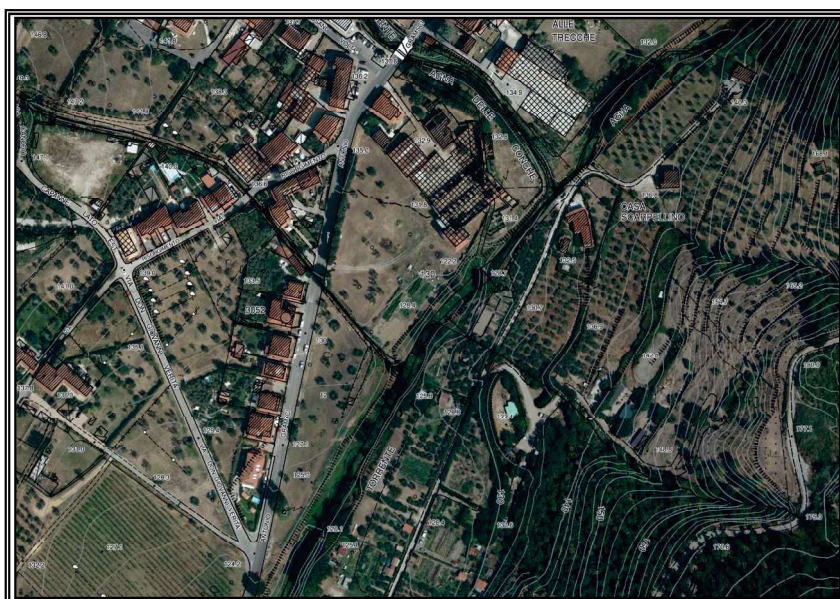


COMUNE DI MONTALE



PIANO DI RECUPERO AI SENSI DELLA L.R. 65/2014, Art.107 AREA DI TRASFORMAZIONE ATS.5 - FOGNANO VIA A. GRAMSCI COMUNE DI MONTALE (PT)



COMMITTENZA: MERIDIANA IMMOBILIARE S.R.L.

PROGETTAZIONE: STARC S.R.L. s.t.p.

STUDIO GEOLOGICO: Dott. Geol. LUCA AIAZZI
Via F.lli Buricchi n° 8, Vaiano (PO)
Tel. e Fax 0574-988751
Cell. 348-2100761
e-mail: geo.aiazzi@gmail.com



OGGETTO:

**RELAZIONE DI FATTIBILITA'
GEOLOGICA-IDRAULICA-SISMICA**

DATA 02/08/2023

INDICE

1. <i>PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i>	2
2. <i>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E LITOLOGICO</i>	5
3. <i>IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA</i>	8
4. <i>INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	9
5. <i>SONDAGGI AMBIENTALI A CAROTAGGIO CONTINUO</i>	10
6. <i>ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO SU CAMPIONI DI TERRENO</i>	12
6.1. <i>Classificazioni</i>	13
7. <i>SISMICA A RIFRAZIONE CON ONDE P ED ELABORAZIONE MASW</i>	13
8. <i>CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA</i>	15
9. <i>CARTE TEMATICHE E DI SINTESI</i>	17
9.1. <i>Carta Geologica e Geomorfologica</i>	18
9.2. <i>Carta della Pericolosità Geologica</i>	18
9.3. <i>Carta della Pericolosità da Alluvioni</i>	19
9.4. <i>Carta della Pericolosità Sismica Locale</i>	22
9.5. <i>Criteri Generali di Fattibilità</i>	23
10. <i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i>	26

ELABORATI GRAFICI

- Estratto Carta Topografica 1: 25.000
- Estratto Carta Topografica C.T.R. 1: 10.000
- Carta Geologica-Geomorfologica-Estratto Cartografia C.A.R.G. 1: 5.000
- Particolare con Ubicazione Indagini 1: 500
- Planimetria Piano di Recupero 1: 500
- Carta della Pericolosità Geologica 1: 2.000
- Carta della Pericolosità da Alluvioni 1: 2.000
- Carta della Pericolosità Sismica Locale 1: 2.000
- Schema Litostratigrafico 1: 50

ALLEGATI

- Report Stratigrafie Sondaggi Ambientali
- Report Analisi Granulometriche
- Report Indagini Sismiche

1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto, redatto su incarico della Proprietà MERIDIANA IMMOBILIARE S.R.L., espone i risultati emersi da uno studio di Fattibilità di supporto al “Piano di Recupero ai sensi della L.R. 65/2014, Art. 107 – Area di Trasformazione ATS.5-Fognano-Via A. Gramsci, Via A. Gramsci, Località Fognano, Comune di Montale (PT)”.

Il Piano di Recupero di cui alla Presente interessa un'area posta a valle dell'abitato di Fognano, in destra idrografica rispetto al Torrente Agna.

Per più specifici dettagli architettonici si rimanda al progetto redatto dallo Studio STARC s.r.l. s.t.p. di Grosseto.

Per attuare quanto sopra descritto, si deve procedere mediante Piano di Recupero, che comporta variante allo strumento urbanistico generale.

Lo scopo della presente indagine è stato quello di fornire la documentazione necessaria per la valutazione della fattibilità generale dell'intervento in ottemperanza alla seguente normativa di riferimento:

- **D.C.C. n. 86 del 30.11.2022**, "Approvazione della Variante al Piano Strutturale Comunale";
- **D.C.C. n. 19 del 06.04.2019**, "Approvazione del Piano Operativo Comunale";
- **L.R. n. 65 del 10.11.2014**, (*“Norme per il governo del territorio”*);
- **D.P.G.R. n.5/R del 30.01.2020**, *“Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche;*
- **L.R. n. 1 del 03.01.2005**, (*“Norme per il governo del territorio”*) e s.m.i. che sostituisce la **L.R. 5/95** e successivo **D.P.G.R. n. 53/R del 25 Ottobre 2011**, (*“Regolamento di attuazione dell'art. 62 della succitata L.R. n. 1/2005”*);
- **D.P.G.R. n. 1/R del 19.01.2022**, *“Regolamento di attuazione dell'art. 181 della L.R. n.65 del 10.11.2014 (Norme per il governo del territorio)”*. Disciplina sulle modalità di

svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico;

- **O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003**, (*“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*) e s.m.i.;
- **D.M. 17.01.2018**, *“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”*;
- **Circolare 21 gennaio 2019 n.7**, *“Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”*;
- **D.M. 14.01.2008**, *“Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni”*;
- **Circolare C.S.L.P. del 02.02.2009**, *“Istruzioni per l'applicazione delle N.T.C. di cui al D.M. 14 Gennaio 2008”*;
- **L.R. n. 41 del 24.07.2018**, (*“Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49”*);
- **D.C.R. n. 72 del 24.07.2007**, (*“Approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale”*) in particolare in Allegato al Testo n. 4 *“Corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico”* (ex **D.C.R. n. 12/2000** e **D.C.R. n. 230/1994**: provvedimenti sul rischio idraulico, *“adozione di prescrizioni e vincoli”*);
- **D.P.C.M. 05.11.99**, (*Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del “Rischio idraulico” del Bacino del Fiume Arno*), che sostituisce la delibera 107/97 del C.I.;
- **D.P.C.M. 06.05.2005**, *“Approvazione del Piano di Bacino del fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico”* che sostituisce la delibera di adozione D.C.I. 185/2004;
- **Delibera n.235 del 03.03.2016**, *“Approvazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale”*.

Per lo Studio di Fattibilità si è proceduto all'inserimento dell'area oggetto di Piano di Recupero sulla cartografia tematica del **Piano Strutturale** e del **Piano Operativo Comunali**, del **P.T.C.** della Provincia di Pistoia e dei **Piani Stralcio** dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Il Comune di Montale è ovviamente dotato dello Studio Geologico di Supporto al **Piano Strutturale** e **Piano Operativo** vigenti, quindi l'indagine si è basata preliminarmente sul controllo di elaborati già disponibili: Carta Geologica, Carta Geomorfologica, Carta Geologico-tecnica, Carta delle Indagini, Carta Idrogeologica, Carte della Pericolosità Geologica, Idraulica e Sismica.

In considerazione delle dimensioni dell'area in esame e per una visione adeguatamente dettagliata, sono state utilizzate come supporto cartografico le C.T.R. scala 1: 10.000 e scala 1: 2.000, estendendo lo studio su un'area sufficientemente ampia in relazione all'intervento proposto; si è proceduto sia attraverso indagini e rilievi di campagna, sia mediante la raccolta e l'analisi di dati di archivio e di letteratura esistenti, il tutto finalizzato ad una corretta valutazione della fattibilità dell'intervento dal punto di vista delle caratteristiche geologiche/sismiche del sottosuolo: l'analisi finale ha portato ad una valutazione della Pericolosità e delle condizioni di Fattibilità dell'area in base all'intervento previsto, con la redazione di appositi elaborati.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E LITOLOGICO

L'area in esame è posta in Comune di Montale (PT), Località "Fognano", con accesso da Via A. Gramsci; le quote sono comprese tra 124 e 135 m s.l.m. (vd. *Estratto Carta Topografica 1: 25.000, Estratto Carta Topografica CTR 1: 10.000 e Carta Geologica-Geomorfologica-Estratto Cartografia C.A.R.G. 1: 5.000*).

Secondo la *Carta Geologica Regionale*, la caratteristica di questa zona è la complessità strutturale: l'incisione valliva del Torrente Agna, a livello areale segna il passaggio tra il dominio delle unità appartenenti alla Serie Toscana e quelle del Complesso Ligure s.l., cioè tra i terreni "autoctoni" (in senso regionale) e quelli giustapposti per traslazione tettonica.

Ad ovest di questa zona sono principalmente presenti le arenarie della Serie Toscana, ad est invece si apre un'area dove dominano i calcari (Alberese), le arenarie (Pietraforte) e le argilliti, assemblati per sovrapposizione tettonica e accompagnati da numerose altre formazioni minori appartenenti al Complesso Ligure. L'area in esame si trova in posizione di confine tra i domini della successione toscana e delle Liguridi; i terreni del substrato presentano generalmente una copertura di depositi alluvionali e/o detritici.

In particolare ci troviamo nel settore meridionale dell'abitato di Fognano, nel fondovalle del Torrente Agna (vd. *Fig. 1*); l'area di studio risulta posta nella fascia dei depositi alluvionali che il Torrente Agna, insieme ai suoi affluenti, ha depositato ed attualmente reinciso in questo tratto del suo corso; la valle in questa zona si presenta abbastanza ampia, inoltre ci troviamo immediatamente a valle della confluenza del Torrente Agna delle Conche appunto nel Torrente Agna.

Verso monte il territorio si presenta tipicamente collinare e caratterizzato da versanti con acclività da media ad elevata, con ampi settori coltivati in prevalenza ad oliveto e vigneto; nei tratti di versante in cui la morfologia assume carattere più aspro, i versanti

presentano inclinazioni ben maggiori e risultano generalmente ricoperti da vegetazione boschiva a latifoglie.



Fig. 1 - Elaborazione 3D del DTM Orografico Regione Toscana con ubicazione dell'area di studio (veduta verso nord).

I caratteri morfologici dominanti osservati sono quelli tipici delle aree di affioramento delle litologie prevalentemente siltitico-argillitiche, con pendenze maggiori nei tratti di versante dove affiora il substrato costituito talora da livelli marnoso-calcarei più competenti e generalmente ricoperto da vegetazione boschiva. La morfologia di ampi settori del versante risulta modificata rispetto all'aspetto originario in virtù dell'intervento dell'uomo che, mediante la realizzazione di terrazzamenti, da tempi immemori ha utilizzato queste plaghe di territorio per attività agricole tradizionali.

Dal punto di vista geologico i rilievi circostanti l'area in esame sono caratterizzati dall'affioramento di litotipi appartenenti alle Successioni Liguri s.l. sovrascorse sulla Falda Toscana autoctona; in particolare, lungo i versanti situati a monte della zona d'intervento

affiorano in prevalenza terreni appartenenti alla Formazione di Sillano (Cretacico Sup.-Paleocene) ed alla Formazione delle Argille Varicolori (Cretacico), anche se nella maggior parte dei casi il substrato roccioso risulta coperto da coltri e/o accumuli più o meno importanti di terreni detritici prodotti dal disfacimento erosione e trasporto (colluvium o per processi gravitativi) dei materiali litoidi calcareo-marnoso-argillosi affioranti a monte.

Nello specifico i terreni appartenenti alle *Successioni Liguri s.l.* (età Cretaceo – Eocene) sono rappresentati dai termini appartenenti al *Supergruppo della Calvana*, costituiti dal basso verso l'alto da:

- *Formazione delle Argille Varicolori con Calcari – AVR* (Cretacico): rappresentano il termine più basso della sequenza e sono prevalentemente costituite da argilliti con rari interstrati di calcari silicei. Tale formazione è costituita infatti dall'alternanza irregolare di argille ed argilliti nerastre e di strati di calcilutiti grigie in strati di spessore variabile da 20 cm ad oltre il metro. Intercalati alle argilliti si possono rinvenire singoli strati o pacchi di sottili torbiditi arenaceo-pelitiche. Quasi ovunque le Argille Varicolori si presentano così intensamente deformate, da assumere un aspetto stratigraficamente disordinato e caotico; la stratificazione non è quasi mai riconoscibile con sicurezza;
- *Formazione di Sillano – SIL* (Cretaceo superiore): argilliti grigio scure o varicolori con intercalazioni irregolari di calcareniti e arenarie quarzoso-calcaree, finemente stratificate, di marne e calcari marnosi grigio chiari. Generalmente le argilliti sono i litotipi prevalenti e spesso mostrano segni di deformazione tettonica anche assai intensi.

L'area oggetto di studio è posta in zona di contatto tra le suddette formazioni, che sono costituite da argilliti e siltiti prevalenti con presenza talora di livelli calcareo-marnosi e si presentano in buona parte caoticizzate: i termini litologici tipici si trovano spesso immersi in una massa argillitica sotto forma di blocchi isolati. Le due unità si presentano nell'insieme

a permeabilità molto bassa per la frequenza delle argilliti, al contrario quando prevalgono i termini calcarei, si rileva una buona permeabilità secondaria per fratturazione.

I terreni del substrato in posto risultano coperti dai depositi alluvionali attuali e recenti del Torrente Agna e talora detritici di versante/torrentizi di conoide, che si possono presentare interdigitati.

Le alluvioni del Torrente Agna sono costituite da un'alternanza di ghiaie grossolane e ciottoli immersi in una matrice costituita da limi sabbiosi e/o argillosi; nell'area d'interesse lo spessore di tale copertura è raramente superiore ai 5 metri e si assottiglia ai lati della valle. Nelle anse più ampie – come questa in cui ci troviamo – si sono formati terrazzamenti di più ordini, attualmente reinciati dal corso d'acqua.

3. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA

Come già esposto nel precedente paragrafo, l'area del Piano di Recupero ricade in destra idrografica rispetto al Torrente Agna, in particolare risulta posta tra il Torrente Agna delle Conche (a monte) ed il Fosso dei Lembi (a valle), che confluiscono appunto nel Torrente Agna.

Procedendo verso monte, i versanti sono impostati per buona parte su formazioni geologiche dotate di permeabilità secondaria per fratturazione ed in cui le risorse idriche disponibili nel sottosuolo sono valutabili in parte grazie alle sorgenti di fessura e di contatto, captate e non. Le sorgenti censite misurano in genere variazioni significative di portata in relazione all'andamento stagionale ed annuale.

Per quanto concerne l'areale di studio, i depositi alluvionali/fluvio-torrentizi presentano permeabilità per porosità primaria da elevata a media, mentre i litotipi del substrato appartengono, come sopra descritto alle "Formazioni Liguridi", costituite in prevalenza da siltiti, argilliti e marne, con intercalazioni di arenarie quarzoso-calcaree e

calcari marnosi, la cui permeabilità per porosità secondaria e quindi la produttività idrica dipendono strettamente dal grado di fratturazione della roccia e dalla frequenza del litotipo calcareo-marnoso, che generalmente risulta avere una buona permeabilità; come descritto in precedenza, la prevalenza del litotipo argillitico invece conferisce alla formazione una permeabilità da ridotta a molto ridotta.

