]

$sA(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz

$sA(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 56 [OK]

Esiste f_- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f_-) < A_0 / 2$: 0.813 Hz [OK]

Esiste f_+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$: 2.094 Hz [OK]

$A_0 > 2$: $2.84 > 2$ [OK]

$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$: $|0.01228| < 0.05$ [OK]

$sf < e(f_0)$: $0.0142 < 0.11563$ [OK]

$sA(f_0) < q(f_0)$: $0.542 < 1.78$ [OK]

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.
ESEGUITA NEL COMUNE DI PONSACCO IN VIA CADUTI DEI CARABINIERI**



COMMITTENTE: Parrocchia di San Giovanni Evangelista

DICEMBRE 2013

INDICE

1 PREMESSE.....	3
2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH.....	3
3 IL METODO M.A.S.W.....	5
4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE.....	6
5 INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	7

ALLEGATI:

- *Grafici "common-shot gather" , spettro di velocità, e profilo verticale onde S*
- *Report di calcolo*

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.
ESEGUITA NEL COMUNE DI PONSACCO
VIA CADUTI DEI CARABINIERI**



1 PREMESSE

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica M.a.s.w. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguita nel Comune di Ponsacco in via Caduti dei Carabinieri.

L'indagine M.a.s.w. è stata eseguita con l'obiettivo di individuare le caratteristiche sismo-stratigrafiche dei litotipi presenti (velocità delle onde Sh), e la determinazione del parametro VS30, necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, secondo la normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008).

2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a $0.92 V_s$.

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e $0.92 V_s$.

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

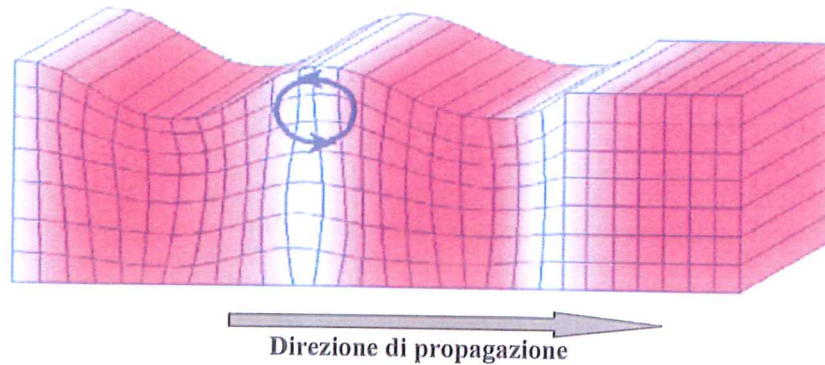


Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio V_S tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_s , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. In caso di variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propaga a una diversa velocità (velocità di fase) che a sua volta corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda. (Fig. 2)