I perfori dei sondaggi ambientali a carotaggio continuo (eseguiti nel 2015) sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto per il controllo appunto del livello piezometrico; nella tabella sottostante vengono esposti i livelli misurati nel tempo:

Data lettura	Piezometro Pz0 (m da p.c.)	Piezometro Pz4 (m da p.c.)	Piezometro Pz1 (m da p.c.)	Piezometro Pz6 (m da p.c.)
18/03/2015	- 1,97	- 2,75	- 2,88	- 2,60
16/07/2015	- 2,03	- 2,90	- 2,92	- 2,78
18/05/2023	- 1,90	- 2,69	- 2,80	- 2,55

Per quanto riguarda la distanza di rispetto da punti di captazione ad uso potabile pubblico, si è potuto rilevare che non risultano presenti a distanze significative pozzi o sorgenti ad uso acquedottistico.

4. INDAGINE GEOGNOSTICA

Nel *Particolare con Ubicazione delle Indagini scala 1: 500* è riportata l'esatta ubicazione delle indagini sismiche e di quelle di natura ambientale eseguite precedentemente nel 2015.

Infatti l'area oggetto d'intervento progettuale è interessata da iter ambientale ai sensi dell' Art. 242 – D.lgs. 152/06 Parte IV Titolo V All. 2.

Le campagne geognostiche sono state varie ed articolate, in modo da avere anche un raffronto ed una integrazione fra le diverse metodologie; in particolare, come descritto in Premessa, si sono eseguite le seguenti tipologie di indagine:

Indagine anno 2015

- n. 2 sondaggi ambientali a carotaggio continuo;
- n. 4 sondaggi ambientali a carotaggio continuo attrezzati a piezometro;
- analisi granulometriche su campioni di terreno prelevati in sede di carotaggio.

Indagine anno 2023

- indagine di sismica a rifrazione in Onde P ed Onde Sh e misura di rumore HVSR.

5. SONDAGGI AMBIENTALI A CAROTAGGIO CONTINUO

Nel marzo 2015 sono stati eseguiti n. 6 sondaggi ambientali con prelievo di campioni di terreno per l'esecuzione di granulometrie, dei quali n.4 sono stati attrezzati con piezometro da 4".

L'ubicazione dei sondaggi è evidenziata nel *Particolare con Ubicazione delle Indagini 1: 500*.

I sondaggi ambientali sono stati eseguiti dalla Ditta SONGEO s.r.l. con sede a Gualdo di Voghiera (FE), mediante sonda idraulica con l'utilizzo di:

- un carotiere semplice di 101 mm;
- un rivestimento da 178 mm.

I carotieri ed il rivestimento avevano una lunghezza di 1,0 m. I sondaggi sono stati eseguiti a secco, senza circolazione di acqua o fanghi, secondo le modalità previste dal D.lgs. 152/06 Parte IV Titolo V.

Le profondità raggiunte in ciascun punto di indagine sono indicate nella tabella sottostante. Le carote estratte sono state collocate in cassette catalogatrici in PVC per la documentazione fotografica, campionamento e conservazione.

ID_Sondaggio	Profondità (m) da p.c.
Pz0	- 5,0
Pz1	- 5,0
S3	- 4,0
Pz4	- 4,5
S5	- 4,0
Pz6	- 4,5

Al termine della perforazione, i perfori non attrezzati a piezometro sono stati poi sigillati con bentonite e cemento.



Fig. 2 - Sonda cingolata CMV durante l'esecuzione del sondaggio ambientale Pz4

6. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO SU CAMPIONI DI TERRENO

In fase di esecuzione dei sondaggi ambientali del marzo 2015 sono stati prelevati n.10 campioni disturbati di terreno (prelievo in cassetta) rappresentativi della coltre dei terreni fluvio-torrentizi e detritici presenti in situ, che ricoprono il substrato litoide in posto.

Nelle tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle analisi, mentre i certificati rilasciati dal laboratorio geotecnico, sono allegati alla Presente Relazione.

I campioni sono stati analizzati presso il “Laboratorio IGETECMA S.N.C.” con sede a Montelupo Fiorentino (FI), Via delle Pratella n.c.18/20; la metodologia e la tecnica usata per le analisi, i risultati in dettaglio ed i certificati relativi sono riportati in allegato.

Analisi granulometrica	S0C1	S1C1	S3C1	S3C2	S3C3
Profondità m da p.c.	0,5 – 1,5	3,0 – 3,8	0,0 – 1,0	2,0 – 3,0	3,0 – 4,0
Ghiaia%	36,8	41,2	53,2	32,6	49,4
Sabbia%	33,8	44,8	28,3	36,4	25,3
Limo%	21,8	10,6	15,3	25,2	17,6
Argilla%	7,7	3,4	3,2	5,9	7,6

Analisi granulometrica	S4C1	S4C2	S5C1	S6C1	S6C2
Profondità m da p.c.	1,0 – 2,0	2,5 – 3,0	0,5 – 1,5	2,0 – 3,0	3,0 – 3,7
Ghiaia%	55,1	54,9	46,4	61,0	57,9
Sabbia%	25,4	26,5	37,0	24,1	22,3
Limo%	14,4	13,8	14,3	11,6	13,9
Argilla%	5,1	4,7	2,3	3,3	5,9

Le prove di classificazione sono finalizzate ad inquadrare il terreno nelle varie classifiche convenzionali (A.G.I. - USCS - AASHTO o CNR UNI 10006), a questo gruppo appartengono le analisi granulometriche.

6.1. Classificazioni

La classifica convenzionale A.G.I. consiglia di denominare una terra che occupa più di un campo di definizione secondo il seguente schema:

- frazione principale: ghiaia, sabbia, limo, argilla.
- frazione secondaria: far precedere dalle preposizione *con* se compresa fra il 50 ed il 25%, di farla seguire dal suffisso *oso* se fra il 25 ed il 15% e dire *debolmente**oso* se fra il 15 ed il 5%.

Norme A.G.I.

- S0C1: ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa
- S1C1: sabbia con ghiaia limosa
- S3C1: ghiaia con sabbia limosa
- S3C2: sabbia con ghiaia e con limo debolmente argillosa
- S3C3: ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa
- S4C1: ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa
- S4C2: ghiaia con sabbia limosa
- S5C1: ghiaia con sabbia limosa
- S6C1: ghiaia sabbiosa limosa
- S6C2: ghiaia sabbiosa limosa debolmente argillosa

7. SISMICA A RIFRAZIONE CON ONDE P ED ELABORAZIONE MASW

Per procedere con un'adeguata caratterizzazione sismo-stratigrafica dei materiali affioranti si è proceduto con l'esecuzione uno stendimento di sismica a rifrazione in Onde di

compressione P e di taglio Sh, eseguito in corrispondenza dell'area d'intervento e disposto lungo la direttrice SE-NW.

La campagna geofisica è consistita nell'esecuzione di:

- n.1 profilo di sismica a rifrazione in Onde compressionali P e di taglio Sh;
- n.1 misura di rumore HVSR.

Queste indagini sono state eseguite nel mese di maggio 2023 dalla Ditta IGETECMA S.N.C. con sede operativa a Montelupo F.no (FI).

Nel *Particolare con Ubicazione delle Indagini 1: 500* è indicata la posizione esatta dell'indagine sismica eseguita per l'occasione.

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco, anche in considerazione degli spazi a disposizione e soprattutto della stratigrafia dell'area, per il profilo di sismica a rifrazione è stata scelta una distanza inter-geofonica di 2,0 m per complessivi 46 ml di sviluppo. Si è proceduto con la rifrazione in Onde compressionali P e di taglio Sh.

Per quanto concerne le caratteristiche della strumentazione utilizzata, le procedure di campagna, il metodo di elaborazione e rappresentazione dei dati si rimanda al suddetto rapporto allegato in appendice.

Profilo PS1 a rifrazione (46 m – Onde P e SH): l'elaborazione dei dati ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici per le onde di compressione (P) e di taglio (SH) con le seguenti classi di velocità:

<u>VP</u>	<u>VSH</u>
V1 = 180 - 282 m/s	110 - 139 m/s
V2 = 688 - 772 m/s	362 m/s
V3 = 2432 – 2624 m/s	684 - 746 m/s

Il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso fra 0.6 m e 1.7 m e può essere riferito al terreno superficiale areato. Il secondo orizzonte sismico ha spessori

compresi fra 1.6 m e 3.9 m, raggiunge profondità comprese fra 3.3 m e 5.1 m, ed è riferibile a materiali di alterazione del substrato. Le velocità del terzo orizzonte sismico sono riferibili al substrato litoide.

Il valore medio del parametro **VsEQ**, calcolato da piano campagna è risultato pari a **552 m/s**, quindi ai sensi delle NTC 2018 si può definire una **Categoria di Sottosuolo di Tipo B**.

Indagine HVSR: le acquisizioni del rumore ambientale sono state effettuate con una stazione singola composta da tre velocimetri di cui uno verticale e due orizzontali, disposti in direzioni perpendicolari fra loro. Le registrazioni effettuate hanno avuto una durata superiore a 30 minuti, per ovviare a qualsiasi perturbazione transiente, essendo stata effettuata in contesto antropizzato e non lontano da strade.

Le registrazioni sono state poi suddivise in finestre della lunghezza di 30 secondi. Le finestre sono state poi filtrate per eliminare quelle con noise. Delle singole finestre è stato calcolato lo spettro di Fourier per le tre componenti. I singoli spettri sono stati lisciati con il metodo di Konno & Homaci e successivamente è stato effettuato il rapporto fra le componenti orizzontali e quella verticale per ogni singola finestra.

La misura di rumore mostra un debole picco alla **frequenza di 16.9 Hz**, con **rapporto H/v di 2.7 volte**, che potrebbe essere riferibile al passaggio al substrato litoide.

Si ricorda che i calcoli sono stati effettuati da piano campagna, quindi un'asportazione o riporto dei materiali superficiali tenderebbe a modificare il valore dei parametri calcolati.

8. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

In via preliminare è stato condotto uno studio geomorfologico e geologico di superficie; successivamente, sulla base delle verifiche in situ e delle conoscenze derivanti da

pratica geologica, al fine di ottenere un'adeguata caratterizzazione del terreno, in questa fase si è ritenuto necessario e sufficiente procedere con indagine sismica a rifrazione e misura di rumore HVSR e fare riferimento alle stratigrafie dei sondaggi ambientali eseguiti sullo stesso lotto nel marzo 2015, per conto della medesima committenza. Come già descritto in precedenza, in tale campagna furono eseguiti n.6 sondaggi ambientali, quattro dei quali attrezzati a piezometro (vd. *Particolare con Ubicazione delle Indagini 1: 500*).

La profondità max risultò essere di 5,0 nei sondaggi denominati Pz0 e Pz1.

In fase di esecuzione dei carotaggi si è proceduto con prelievo campioni per analisi granulometriche di laboratorio.

I risultati delle campagne geognostiche/geofisiche di riferimento sono riportati sui report ed allegati in appendice.

Come già esposto in precedenza, si riportano le misurazioni piezometriche effettuate in corrispondenza dei sondaggi attrezzati a piezometro:

Data lettura	Piezometro Pz0 (m da p.c.)	Piezometro Pz4 (m da p.c.)	Piezometro Pz1 (m da p.c.)	Piezometro Pz6 (m da p.c.)
18/03/2015	- 1,97	- 2,75	- 2,88	- 2,60
16/07/2015	- 2,03	- 2,90	- 2,92	- 2,78
18/05/2023	- 1,90	- 2,69	- 2,80	- 2,55

I dati acquisiti dalle indagini sopra descritte hanno consentito la ricostruzione litologica del sottosuolo come illustrato nello *Schema Litostratigrafico 1: 50*.

Lo *Schema Litostratigrafico* rappresenta la sintesi di tutti i dati litologici ricavabili dalle indagini di riferimento ed illustra chiaramente i rapporti fra i vari litotipi. Sono stati definiti distinti livelli quando è stata riscontrata una ben definita variazione litologica in un ambito spaziale ristretto.

La successione stratigrafica generale (a livello preliminare) per l'area di interesse specifico è così schematizzabile (profondità riferite alle varie indagini disponibili):

- **Livello I** – terreni aerati/rimaneggiati superficiali (p.c. – 0,6÷1,7 m da p.c.).
- **Livello II** – depositi alluvionali/fluvio-torrentizi interdigitati talora con detrito di versante: prevalenza di ghiaia con ciottoli in matrice sabbioso-limosa con presenza di passate più francamente sabbiose o limo-sabbiose/limo-argillose (0,6÷1,7 – 3,0÷5,5 m da p.c.).
- **Livello III** – substrato litoide in posto, litologicamente costituito da argilliti con presenza di stratificazioni calcareo-marnose (oltre 3,0÷5,5 m da p.c.).

Come evidenziato nelle Conclusioni, in fase di redazione delle *Relazioni Geologica e Geotecnica Esecutive*, si procederà con una campagna geognostica ad hoc, al fine di verificare con precisione la stratigrafia e di ricavare i parametri geomeccanici di riferimento per tutte le verifiche di ordine geotecnico, tuttavia il riferimento – essenzialmente di carattere stratigrafico – alle indagini già eseguite sullo stesso lotto è senz'altro indicativo di terreni con caratteristiche geomeccaniche sufficienti alle realizzazioni progettuali.

9. CARTE TEMATICHE E DI SINTESI

Gli elaborati di base che si è considerato ai fini del presente studio sono:

- Estratto Carta Topografica scala 1: 25.000
- Estratto Carta Topografica scala 1: 10.000
- Estratto Carta Geologica-Geomorfologica C.A.R.G. scala 1: 5.000
- Carta della Pericolosità Geologica scala 1: 2.000
- Carta della Pericolosità da Alluvioni scala 1: 2.000
- Carta della Pericolosità Sismica Locale scala 1: 2.000

Come detto in premessa, il Comune di Montale è dotato – come allegati allo Studio Geologico di supporto al P.S. ed R.U. Comunale – delle Carte Geologica, Geomorfologica, delle Pericolosità etc.; con la presente si sono ridefiniti tali caratteri con maggior dettaglio (scala 1: 5.000 e 1: 2.000) e con riferimento specifico al tipo di intervento proposto.

Nei paragrafi che seguono verranno presi in rassegna le caratteristiche salienti e gli aspetti che coinvolgono le eventuali scelte progettuali.

9.1. Carta Geologica e Geomorfologica

In questo elaborato è descritta la situazione litologica e la distribuzione delle formazioni; essendo l'area rilevata di modeste dimensioni rispetto alla tematica, non sono presenti elementi tettonici della geologia regionale, quali faglie o lineazioni. La descrizione di dettaglio delle varie formazioni affioranti e del contesto geomorfologico è esposta nel *Paragrafo 2* attinente la geologia ed a cui si rimanda per eventuali chiarimenti.

9.2. Carta della Pericolosità Geologica

Questo elaborato, riprodotto alla scala 1: 2.000, fa riferimento alla **Carta della Pericolosità Geologica (Tav. G.09)** allegata allo Studio Geologico di supporto al P.S. Comunale.

Nello specifico l'area interessata dal Piano di Recupero è inserita nella seguente classe di pericolosità:

Classe G.1 - (Pericolosità bassa): *area in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. Vi rientrano principalmente i depositi alluvionali affioranti nelle aree di pianura e di fondovalle.*

Per quanto riguarda il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**, approvato con **D.P.C.M. 06.05.2005**, nella “Perimetrazione delle aree con pericolosità geomorfologica di versante – livello di sintesi 1: 25.000”, l'area non risulta inserita in alcuna perimetrazione.

In considerazione delle vigenti norme in materia sopra elencate, ai sensi del D.P.G.R.T. n. 5/R del 30 gennaio 2020 si conferma:

PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA (G.1): - aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.

9.3. Carta della Pericolosità da Alluvioni

Questo elaborato, riprodotto alla scala 1: 2.000, fa riferimento alla **Carta della Pericolosità Idraulica proposta di aggiornamento PGRA (Tav. I.04)** allegata allo Studio Geologico di supporto al P.S. Comunale.

Nello specifico l'area interessata dal Piano di Recupero è inserita nelle seguenti classi di pericolosità:

- P3** – alluvioni frequenti (nei settori del lotto più prossimi al Torrente Agna ed al Torrente Agna delle Conche);
- P2** – alluvioni poco frequenti;
- P1** – alluvioni rare.

Sulla **Carta dei Battenti TR 200 anni-inviluppo delle massime altezze (Tav. I.03)** allegata al P.S. Comunale, per l'area in esame risultano segnalate altezze di battente fino a valori massimi > 1,5 m.

Sulla **Carta della magnitudo idraulica ai sensi della L.R. 41/2018 e s.m.i. (Tav. I.05)** allegata al P.S. Comunale, per i settori del lotto più prossimi al Torrente Agna ed al Torrente Agna delle Conche risulta segnalata una magnitudo molto severa.