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

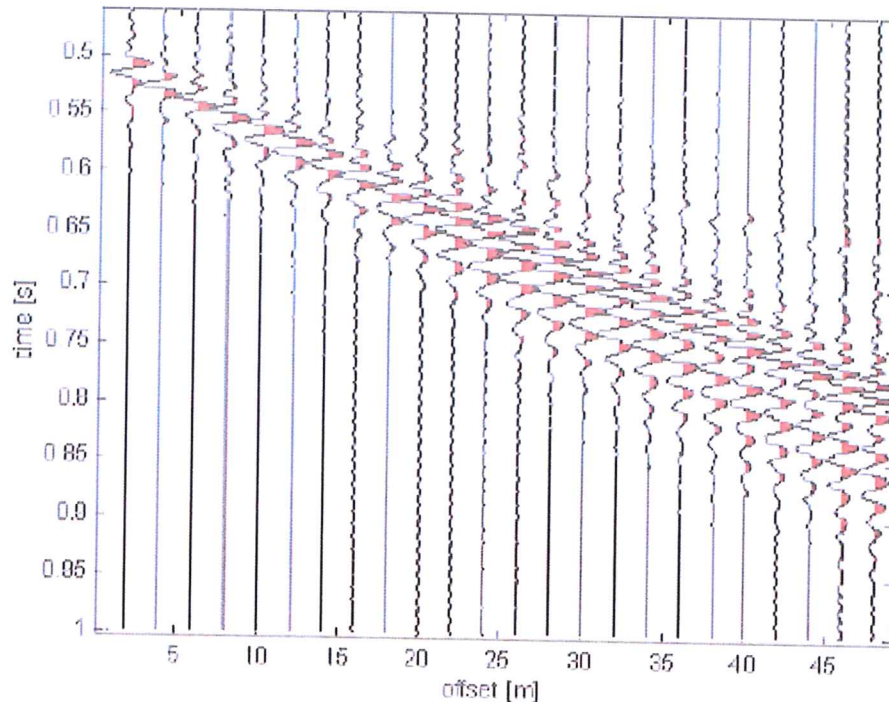


fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

3 IL METODO M.A.S.W.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio VS.

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso tecniche computazionali, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- Estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS.

Per ottenere un profilo Vs vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (*P* e *S*), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
 - 25 msec (191 punti)
 - 50 msec (383 punti)
 - 100 msec (756 punti)
 - 200 msec (1530 punti)
 - 400 msec (3060 punti)

800 msec (6121 punti)

1000 msec

- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2 m
- n. shots: sono state effettuate 3 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di 5 m, 10 m e 15 m dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è da considerare orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine dei decimetri).

5 INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs, tramite l'inversione, effettuata con algoritmi "genetici", delle curve di dispersione ottenute. Tale programma è in grado di operare direttamente sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Il picking della curva di dispersione è stato eseguito riconoscendo il modo fondamentale ed i primi tre modi superiori, utilizzando il grafico frequenze / velocità di fase, relativo allo shot con offset di 5 m, che è risultato con sufficiente grado di definizione.

Per la ricerca del modello sismico del sito, nel processo di inversione, ci si è basati sui dati derivanti da prove penetrometriche eseguite sul lotto, oltre che sulle caratteristiche litostratigrafiche generali note per la zona. Sono pertanto stati ipotizzati 4 orizzonti a differente velocità Vsh. I

diagrammi ed il report relativi al procedimento di elaborazione ed inversione sono riportati in allegato.

Di seguito sono riportate le velocità V_s , e gli spessori, dei livelli sismici costituenti il modello monodimensionale geofisico ricostruito:

- secondo il MODELLO MEDIO

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	137	175	238	314
spessori (m):	4,2	10,8	12,1	

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato	1	2	3	4
Vs (m/s):	142	188	250	338
spessori (m):	6	11,06	14,14	

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha :

VS30 del modello medio: 197 m/s

VS30 del modello migliore: 196 m/s

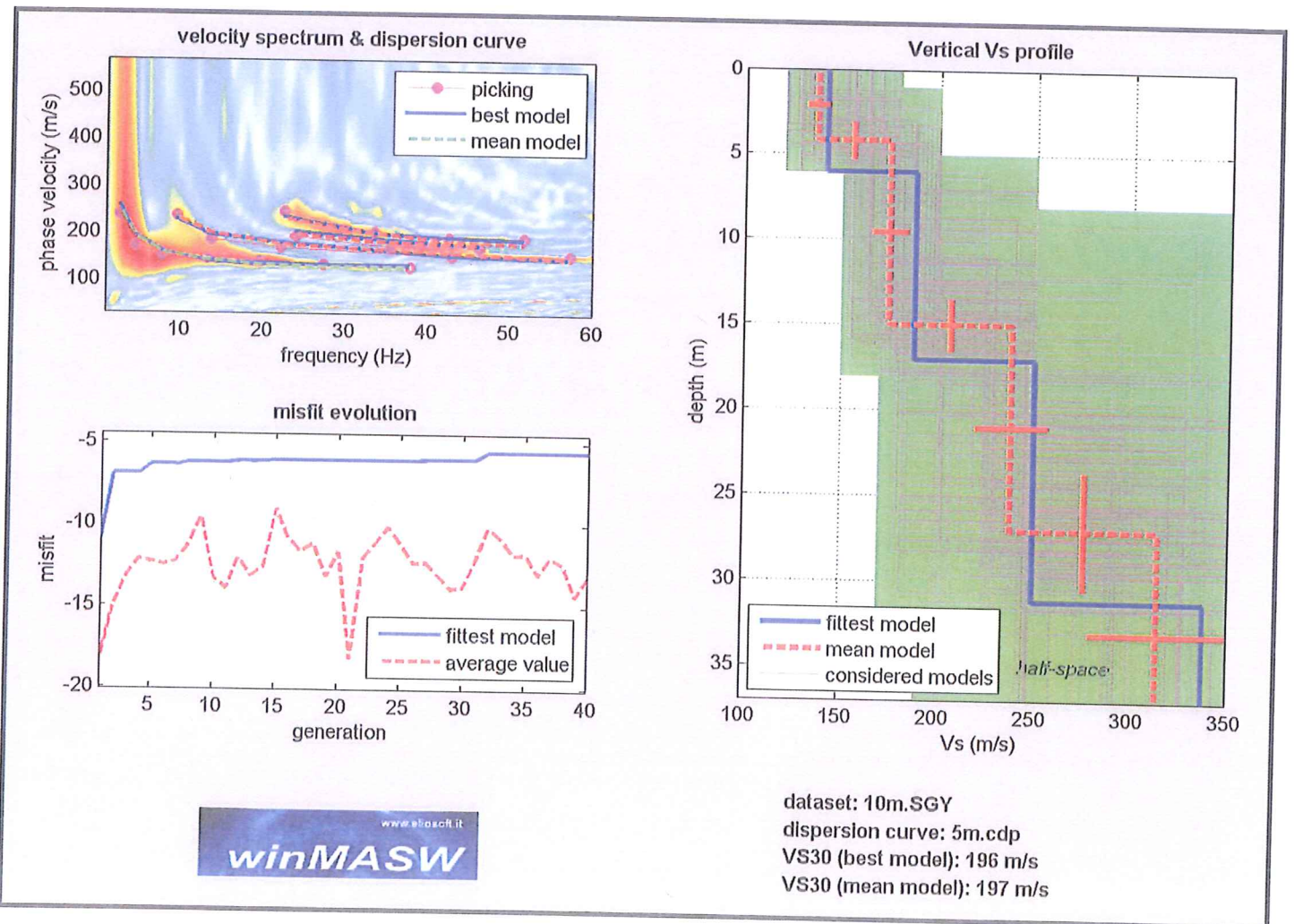
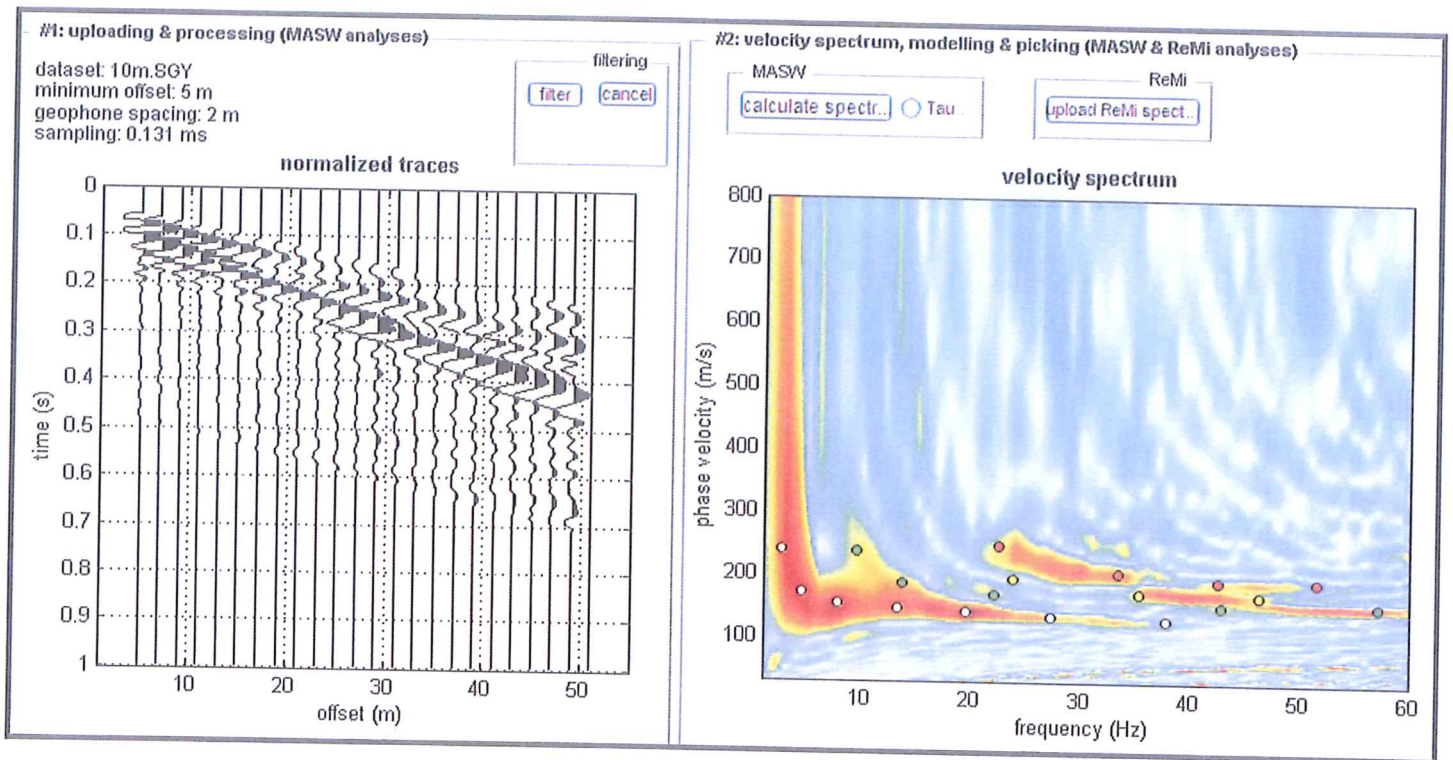
Fermo restando che la scelta della corretta categoria di suolo spetta al progettista, sulla base dei risultati della presente indagine sismica, e del progetto strutturale definitivo, la categoria di sottosuolo del sito in esame, a partire da quota zero di p.c. è assimilabile a sottosuolo di **tipo C** - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina). Si ricorda inoltre che il corretto valore di Vs30 dovrà essere calcolato a partire dal piano di posa della fondazione.