Sulla **Carta delle Aree presidiate da sistemi arginali Art.2 e Art.14 L.R. 41/2018 e s.m.i. (Tav. I.06)** allegata al P.S. Comunale, per l'area in esame non risulta segnalata alcuna perimetrazione.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, approvato con **Delibera n.235 del 03.03.2016**, nella "Perimetrazione delle aree con classe di Pericolosità da alluvione idraulica", inserisce l'area nelle seguenti classi di pericolosità:

P3 – pericolosità da alluvione elevata (nei settori del lotto più prossimi al Torrente Agna ed al Torrente Agna delle Conche);

P2 – pericolosità da alluvione media;

P1 – pericolosità da alluvione bassa.

Sulla cartografia dei battenti dell'A.d.B. Arno per l'area in esame non risultano disponibili dati di battente idraulico per TR 200 anni.

Con riferimento alla **L.R. n.41 del 24.07.2018** ed alla **D.C.R. n. 72 del 24.07.2007** (ex D.C.R. n. 12 del 25.01.2000 e D.C.R. n. 230 del 21.06.94), i settori della proprietà interessati dagli interventi sono posti ad una distanza superiore a 10 ml dai corsi

d'acqua più prossimi ed inseriti nell'elenco "corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico", (vd. *Planimetria Piano di Recupero 1: 500*) – pertanto ci troviamo al di fuori del campo di applicazione delle "misure generali di salvaguardia" definite nell'art. 36, comma 3 dell'Allegato A-Elaborato 2 (disciplina del piano) del PIT (Piano di Indirizzo Territoriale della Toscana).

In relazione alle disposizioni del **D.P.C.M. 05.11.99: Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del "Rischio idraulico" del bacino del fiume Arno**, che sostituisce la Delibera 107 del C.I. e fa riferimento ai seguenti elaborati cartografici:

- Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno;
- Carta delle aree di pertinenza fluviali;
- Carta guida delle aree allagate;

l'area in esame non risulta inserita in alcuna perimetrazione.

Tenuto conto di tutte le vigenti norme in materia sopra elencate, ai sensi del D.P.G.R.T. n. 5/R del 30 gennaio 2020, con riferimento ai settori del lotto caratterizzati da condizioni di pericolosità più elevata, si confermano le seguenti classi di pericolosità da alluvioni:

PERICOLOSITA' P3: aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della L.R. 41/2018 (nei settori del lotto più prossimi al Torrente Agna ed al Torrente Agna delle Conche);

PERICOLOSITA' P2: aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della L.R. 41/2018;

PERICOLOSITA' P1: aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010.

9.4. Carta della Pericolosità Sismica Locale

In seguito all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 e successive modifiche integrazioni, la Regione Toscana ha provveduto a formulare una nuova proposta di classificazione dell'intero territorio regionale (Del. 431/2006); il territorio del Comune di Montale è stato inserito in zona 2 (accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $a_g/g = 0,25$).

Dall'analisi degli elementi geologici, geomorfologici, delle indagini sismiche eseguite in situ, viene valutata la possibilità del verificarsi di effetti locali o di sito:

- 1) probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
- 2) la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- 3) i contatti fra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- 4) accentuazione della instabilità dei pendii;
- 5) terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
- 6) terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

All'interno del Piano Strutturale del Comune di Montale è presente la **Carta della Pericolosità Sismica (Tav. G.10)**, redatta ai sensi del **D.P.G.R.T. n. 5/R del 30.01.2020**; tale carta inserisce l'area oggetto di Piano di Recupero nella seguente classe di pericolosità:

Pericolosità Sismica elevata (S.3), rientrano in questa classe:

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione $(FA) > 1,4$;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente e relative aree di evoluzione;
- aree di attenzione per cedimenti differenziali.

Per individuare i possibili effetti di amplificazione sismica, oltre naturalmente a rilievi ed osservazioni di superficie ed allo Studio di Microzonazione Sismica di 1° e 2° Livello del Comune di Montale, facciamo riferimento all'indagine di sismica a rifrazione/misura di rumore HVSR eseguite in situ ed alle stratigrafie dei sondaggi ambientali eseguiti nel 2015 sullo stesso lotto.

A tal proposito sulla **Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica** di supporto allo Studio di Microzonazione Sismica di 2° Livello del Comune di Montale, l'area d'intervento risulta classificata tra le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (zona n.2006).

Inoltre, sulla **Carta di Microzonazione Sismica FHa per $0.1s \leq T \leq 0.5s$** di supporto allo Studio di Microzonazione Sismica di 2° Livello del Comune di Montale, l'area d'intervento risulta perimetrata come zona stabile suscettibile di amplificazioni locali con $F_{Ha \max} = 1,8$ (riferibile all'intervallo di periodo $T = 0,1-0,5$ secondi).

Dall'analisi comparata di tutti gli elementi a disposizione si attribuisce:

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA (S.3): zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

9.5. Criteri Generali di Fattibilità

In relazione agli **aspetti geologici**, l'Allegato A (Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche) di corredo al D.P.G.R.T. n.5/R recita al punto 3.2.4. che "nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica bassa (G1)** non

è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

In relazione agli **aspetti inerenti il rischio di alluvioni**, l'Allegato A (Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche) di corredo al D.P.G.R.T. n.5/R recita al punto 3.3 che “Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r.41/2018. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento”.

In merito alle soluzioni progettuali legate agli interventi di riassetto idraulico (riprofilatura dell'area golenale, realizzazione di presidi in muratura etc.) si rimanda all'apposito “*Studio Idrologico e Idraulico per la valutazione della pericolosità idraulica e definizione degli interventi di messa in sicurezza in un'area posta alla confluenza tra i Torrenti Agna delle Conche e Agna di Acquiputoli in Frazione Fognano nel Comune di Montale*”, redatto dal Dott. Ing. David Settesoldi nel gennaio 2019.

In relazione alle **problematiche connesse alla risorsa idrica**, teniamo a precisare che non risultano presenti a distanze significative punti di prelievo ad uso acquedottistico.

In relazione agli **aspetti sismici**, l'Allegato A (Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche) di corredo al D.P.G.R.T. n.5/R recita al punto 3.6.3., quarto capoverso che nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica locale elevata (S3)**, in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:

- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione.

Inoltre, nella **Relazione Geologica di Fattibilità (Doc.G)** allegata al P.O. Comunale, per le “zone stabili suscettibili di amplificazione”, come appunto il comparto ATS5 in oggetto: la norma prescrive l'esecuzione di indagini geofisiche mirate alla ricostruzione bidimensionale del sottosuolo o comunque alla determinazione delle velocità del substrato posto al di sotto dei depositi di copertura. In tutti i casi è prevista la taratura

mediante indagini geognostiche dirette, con preferenza per i sondaggi a carotaggio continuo. In sintesi, per gli interventi ricadenti in questa classe di fattibilità, le condizioni che derivano dal 53/R/2011 vengono rispettate ricostruendo il modello geofisico e geotecnico del sottosuolo **già in fase di piano attuativo**. Le indagini sismiche dovranno essere eseguite con la tecnica della rifrazione in P/SH ed avranno lunghezza adeguata per definire le caratteristiche del substrato roccioso presente al di sotto dei terreni di copertura; tali indagini verranno tarate mediante l'esecuzione di un numero adeguato di sondaggi a carotaggio continuo.

Infatti, per la presente fase attuativa, oltre al rilevamento geologico di campagna, si fa riferimento ai sondaggi ambientali già eseguiti nel marzo 2015 ed all'indagine sismica eseguita nel maggio 2023, che nel complesso hanno permesso la ricostruzione stratigrafica e bidimensionale del sottosuolo nell'area d'intervento.

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Analizzato il tipo di intervento progettuale e considerate le condizioni di fattibilità, possiamo affermare che l'utilizzo dell'area (con riferimento alle indagini già eseguite sul lotto) è compatibile con le caratteristiche geologiche dei terreni, naturalmente adottando opportune tipologie di fondazione che dovranno essere scelti sulla base della caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni di sedime e dell'inquadramento sismico sito-dipendente, che saranno parte integrante della *Relazione Geologica* e della *Relazione Geotecnica Esecutiva*. Queste ultime, da redigere a livello edificatorio, conterranno tutti i dati di caratterizzazione geologica e di parametrizzazione geomeccanica.

Le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018 e relativa Circolare del C.S.LL.PP. n. 7 del 21.01.2019) ed il D.P.G.R. n. 1/R del 19.01.2022

prevedono che debba essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo (mediante studi specifici di risposta sismica locale nel caso di edifici ricadenti in classe d'indagine 4) e che venga definita la stratigrafia di dettaglio con tipologia e numero di verticali d'indagine adeguati alla dimensione e consistenza dell'intervento progettuale. Ovviamente deve essere riverificata la presenza di falda, relativa soggiacenza ed escursione stagionale, devono essere valutate le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, così da fornire ai Progettisti i parametri necessari per i calcoli strutturali.

Si rimanda quindi alla fase esecutiva per l'esecuzione in situ delle specifiche indagini geotecniche/geofisiche, naturalmente una quantificazione esatta delle indagini, sia in termini di quantità sia in termini di profondità sarà possibile solo in fase esecutiva sulla base delle risultanze delle prime prospezioni.

Si esprime parere favorevole alla Fattibilità, riservandoci - *se richiesto dal Progettista o dall'Ufficio competente* - ulteriori approfondimenti od interventi, qualora emergessero aspetti di ordine tecnico non previsti nella presente relazione.-

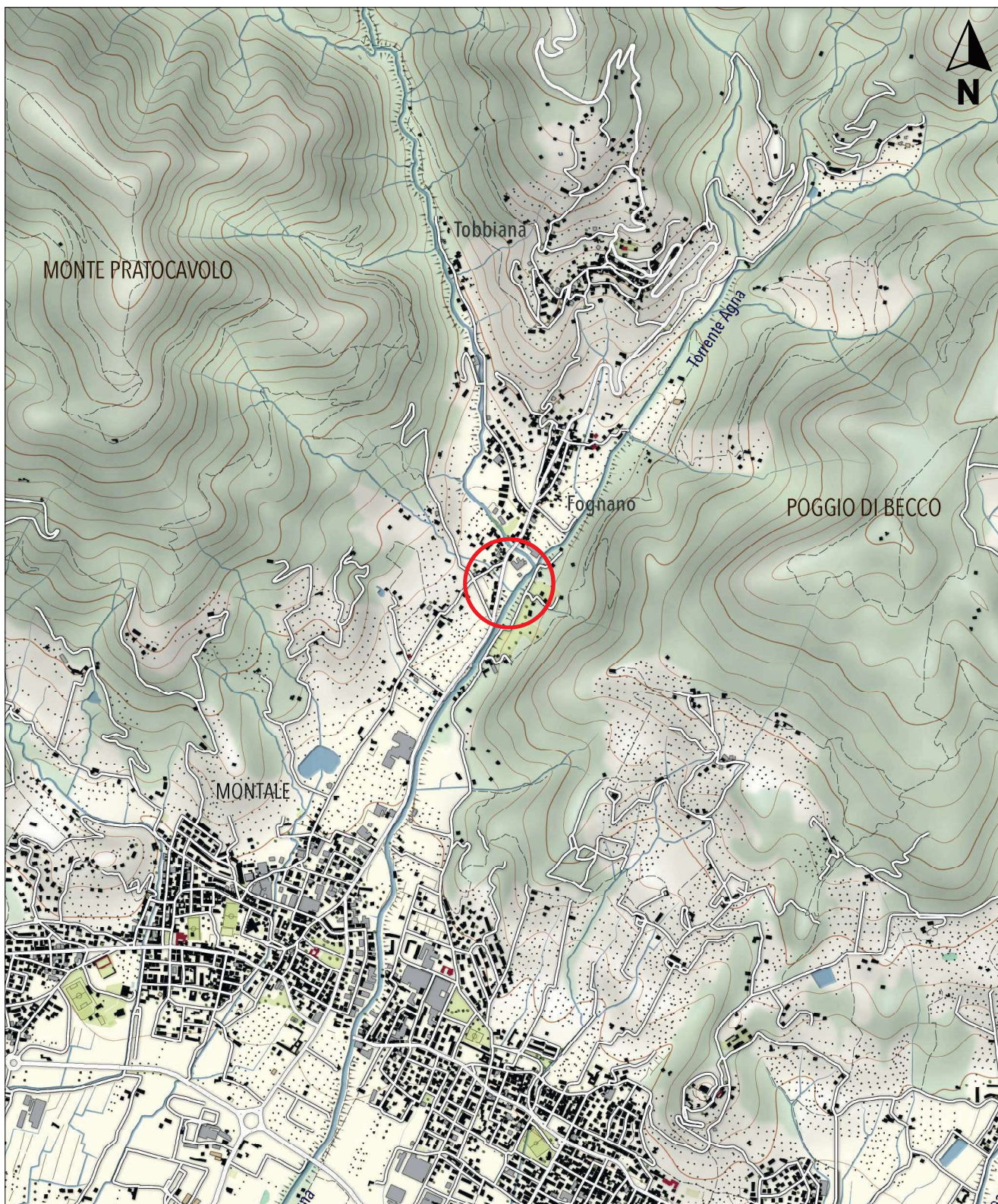
Prato, li 02/08/2023

Dott. Geol. LUCA AIAZZI



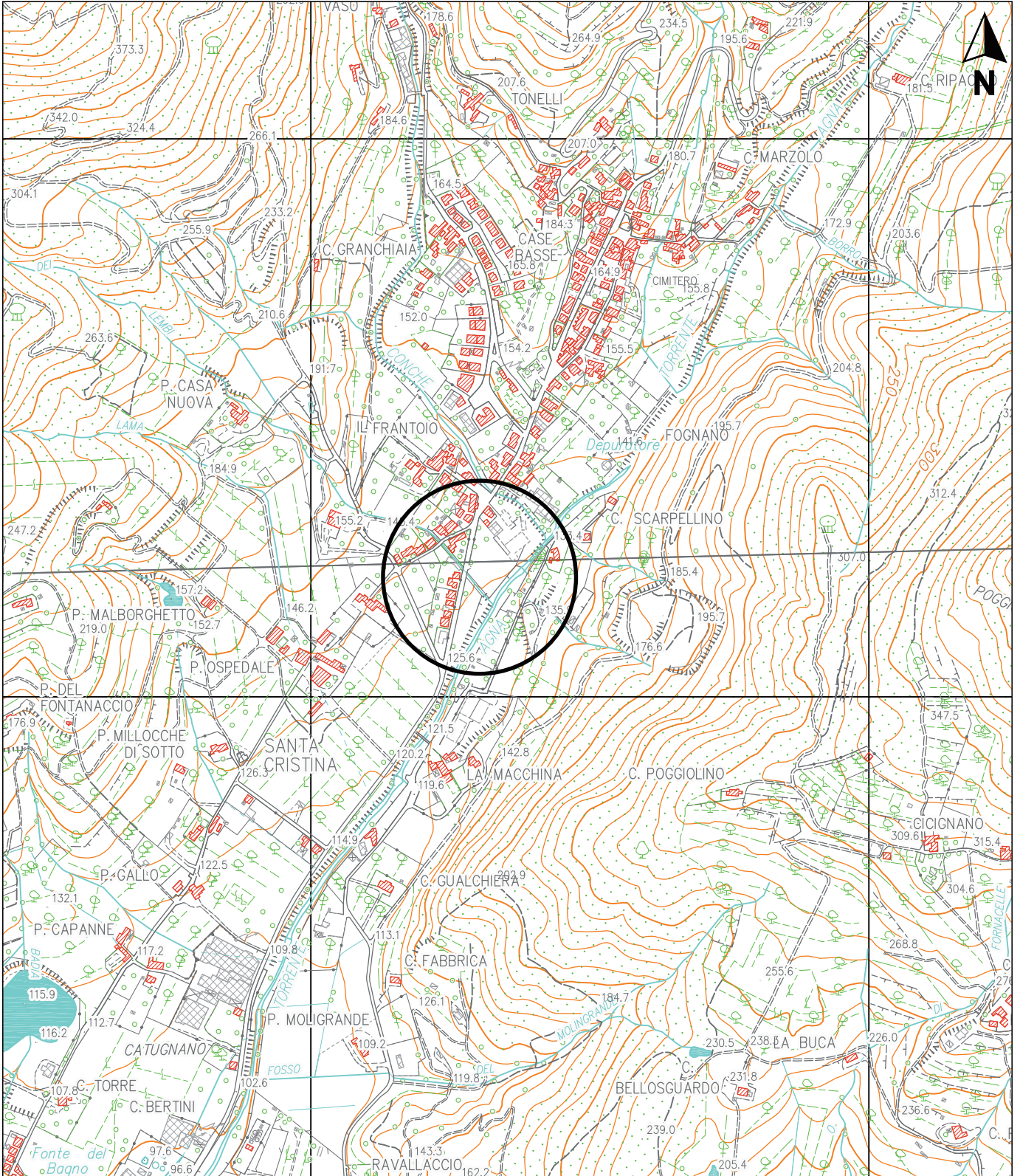
ESTRATTO CARTA TOPOGRAFICA

Scala 1: 25.000



Area in esame

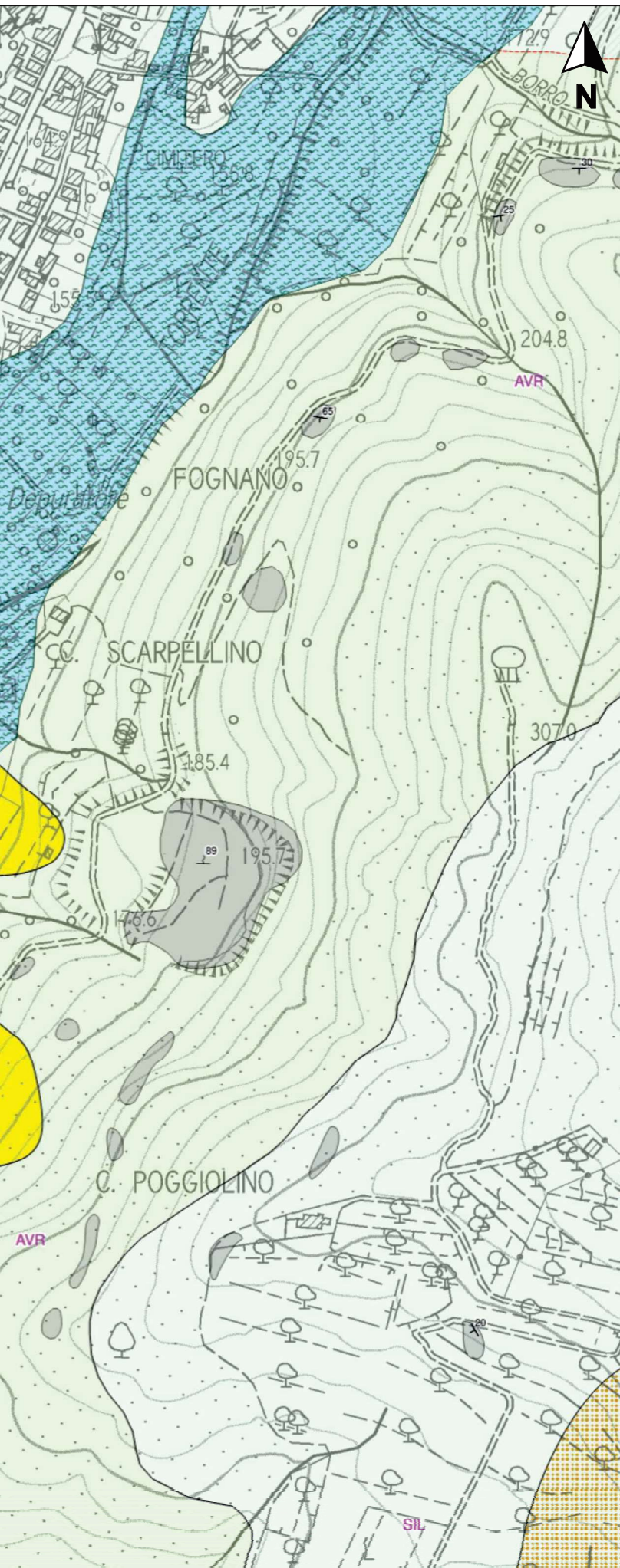
ESTRATTO CARTA TOPOGRAFICA CARTA TECNICA REGIONALE 1: 10.000



Area in esame

LEGENDA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Carta Geologica Regionale della Regione Toscana



Stratificazioni

- ⊥ stratificazione a polarita' sconosciuta
- + stratificazione orizzontale diritta
- + stratificazione orizzontale a polarita' sconosciuta
- ⊥ stratificazione verticale a polarita' sconosciuta
- ⊥ stratificazione verticale con indicazione della polarita'
- ⊥ stratificazione diritta
- ⊥ stratificazione rovesciata
- ⊥ stratificazione contorta con valori medi di immersione ed inclinazione

Frane IFFI (da db geomorfologico)

- Scivolamento rotazionale/traslattivo
- DGPV
- Aree soggette a frane superficiali diffuse

Depositi Superficiali (da db geomorfologico)

- Deposito alluvionale Attivo Ghiaie
- Deposito alluvionale Inattivo Limi inorganici
- Deposito eluvio-colluviale

Limite geologico

- contatto stratigrafico e/o litologico - certo
- - - - contatto stratigrafico e/o litologico - sepolto
- - - - faglia - incerto
- - - - faglia - sepolto
- |||| faglia diretta - certo
- ▼ sovrascorrimento di importanza minore - certo
- ▼ sovrascorrimento di importanza minore - fittizio

Unita geologica lineare

Affioramento areale

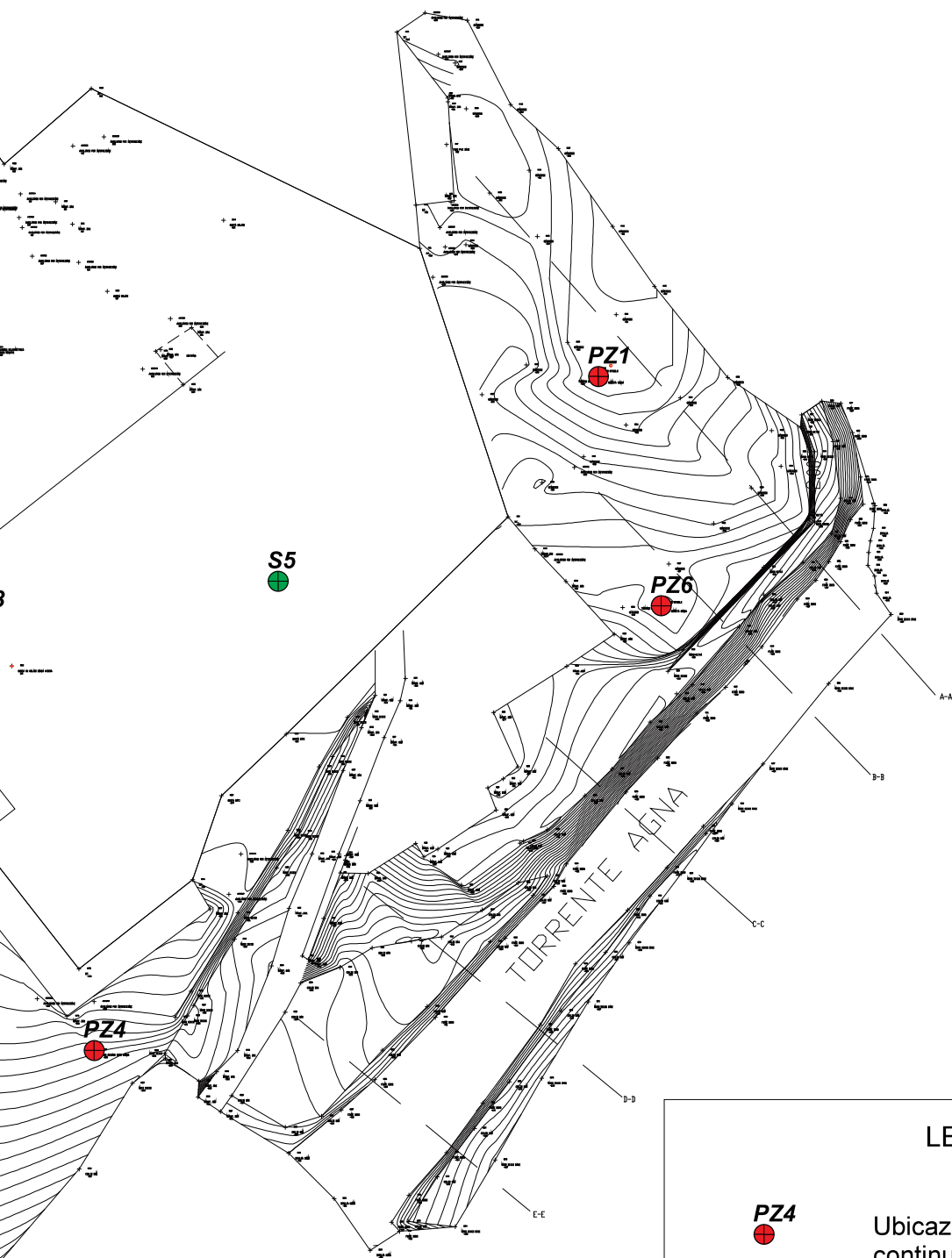
- affioramento significativo

Unita geologica areale

- MLL - Formazione di Monte Morello PALEOCENE SUPERIORE - EOCENE MEDIO
- SIL - Formazione di Sillano CRETACICO SUPERIORE - PALEOCENE
- SILa - Formazione di Sillano: Calcilutiti grigie e argilliti nocciola CRETACICO SUPERIORE - PALEOCENE
- AVR - Argille varicolori CRETACICO
- AQR1 - Formazione dell'Acquerino: Membro arenaceo-pelitico CHATTIANO - BURDIGALIANO
- AQR2 - Formazione dell'Acquerino: Membro pelitico-arenaceo CHATTIANO - BURDIGALIANO