San Miniato, 10/12/2013

Geol. Paolo Gianì

Geol. Giuseppe Lotti

Grafici "common-shot gather" e spettro di velocità, elaborazioni e profilo verticale onde S



Dispersion curve: number of frequency-velocity points=19

==o== SECTION#1
 dataset: 10m.SGY
 minimum offset (m): 5
 geophone spacing (m): 2
 sampling (ms): 0.131
 Dispersion curve: 5m.cdp
 Number of individuals: 30
 Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 120 1 150 4 170 3 190
 Adopted search space (maximum Vs & thickness): 180 6 200 12 250 15 350
 Adopted Poisson values: 0.35 0.35 0.35 0.3

Output folder: C:\WINMAS~3\output

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-18.2615	-10.9124
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-15.1062	-6.94909
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-13.2339	-6.94909
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-12.1551	-6.94909
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-12.3005	-6.3861
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-12.4886	-6.3861
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-12.3044	-6.3861
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-11.3048	-6.23454
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-9.5435	-6.2345
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-13.2573	-6.23454
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-13.9015	-6.23454
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-12.0528	-6.17504
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-13.1455	-6.17504
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-12.579	-6.14708
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-9.0549	-6.0904
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-10.8248	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-11.6398	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-11.1489	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-13.1869	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-11.6565	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-18.2117	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-12.0263	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-11.1119	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-10.1467	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-11.2203	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-12.3222	-6.09042
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-12.285	-6.03783
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-13.0576	-6.03783
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-13.8937	-6.03783
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-13.8116	-6.03783
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-12.1293	-6.03783

Checking the new search space (for the finer search)

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-10.1666	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-10.8265	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-11.8091	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-11.7763	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-13.0092	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-11.9532	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-12.3657	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-14.3176	-5.59128
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-13.1637	-5.59128

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

Vs (m/s): 142 188 250 338
Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.3
Thickness (m): 6 11 14

Number of models considered to calculate the average model: 57

RESULTS winMASW Pro
#####

Dataset: 10m.SGY
Analyzed curve: 5m.cdp

==o== SECTION#3

MEAN MODEL

VS (m/s): 137 175 238 314
Standard deviations (m/s): 6 9 18 35

Thickness (m): 4.2 10.8 12.1
Standard deviations (m): 1.1 1.5 3.4

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s): 285 364 495 587
Density (gr/cm3): 1.75 1.81 1.88 1.93
Vp/Vs ratio: 2.08 2.08 2.08 1.87
Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.30
Young modulus (MPa): 89 150 288 493
Shear modulus (MPa): 33 55 107 190
Lamé (MPa): 76 129 248 284
Bulk modulus (MPa): 98 166 319 410

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
2.65085	249.6286
4.51703	192.0847
7.81873	158.3687
13.2737	143.255
19.59	133.3647
27.3418	129.5454
37.8212	128.384

First higher mode

Mean model

9.54136	233.4984
13.7044	200.321
22.174	176.235
42.8455	158.7641
57.2007	148.0821

Second higher mode)

Mean model

23.8966	197.6999
35.3808	181.031
46.2908	175.6504

Third higher mode)

Mean model

22.6046	232.3905
33.5146	200.5859
42.5584	184.0692
51.6022	178.617

==o== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 142 188 250 338
 thickness (m): 6 11.0647 14.1395

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s): 296 391 520 632
 Density (gr/cm3): 1.76 1.83 1.90 1.94
 Vp/Vs ratio: 2.08 2.08 2.08 1.87
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.30
 Young modulus (MPa): 96 174 320 577
 Shear modulus (MPa): 35 65 118 222
 Lamé (MPa): 83 150 276 332
 Bulk modulus (MPa): 107 193 355 480

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)
 best model

F(Hz)	VR(m/s)
2.65085	259.8773
4.51703	194.668
7.81873	159.9315
13.2737	140.2995
19.59	134.4559
27.3418	133.0966
37.8212	132.8196

First higher mode)
 best model

9.54136	229.1643
13.7044	197.1116
22.174	180.2255
42.8455	152.7736
57.2007	147.1225

Second higher mode)
 best model

23.8966	204.2711
35.3808	185.4407
46.2908	174.6742

Third higher mode)
 best model

22.6046	236.5305
33.5146	200.2229
42.5584	192.6432
51.6022	187.0185

VS5 (mean model): 142 m/s

VS5 (best model): 142 m/s

VS20 (mean model): 177 m/s

VS20 (best model): 177 m/s

VS30 (mean model): 197 m/s

VS30 (best model): 196 m/s

==o== SECTION#6

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

For Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente

comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

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

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

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu30 < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

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

S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < cuS30 < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Results saved in the folder "C:\WINMAS~3\output".

winMASW Pro
Surface Wave Analysis

www.eliosoft.it