Area in esame



LEGENDA

PZ4


Ubicazione sondaggio a carotaggio continuo attrezzato a piezometro

S3


Ubicazione sondaggio a carotaggio continuo

Ps1

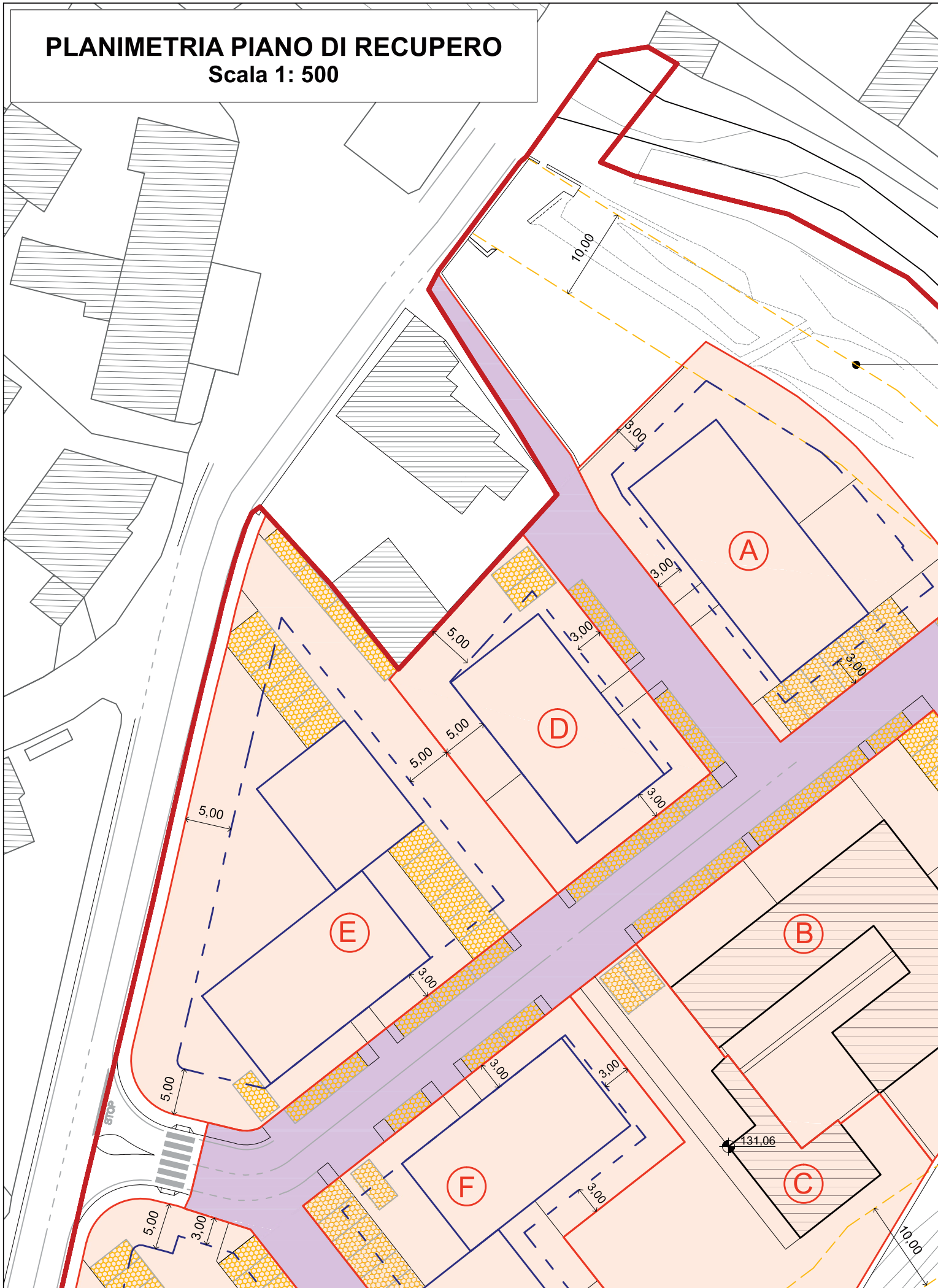

Stendimento sismica a rifrazione

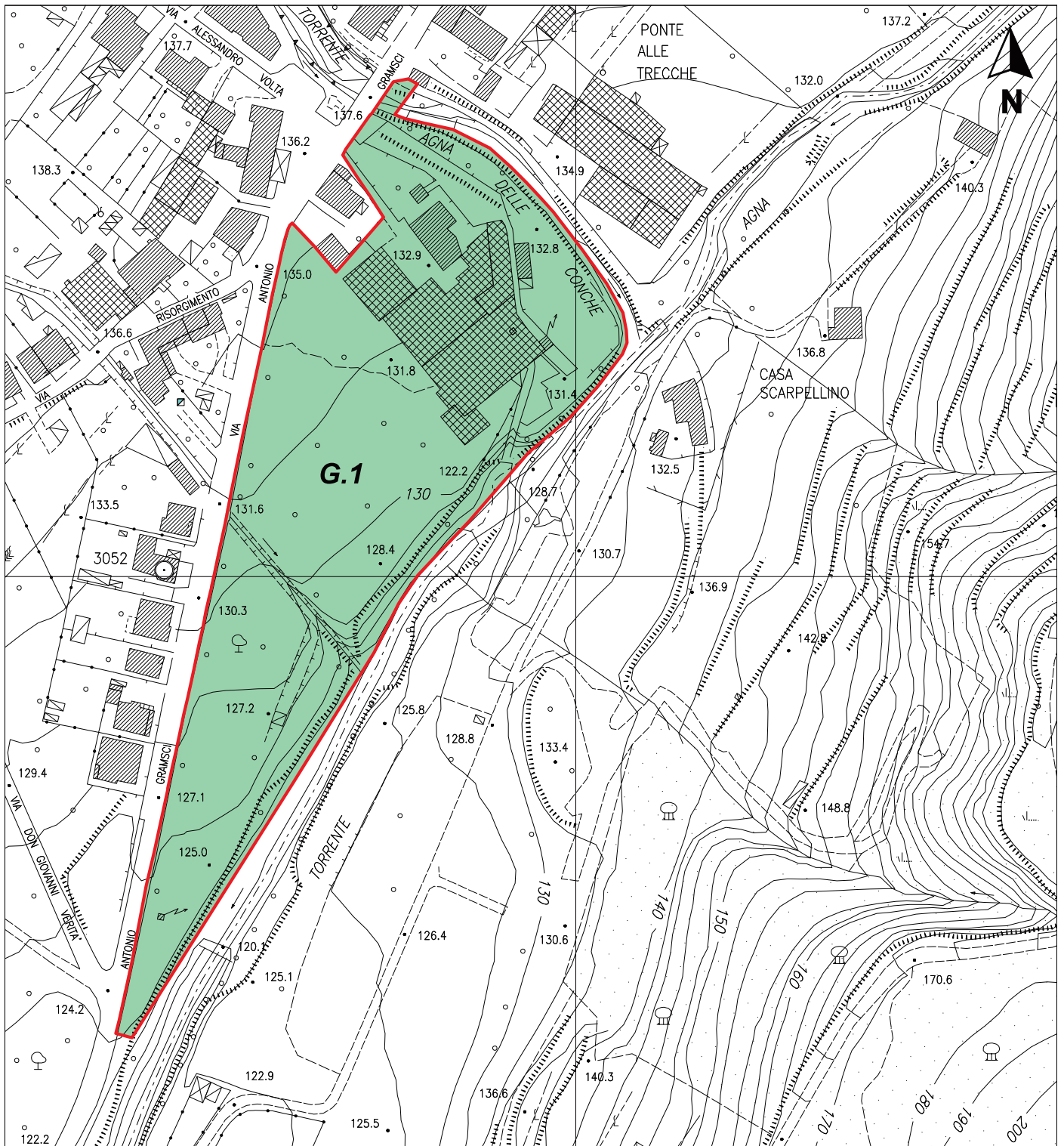
HVSR


Misura di rumore HVSR

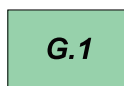
PLANIMETRIA PIANO DI RECUPERO

Scala 1: 500





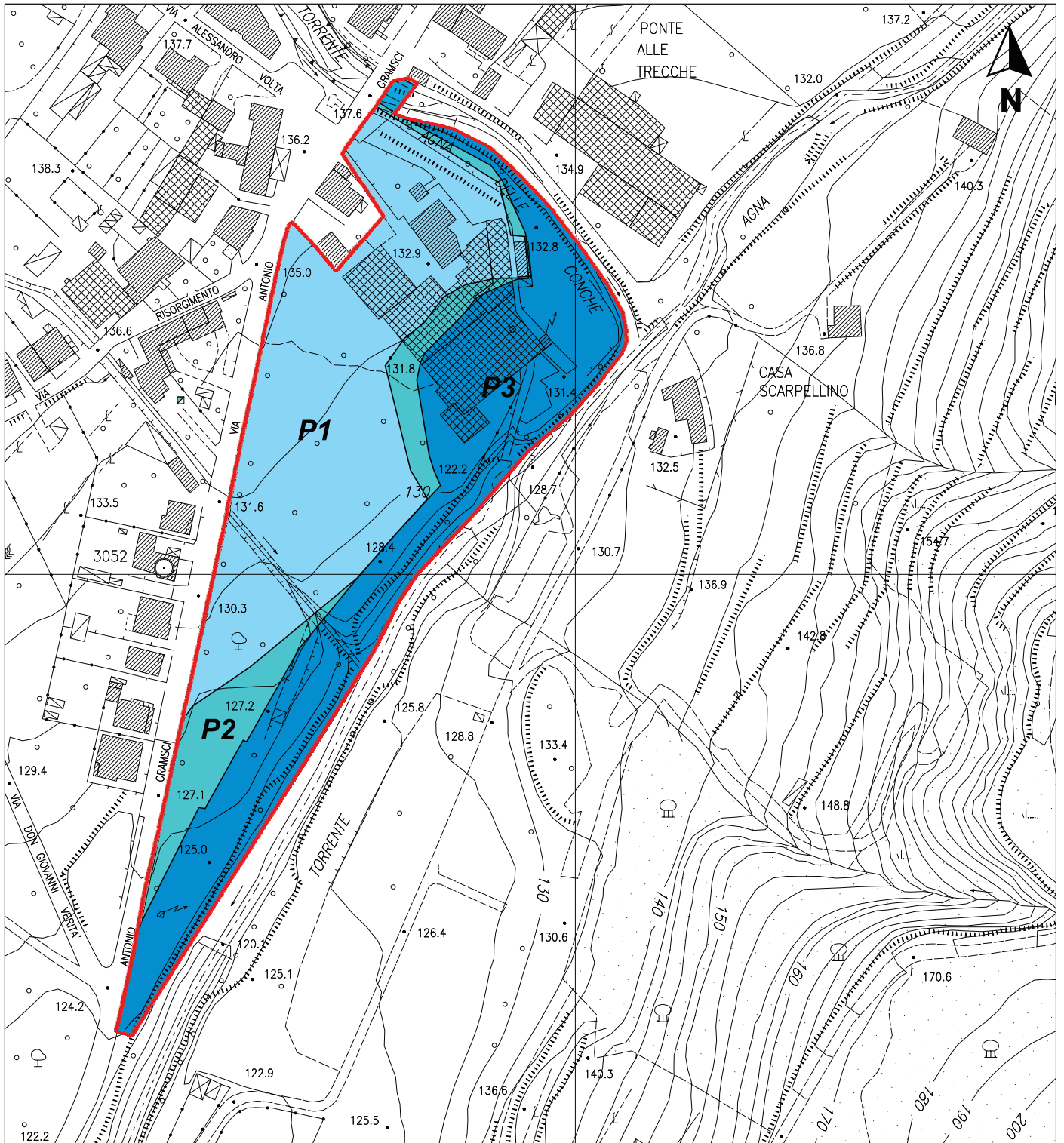
CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA
 Scala 1: 2.000



Pericolosità Geologica bassa (G.1)



Perimetro area
 Piano di Recupero



CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONI

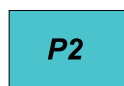
Scala 1: 2.000



Pericolosità da alluvioni P1



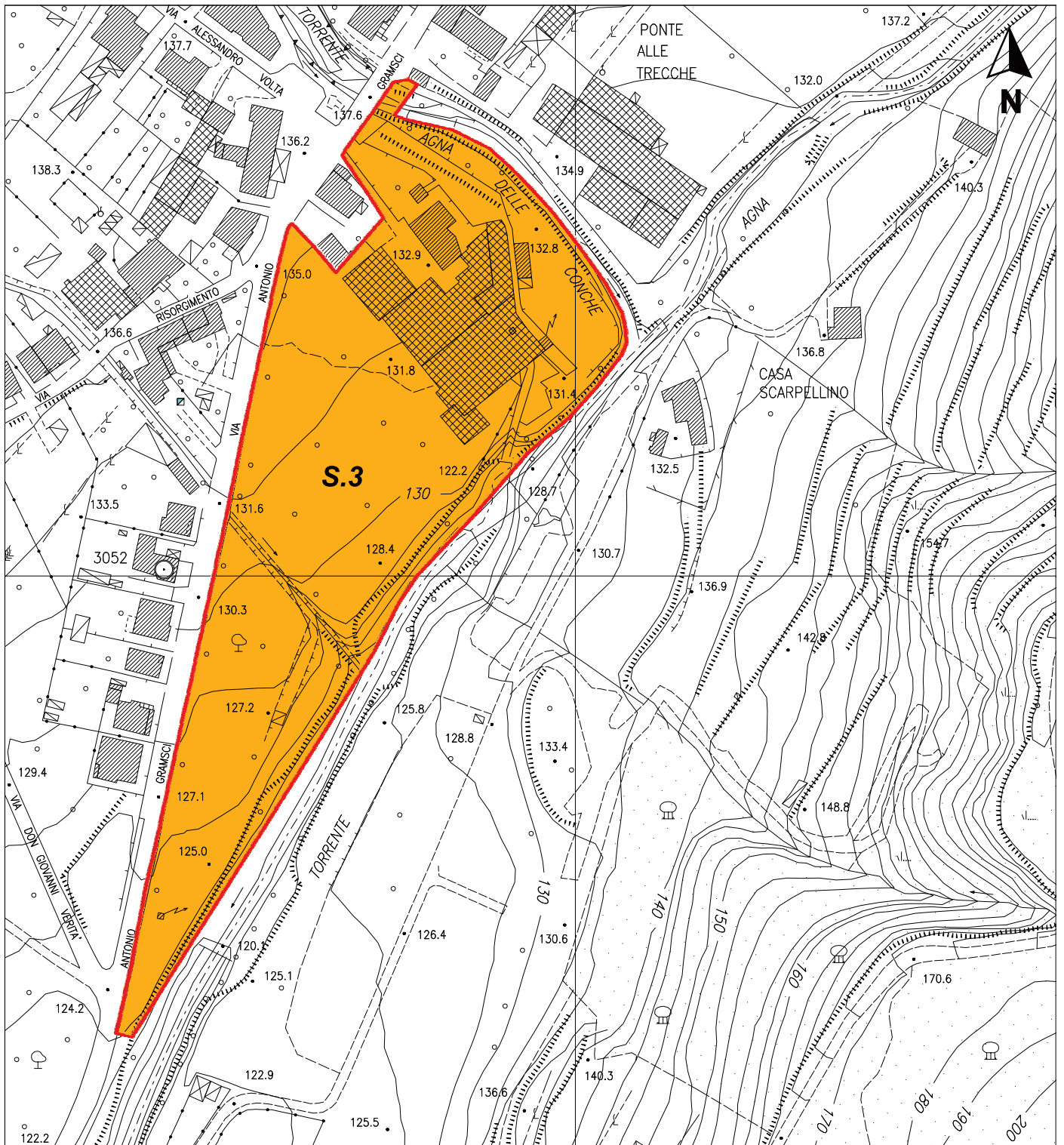
Pericolosità da alluvioni P3



Pericolosità da alluvioni P2



Perimetro area
Piano di Recupero



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Scala 1: 2.000




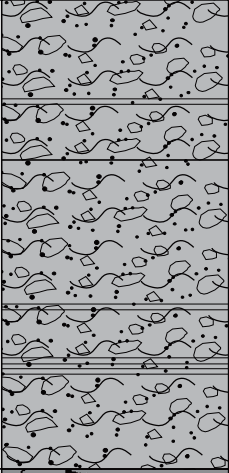

Pericolosità Sismica Locale elevata (S.3)



Perimetro area
Piano di Recupero

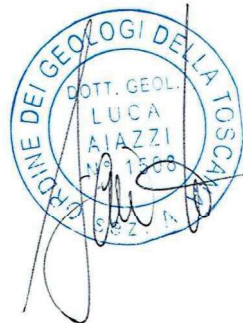
SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO


Scala 1: 50





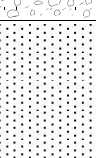



Prof. m	Stratigrafia	Descrizione Litologica	Falda
0,6÷1,7		<i>Livello I – terreni aerati/rimaneggiati superficiali</i>	
3,0÷5,5		<i>Livello II – depositi alluvionali/fluvio-torrentizi interdigitati talora con detrito di versante: prevalenza di ghiaia con ciottoli in matrice sabbioso-limosa con presenza di passate più francamente sabbiose o limo-sabbiose/limo-argillose</i>	
		<i>Livello III – substrato litoide in posto, litologicamente costituito da argilliti con presenza di stratificazioni calcareo-marnose</i>	







ALLEGATO







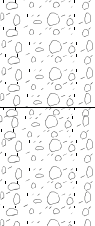



Report Stratigrafie Sondaggi Ambientali



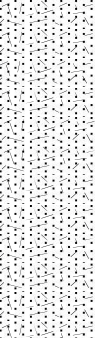








 <p>Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 info@songeo.it Sito www.songeo.it CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N° 56718 DEL 17.09.2007 SETTORE C: PROVE IN SITO AI SENSI DEL D.P.R. 06.06.2001 n° 380 Certificato UNI EN ISO 9001:2008 N° 17493 rilasciato da Certiquality</p>			DATA ESECUZIONE DAL 02/03/15 AL 03/03/15	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 0				
QUOTA P.C.			ATTREZZI Carotiere semplice ø 101 mm Rivestimenti metallici ø 178mm		SONDA IDRAULICA CMV MK 420F/TR600				
COMMITTENTE Meridiana Immobiliare			PIEZOMETRO Φ=4" L=4,0 m; Cieco da p.c. a -1,0 m, fessurato da -1,0 a -3,0 m, cieco da -3,0 a -4,0 m						
LOCALITA' Ex Carbonizzo Tempesti, Fognano (PT)			LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO 5,00 m PROF. RIVEST. 4,00 m				
NOTE			CAMPIONI SPT ● RIMANEGGIATI ○ INDISTURBATI ■		ASSISTENTI M. Rolfini OPERATORI R. Sacchetti				
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	Piezometro
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0.90					Limo argilloso nocciola			Bentonite Cieco
2	2.40					Ghiaia da fine a grossa subarrotondata di litologia arenacea con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa limosa nocciola			Ghiaietto Fessurato
3	3.00					Argilla limosa nocciola			
4	3.90					Argilla grigia scura molto consistente con clasti calcarei			Cieco
5	5.00					Argilliti grigio scuro con clasti calcarei (formazione di Sillano)			Bentonite

 Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 info@songeo.it Sito www.songeo.it CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N° 56718 DEL 17.09.2007 SETTORE C: PROVE IN SITO AI SENSI DEL D.P.R. 06.06.2001 n° 380 Certificato UNI EN ISO 9001:2008 N° 17493 rilasciato da Certiquality			DATA ESECUZIONE DAL 04/03/15 AL 05/03/15	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 1				
QUOTA P.C.			ATTREZZI Carotiere semplice ø 101 mm Rivestimenti metallici ø 178mm		SONDA IDRAULICA CMV MK 420F/TR600				
COMMITTENTE Meridiana Immobiliare			PIEZOMETRO Φ=4" L=4,0 m; Cieco da p.c. a -3,0 m, fessurato da -3,0 a -4,0 m						
LOCALITA' Ex Carbonizzo Tempesti, Fognano (PT)			LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO 5,00 m				
NOTE			PROF. RIVEST. 4,00 m		ASSISTENTI M. Rolfini OPERATORI R. Sacchetti				
			CAMPIONI SPT ● RIMANEGGIATI ○ INDISTURBATI ■						
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE Kg/cm ²	Piezometro
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0,30					Ghiaia media grossa arrotondata, ciottoli e blocchi con sabbia grigia			Bentonite Cieco
1						Resti tessili neri			
	1,60					Ghiaia grossa subarrotondata di litologia arenacea con ciottoli e blocchi con sabbia media grigia e grigia scura/nerastra			Chiaro Fessurato
2									
	2,90					Sabbia medio grossa grigia scura con ghiaia			Bentonite
3									
	3,50					Sabbia fine con limo e rara ghiaia di colore da grigio a nocciola verdastra			
4									
	4,40					Ciottoli e blocchi arenacei con sabbia grigia			
	4,80					Argillite grigia			
5	5,00								

 <p>Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 info@songeo.it Sito www.songeo.it CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N° 56718 DEL 17.09.2007 SETTORE C: PROVE IN SITO AI SENSI DEL D.P.R. 06.06.2001 n° 380 Certificato UNI EN ISO 9001:2008 N° 17493 rilasciato da Certiquality</p>			DATA ESECUZIONE DAL 02/03/15 AL 02/03/15	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 3				
QUOTA P.C.			ATTREZZI Carotiere semplice ø 101 mm Rivestimenti metallici ø 178mm			SONDA IDRAULICA CMV MK 420F/TR600			
COMMITTENTE Meridiana Immobiliare			PIEZOMETRO ASSENTE						
LOCALITA' Ex Carbonizzo Tempesti, Fognano (PT)									
NOTE			CAMPIONI SPT ● RIMANEGGIATI ○ INDISTURBATI ■			LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C. PROF. FORO 4,00 m PROF. RIVEST. 4,00 m ASSISTENTI M. Rolfini OPERATORI R. Sacchetti			
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE Kg/cm ²	Piezometro
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0.10					Pavimentazione CLS			
1	1.20					Ghiaia, ciottoli e rari resti di laterizi in abbondante matrice limosa sabbiosa di colore nocciola			
2						Limo sabbioso e/o limo con sabbia di colore nocciola con rara ghiaia grossa			
3	2.50					Ghiaia prevalentemente grossa di litologia arenacea e ciottoli in abbondante matrice limoso sabbiosa e/o sabbioso limosa di colore nocciola			
4	4.00								
5									

 <p>Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 info@songeo.it Sito www.songeo.it CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N° 56718 DEL 17.09.2007 SETTORE C: PROVE IN SITO AI SENSI DEL D.P.R. 06.06.2001 n° 380 Certificato UNI EN ISO 9001:2008 N° 17493 rilasciato da Certiquality</p>			DATA ESECUZIONE DAL 03/03/15 AL 04/03/15	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 4				
QUOTA P.C.			ATTREZZI Carotiere semplice ø 101 mm Rivestimenti metallici ø 178mm		SONDA IDRAULICA CMV MK 420F/TR600				
COMMITTENTE Meridiana Immobiliare			PIEZOMETRO Φ=4" L=4,0 m; Cieco da p.c. a -2,0 m, fessurato da -2,0 a -4,0 m						
LOCALITA' Ex Carbonizzo Tempesti, Fognano (PT)			LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO 4,00 m				
NOTE			CAMPIONI SPT ● RIMANEGGIATI ○ INDISTURBATI ■		PROF. RIVEST. 4,00 m				
					ASSISTENTI M. Rolfini OPERATORI R. Sacchetti				
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE Kg/cm ²	Piezometro
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0,30					Limo argilloso marrone			
	0,90					Limo sabbioso nocciola con rari clasti			
1						Ghiaia prevalentemente grossa di litologia arenacea con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa limosa nocciola			
2						Ghiaia prevalentemente grossa di litologia arenacea con ciottoli in matrice limosa sabbiosa grigio verdastro			
3	3,10					Ghiaia prevalentemente grossa di litologia arenacea con ciottoli in matrice limosa sabbiosa grigio verdastro			
4	4,40					Argillite grigia			
	4,50								
5									

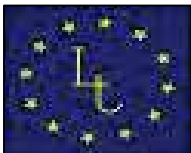
 Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 info@songeo.it Sito www.songeo.it CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N° 56718 DEL 17.09.2007 SETTORE C: PROVE IN SITO AI SENSI DEL D.P.R. 06.06.2001 n° 380 Certificato UNI EN ISO 9001:2008 N° 17493 rilasciato da Certiquality			DATA ESECUZIONE DAL 02/03/15 AL 02/03/15	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 5				
QUOTA P.C.			ATTREZZI Carotiere semplice ø 101 mm Rivestimenti metallici ø 178mm			SONDA IDRAULICA CMV MK 420F/TR600			
COMMITTENTE Meridiana Immobiliare			PIEZOMETRO ASSENTE						
LOCALITA' Ex Carbonizzo Tempesti, Fognano (PT)									
NOTE			CAMPIONI SPT ● RIMANEGGIATI ○ INDISTURBATI ■			LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.	PROF. FORO 4,00 m	PROF. RIVEST. 4,00 m	ASSISTENTI M. Rolfini OPERATORI R. Sacchetti
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE Kg/cm ²	Piezometro
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0,30					Pavimentazione CLS			
1						Resti di laterizi, cls, ghiaia in matrice limosa sabbiosa di colore nocciola e a tratti marrone ocra			
	1,50					Sabbia limosa e/o con limo di colore nocciola con ghiaia e qualche ciottolo			
2									
	2,40					Ghiaia da fine a grossa subarrotondata di litologia arenacea con ciottoli in abbondante matrice sabbiosa limosa di colore nocciola			
3									
	4,00								
4									
5									

 Via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) tel. 0532 773136 - 0532 815683 fax 0532 776455 info@songeo.it Sito www.songeo.it CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N° 56718 DEL 17.09.2007 SETTORE C: PROVE IN SITO AI SENSI DEL D.P.R. 06.06.2001 n° 380 Certificato UNI EN ISO 9001:2008 N° 17493 rilasciato da Certiquality			DATA ESECUZIONE DAL 04/03/15 AL 04/03/15	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. 6				
QUOTA P.C.			ATTREZZI Carotiere semplice ø 101 mm Rivestimenti metallici ø 178mm		SONDA IDRAULICA CMV MK 420F/TR600				
COMMITTENTE Meridiana Immobiliare			PIEZOMETRO Φ=4" L=4,0 m; Cieco da p.c. a -2,0 m, fessurato da -2,0 a -4,0 m						
LOCALITA' Ex Carbonizzo Tempesti, Fognano (PT)			LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO 5,00 m	PROF. RIVEST. 4,50 m			
NOTE			CAMPIONI SPT ● RIMANEGGIATI ○ INDISTURBATI ■		ASSISTENTI M. Rolfini OPERATORI R. Sacchetti				
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	Piezometro
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0,50					Resti tessili neri			Bentonite Cieco Ghiaietto Fessurato Bentonite
1						Limo argilloso grigio nerastro con resti tessili nerastri, resti di laterizi e vegetali			
	1,60								
2						Ghiaia grossa subarrotondata di litologia arenacea con ciottoli in matrice sabbiosa limosa grigia/grigia azzurra			
	3,00								
3						Ghiaia grossa subarrotondata di litologia arenacea con ciottoli e blocchi in matrice limosa sabbiosa grigio verdastra			
	3,80								
4						Argillite grigia con blocchi calcarei grigio chiaro di circa 20-30 cm			
	4,50								
5									

ALLEGATO

Report Analisi Granulometriche





IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Certificati di prova n. 571-580/2015

Montelupo Fiorentino lì 09/04/2015

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

DATA ESECUZIONE PROVE: 27/03/15 - 09/04/15

CAMPIONI:

S0C1 profondità 0.5 - 1.5 m

S1C1 profondità 3.0 - 3.8 m

S3C1 profondità 0.0 - 1.0 m

S3C2 profondità 2.0 - 3.0 m

S3C3 profondità 3.0 - 4.0 m

S4C1 profondità 1.0 - 2.0 m

S4C2 profondità 2.5 - 3.0 m

S5C1 profondità 0.5 - 1.5 m

S6C1 profondità 2.0 - 3.0 m

S6C2 profondità 3.0 - 3.7 m

Prove eseguite

1 - Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida (ASTM D 421/85)

2 - Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 1140/71)

Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 571/2015

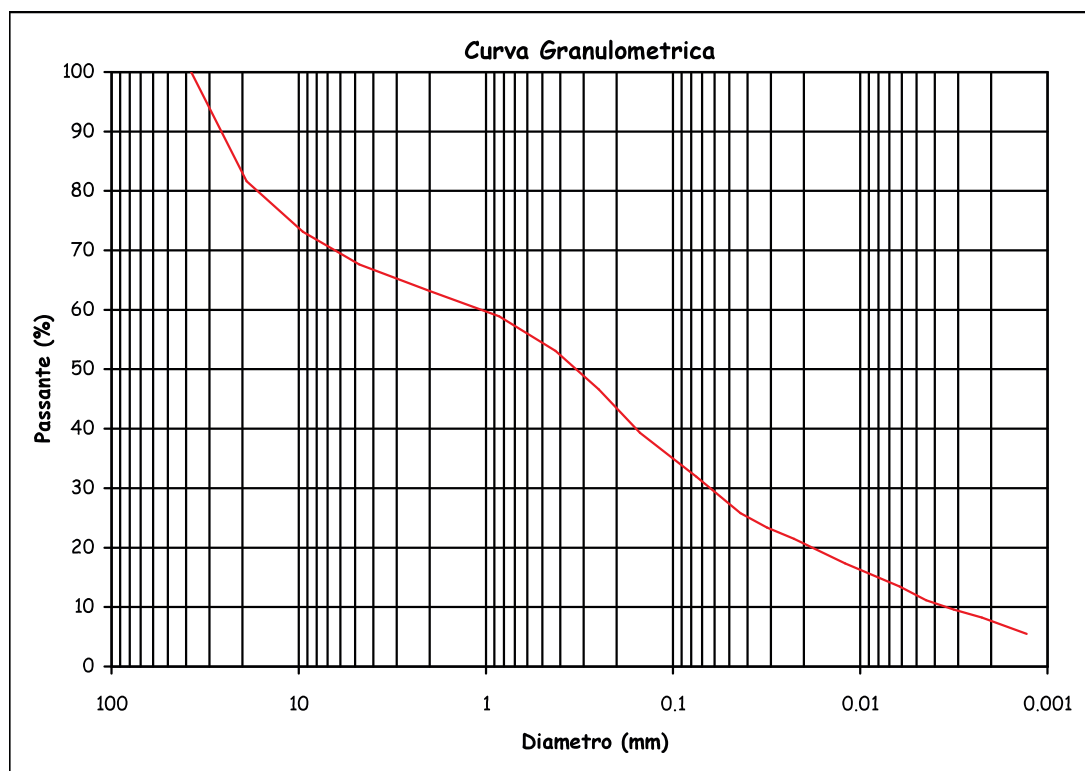
CAMPIONE: SOC1 profondità 0.5 - 1.5 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 04/04/15

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
37.5	100	0.0436	25.8
19	81.6	0.0315	23.4
9.5	73.1	0.0226	21.5
4.75	67.7	0.0121	17.3
2	63.2	0.0062	13.4
0.850	58.9	0.0044	11.1
0.425	53.1	0.0032	9.6
0.250	46.7	0.0022	8.2
0.150	39.3	0.0013	5.5
0.075	31.9		



Ghiaia: 36.8% Sabbia: 33.8% Limo: 21.8% Argilla: 7.7%

Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

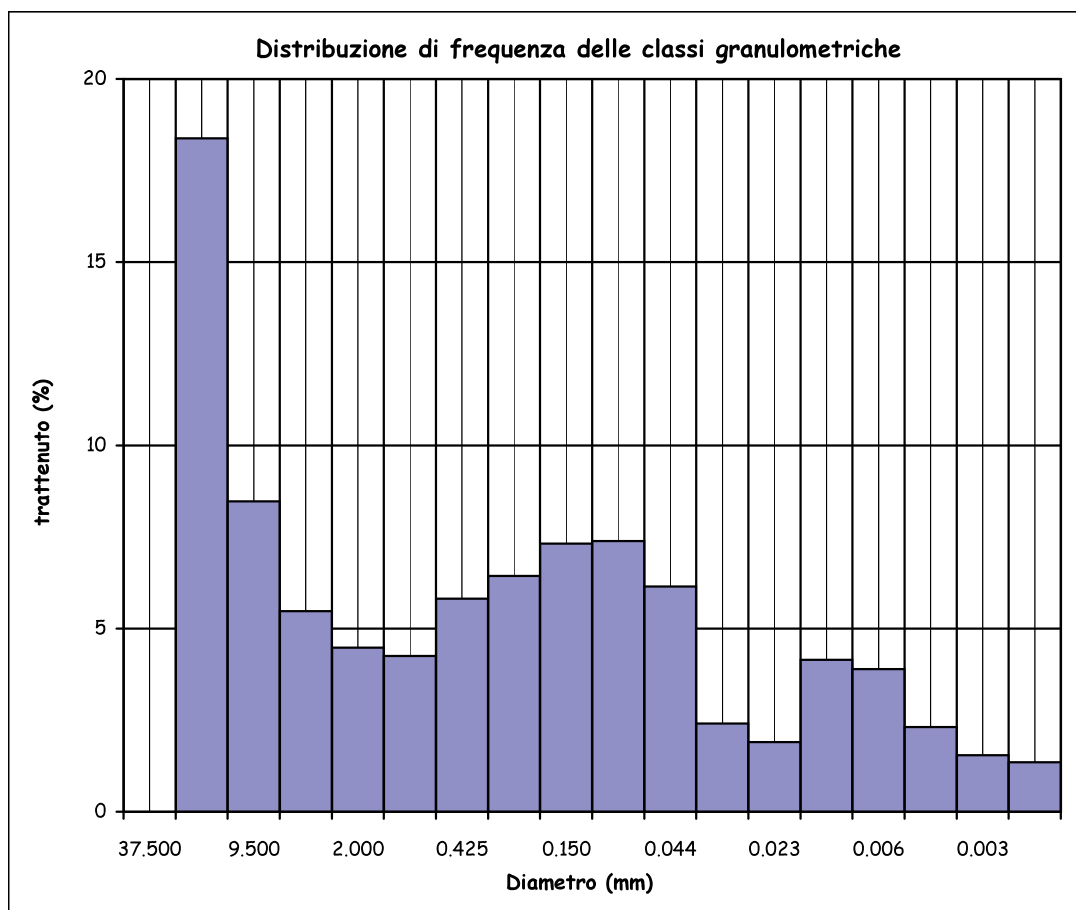


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 571/2015

CAMPIONE: SOC1 profondità 0.5 - 1.5 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 04/04/15



Coefficiente di uniformità (Cu) = 324.8

Coefficiente di curvatura (Cc) = 1.1

Mediana 0.341

Moda 19

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 571/2015

CAMPIONE	SOC1
Profondità metri	0.5 - 1.5
Granulometria	
Ghiaia (%)	36.8
Sabbia (%)	33.8
Limo (%)	21.8
Argilla (%)	7.7

Michele Coln...





CERTIFICATO DI PROVA N. 572/2015

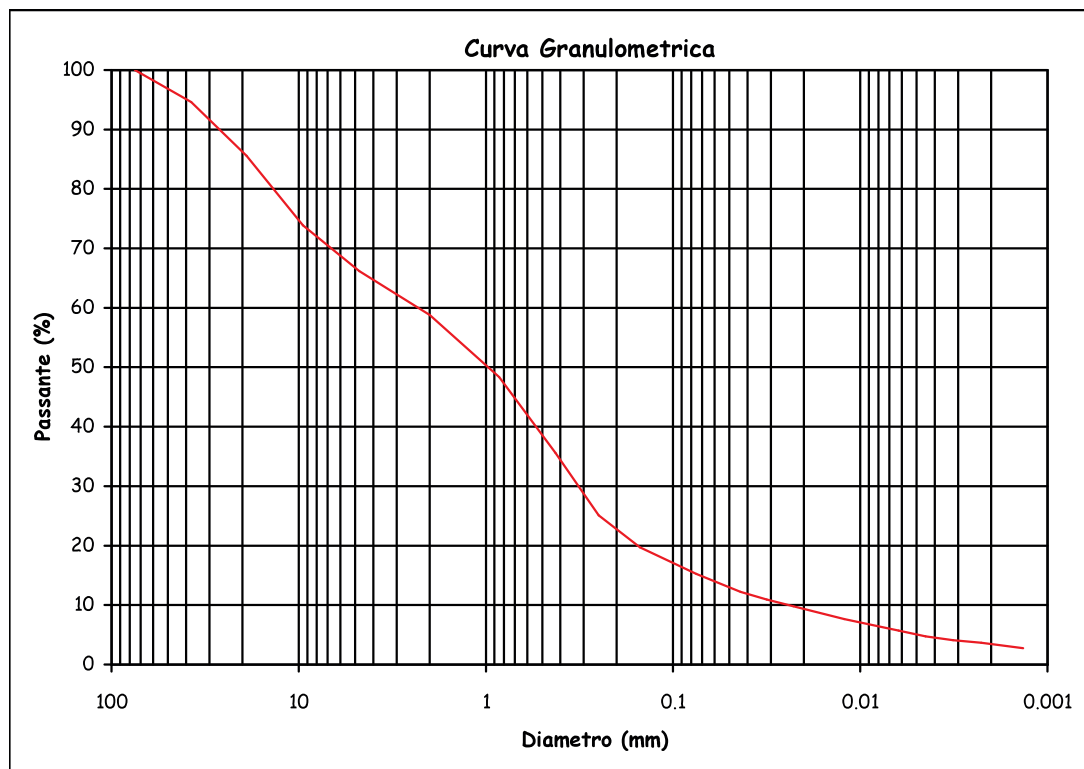
CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.8 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 03/04/15

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0437	12.2
37.5	94.6	0.0316	10.9
19	85.6	0.0228	9.8
9.5	73.9	0.0122	7.7
4.75	66.2	0.0062	5.7
2	58.8	0.0045	4.7
0.850	48.4	0.0032	4.1
0.425	35.6	0.0023	3.6
0.250	25.1	0.0013	2.7
0.150	19.7		
0.075	15.2		



Ghiaia: 41.2% Sabbia: 44.8% Limo: 10.6% Argilla: 3.4%

Sabbia con ghiaia limosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

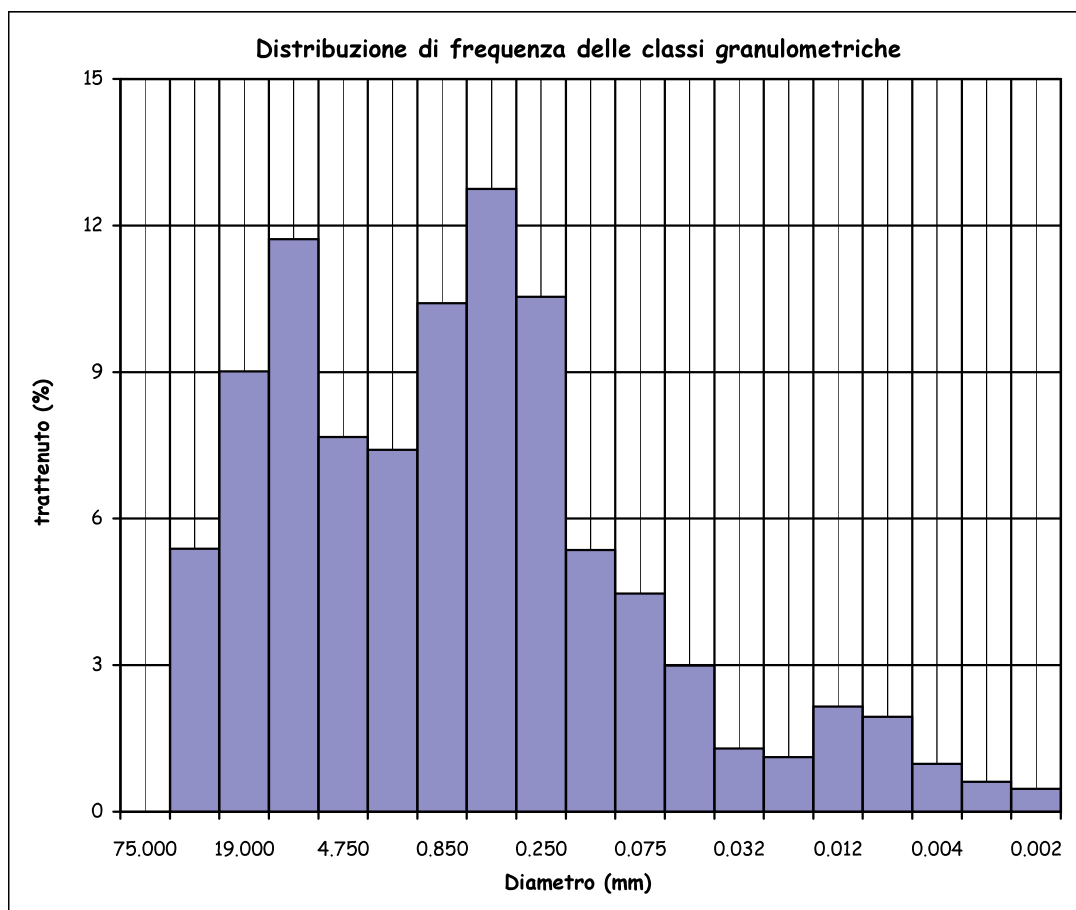


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 572/2015

CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.8 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 03/04/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 101.4

Coefficiente di curvatura (C_c) = 1.9

Mediana 1.030

Moda 0.425

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 572/2015

CAMPIONE	S1C1
Profondità metri	3.0 - 3.8
Granulometria	
Ghiaia (%)	41.2
Sabbia (%)	44.8
Limo (%)	10.6
Argilla (%)	3.4



Michele Colan



CERTIFICATO DI PROVA N. 573/2015

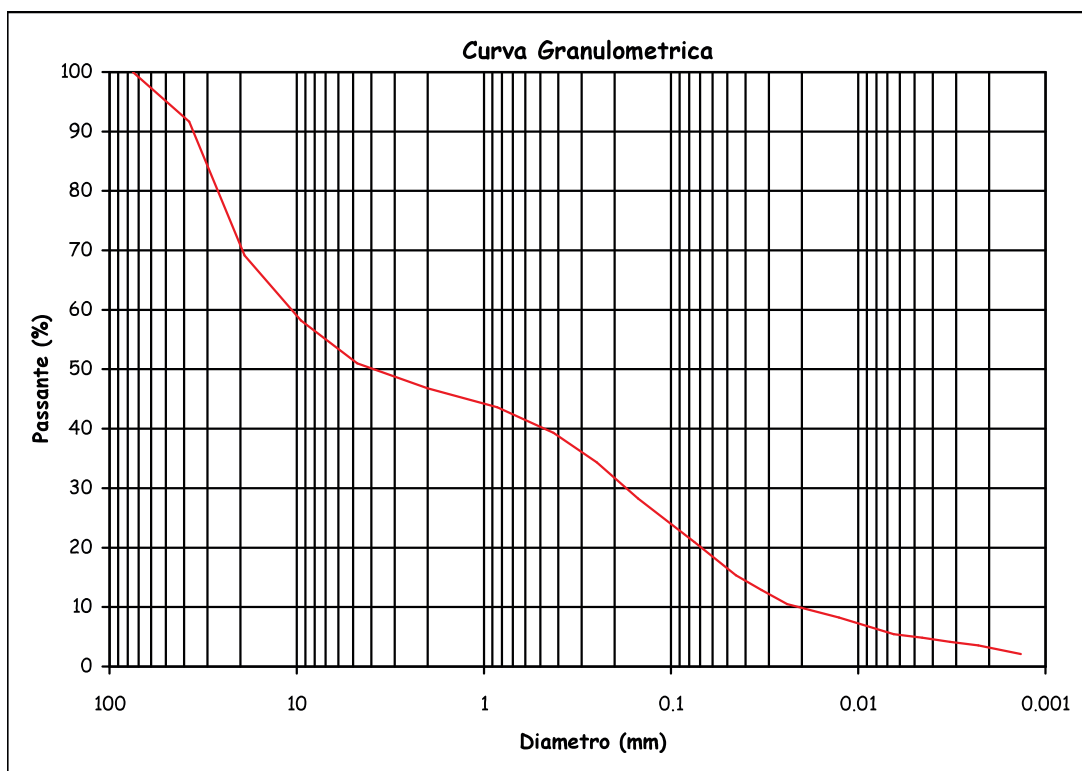
CAMPIONE: S3C1 profondità 0.0 - 1.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 08/04/15

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0450	15.3
37.5	91.6	0.0329	12.8
19	69.1	0.0239	10.5
9.5	58.2	0.0127	8.2
4.75	51.0	0.0065	5.4
2	46.8	0.0046	4.8
0.850	43.6	0.0032	4.1
0.425	39.3	0.0023	3.5
0.250	34.3	0.0014	2.1
0.150	28.3		
0.075	20.9		



Ghiaia: 53.2% Sabbia: 28.3% Limo: 15.3% Argilla: 3.2%

Ghiaia con sabbia limosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

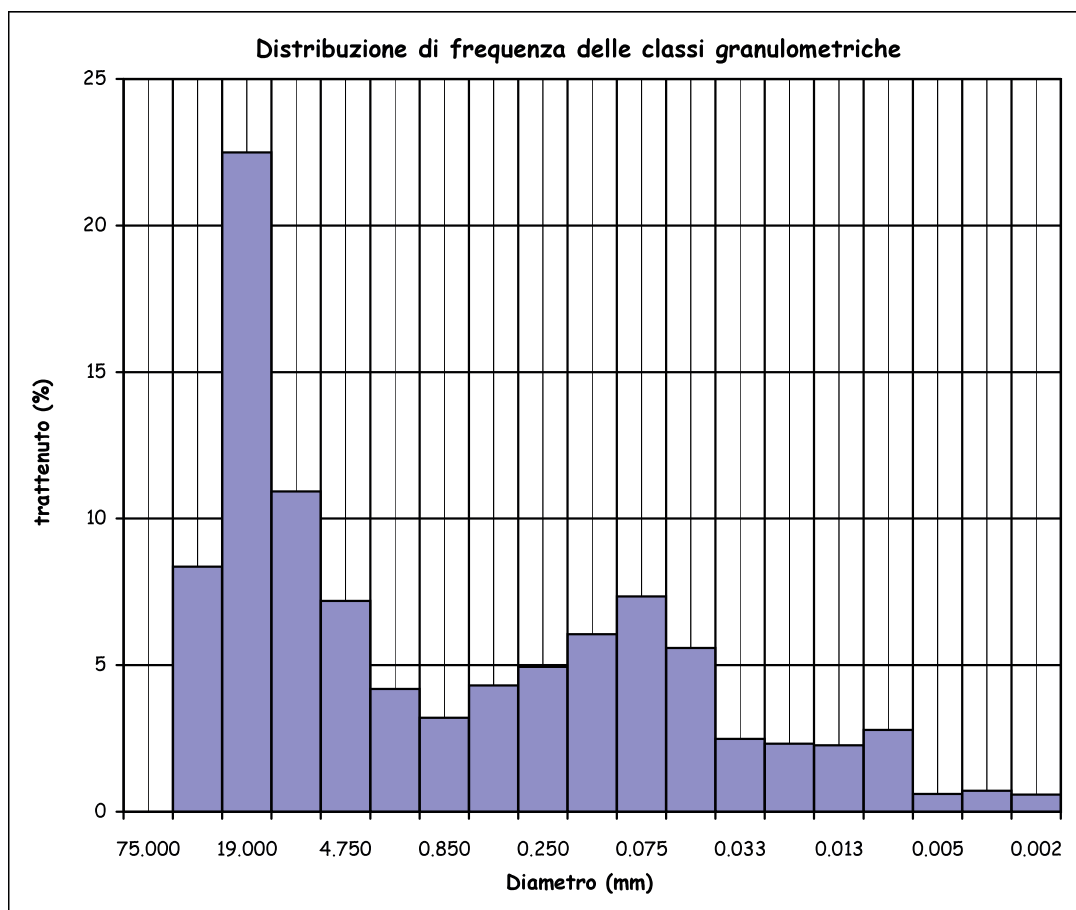


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 573/2015

CAMPIONE: S3C1 profondità 0.0 - 1.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 08/04/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 517.8

Coefficiente di curvatura (C_c) = 0.1

Mediana 4.090

Moda 19.0

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 573/2015

CAMPIONE	S3C1
Profondità metri	0.0 - 1.0
Granulometria	
Ghiaia (%)	53.2
Sabbia (%)	28.3
Limo (%)	15.3
Argilla (%)	3.2



Michèle Colm



CERTIFICATO DI PROVA N. 574/2015

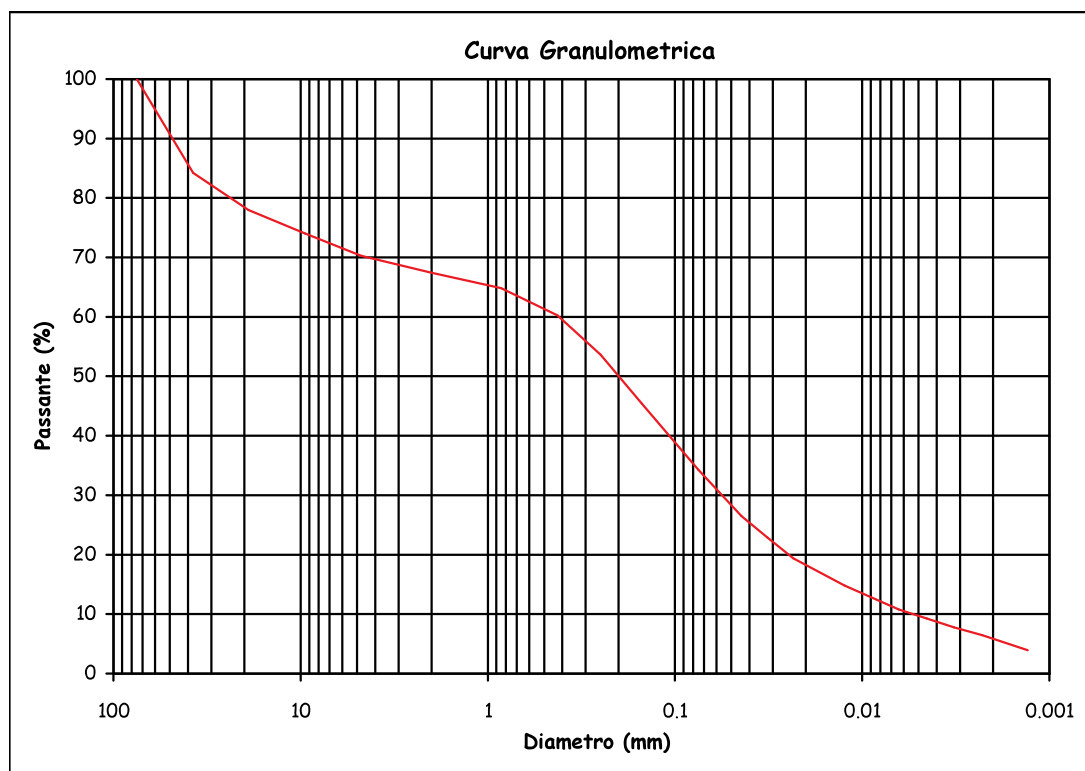
CAMPIONE: S3C2 profondità 2.0 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 07/04/15

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0441	26.5
37.5	84.2	0.0321	22.9
19	78.0	0.0233	19.4
9.5	74.0	0.0124	14.8
4.75	70.3	0.0064	10.8
2	67.4	0.0045	9.2
0.850	64.9	0.0032	7.8
0.425	60.3	0.0023	6.5
0.250	53.6	0.0013	3.9
0.150	45.4		
0.075	34.3		



GHIAIA: 32.6% SABBIA: 36.4% LIMO: 25.2% ARGILLA: 5.9%

Sabbia con ghiaia e con limo debolmente argillosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

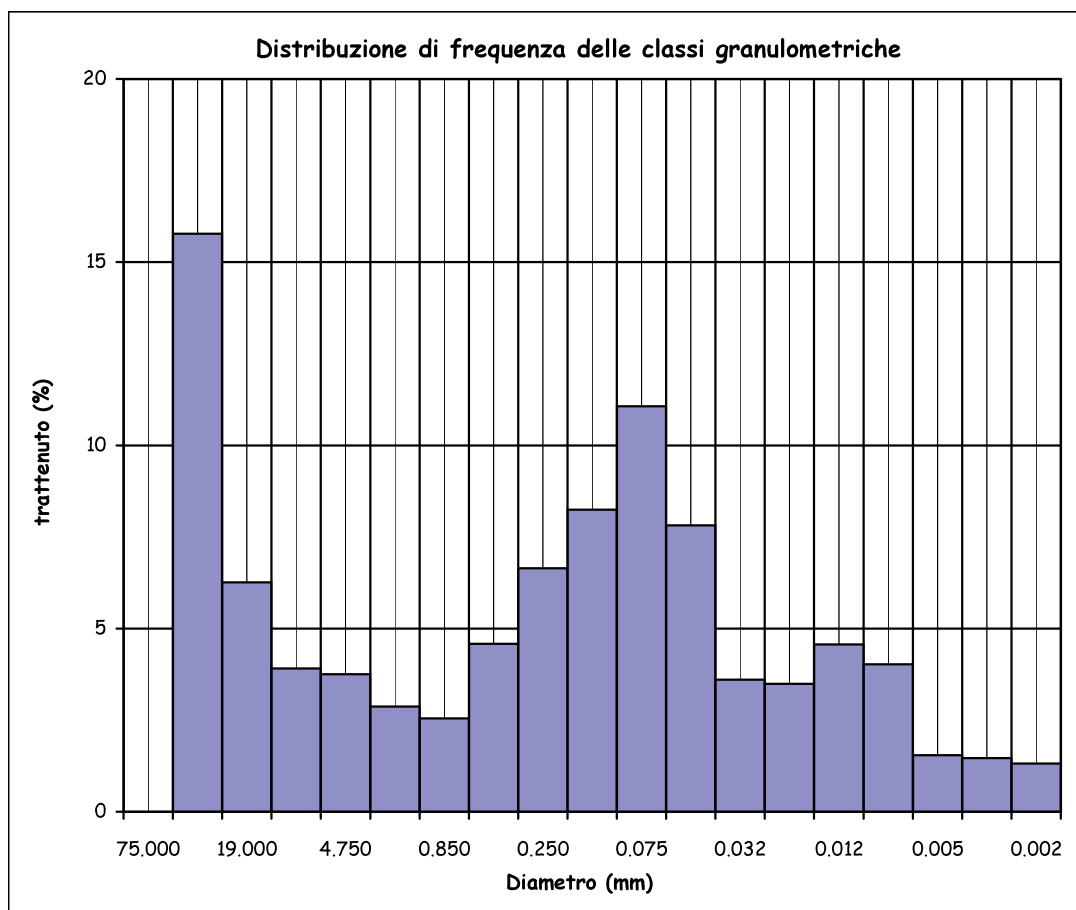


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 574/2015

CAMPIONE: S3C2 profondità 2.0 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 07/04/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 77.0

Coefficiente di curvatura (C_c) = 1.5

Mediana 0.206

Moda 37.5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 574/2015

CAMPIONE	S3C2
Profondità metri	2.0 - 3.0
Granulometria	
Ghiaia (%)	32.6
Sabbia (%)	36.4
Limo (%)	25.2
Argilla (%)	5.9



Michèle Colm



CERTIFICATO DI PROVA N. 575/2015

CAMPIONE: S3C3 profondità 3.0 - 4.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 09/04/15

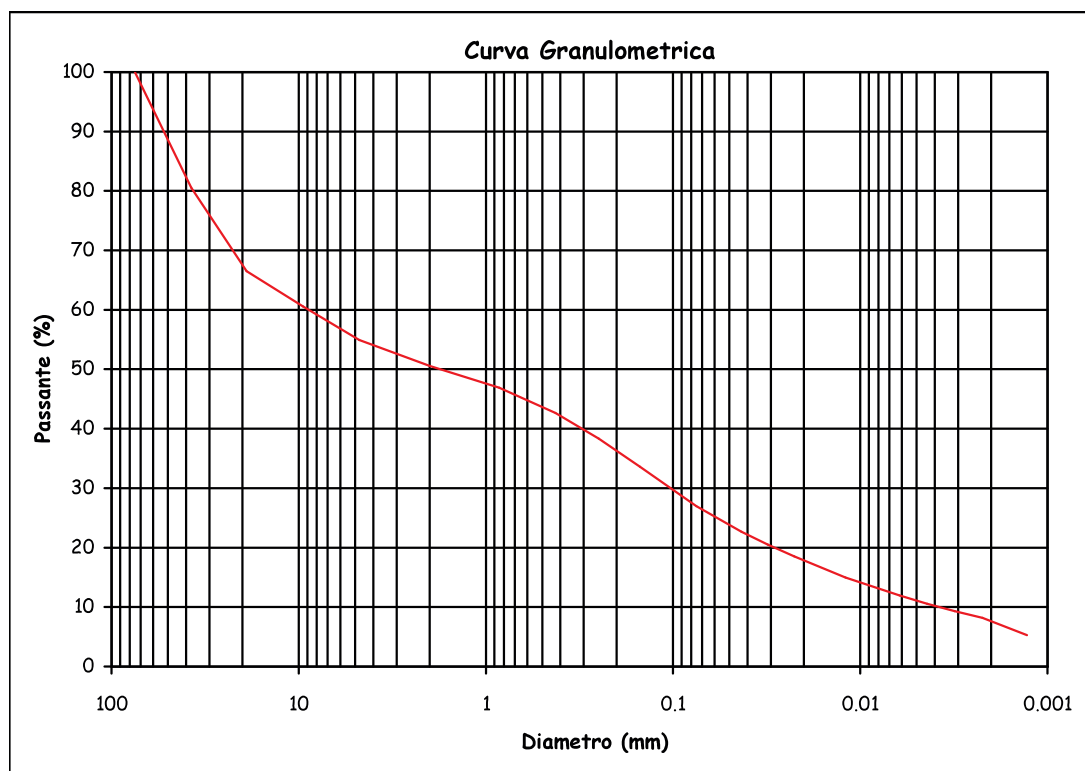
Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura

Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0431	22.7
37.5	80.5	0.0312	20.5
19	66.5	0.0225	18.5
9.5	60.6	0.0120	15.0
4.75	54.9	0.0062	11.9
2	50.6	0.0044	10.5
0.850	46.9	0.0031	9.3
0.425	42.7	0.0022	8.2
0.250	38.4	0.0013	5.3
0.150	33.6		
0.075	27.0		



Ghiaia: 49.4% Sabbia: 25.3% Limo: 17.6% Argilla: 7.6%

Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

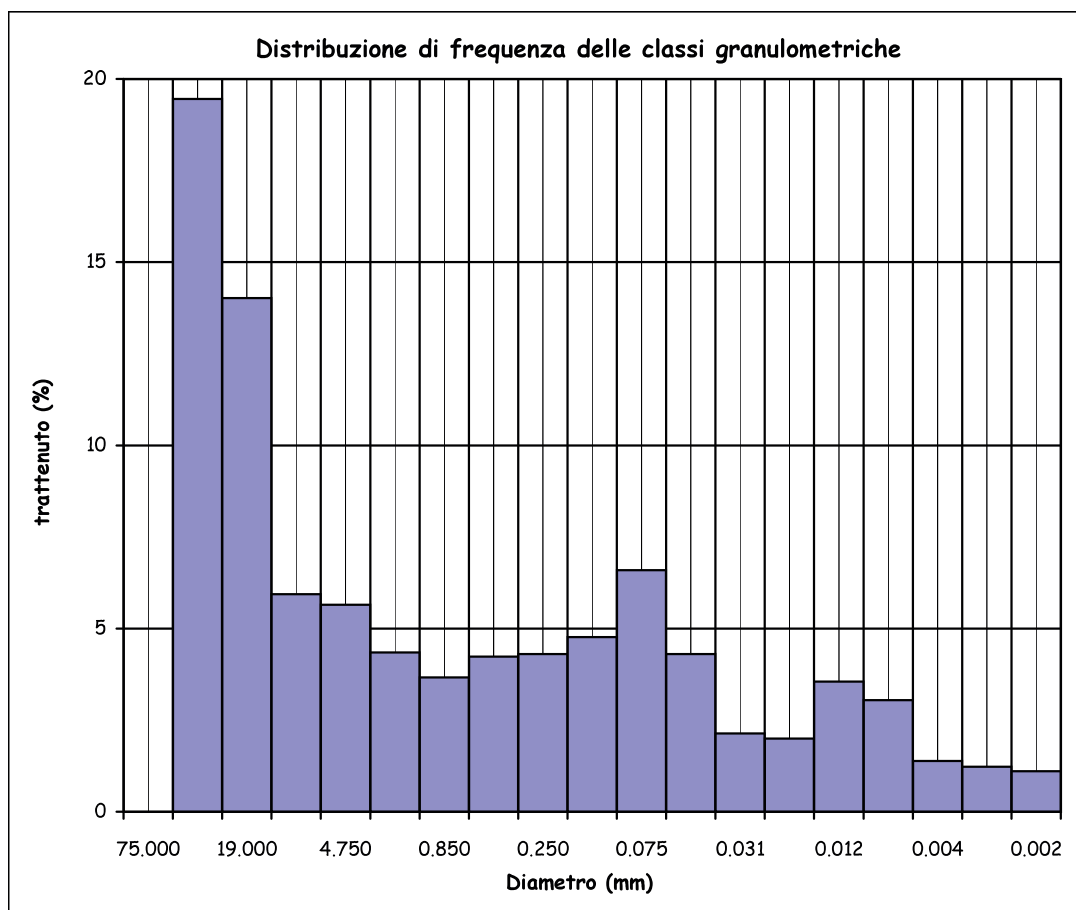


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 575/2015

CAMPIONE: S3C3 profondità 3.0 - 4.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 09/04/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 2349.8

Coefficiente di curvatura (C_c) = 0.3

Mediana 1.819

Moda 37.5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 575/2015

CAMPIONE	S3C3
Profondità metri	3.0 - 4.0
Granulometria	
Ghiaia (%)	49.4
Sabbia (%)	25.3
Limo (%)	17.6
Argilla (%)	7.6



Michèle Colm



CERTIFICATO DI PROVA N. 576/2015

CAMPIONE: S4C1 profondità 1.0 - 2.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 08/04/15

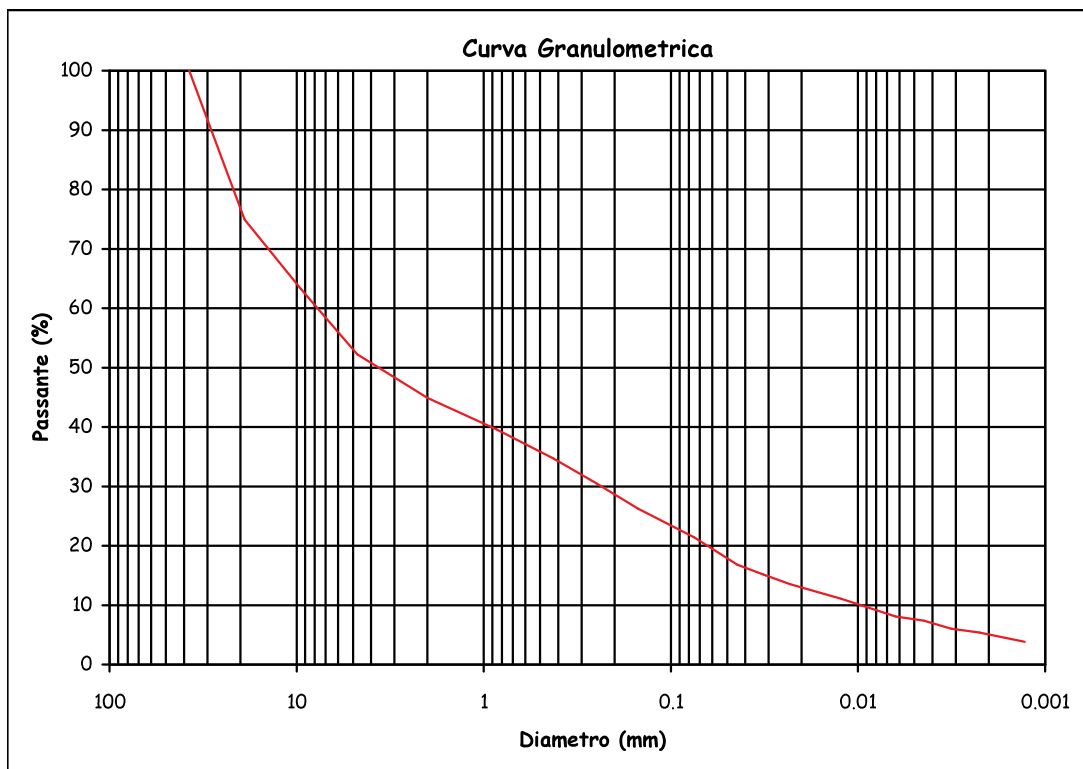
Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura

Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
37.5	100	0.0442	16.8
19	74.9	0.0320	15.1
9.5	63.2	0.0231	13.5
4.75	52.2	0.0122	11.0
2	44.9	0.0063	8.1
0.850	39.6	0.0044	7.4
0.425	34.7	0.0032	6.0
0.250	30.5	0.0023	5.4
0.150	26.3	0.0013	3.8
0.075	21.4		



Ghiaia: 55.1% Sabbia: 25.4% Limo: 14.4% Argilla: 5.1%

Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

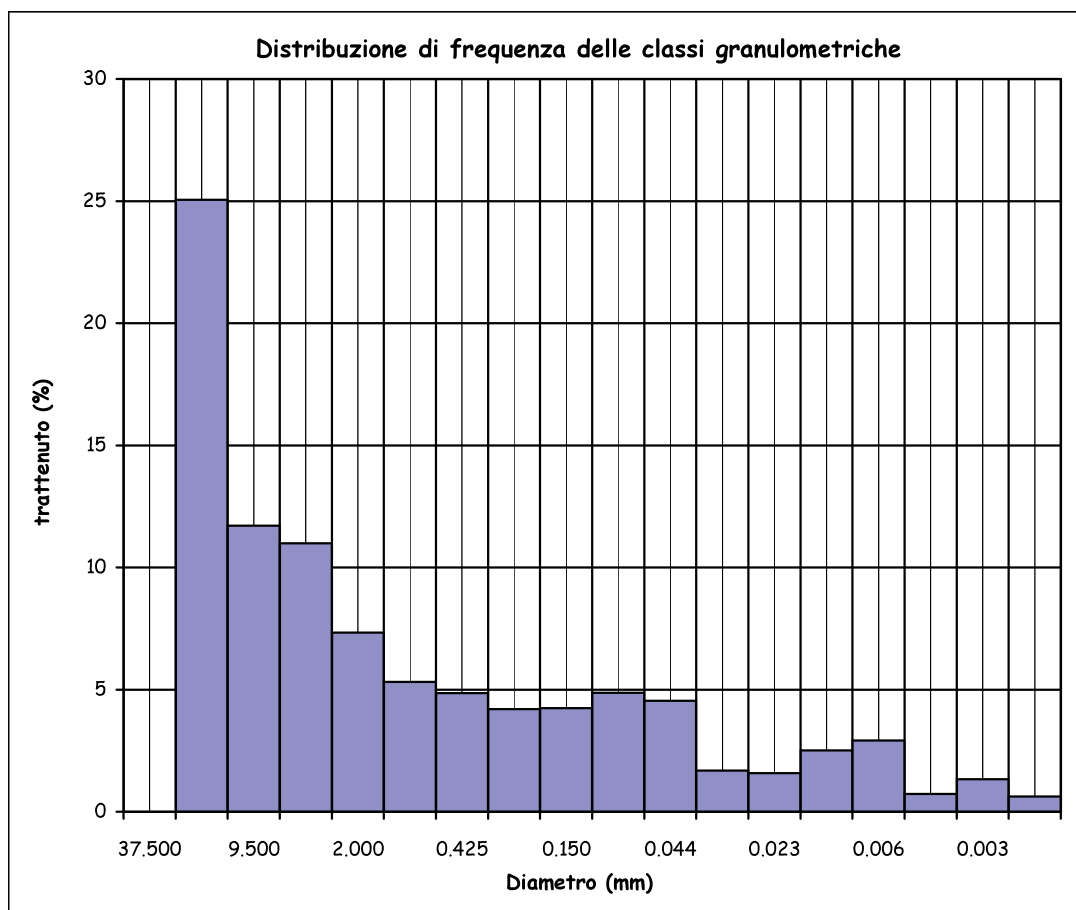


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 576/2015

CAMPIONE: S4C1 profondità 1.0 - 2.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 08/04/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 799.6

Coefficiente di curvatura (C_c) = 0.7

Mediana 3.914

Moda 19.0

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 576/2015

CAMPIONE	S4C1
Profondità metri	1.0 - 2.0
Granulometria	
Ghiaia (%)	55.1
Sabbia (%)	25.4
Limo (%)	14.4
Argilla (%)	5.1



Michèle Colm



CERTIFICATO DI PROVA N. 577/2015

CAMPIONE: S4C2 profondità 2.5 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 09/04/15

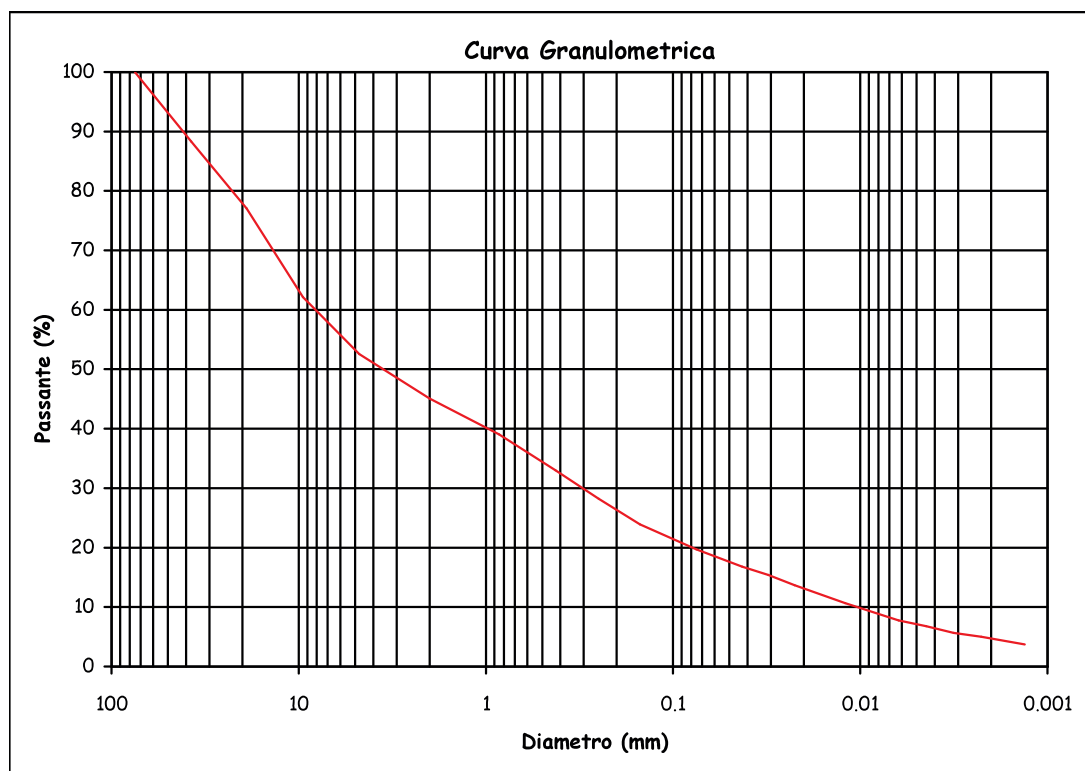
Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura

Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0428	16.8
37.5	88.3	0.0309	15.4
19	77.1	0.0224	13.7
9.5	62.1	0.0120	10.7
4.75	52.5	0.0062	7.8
2	45.1	0.0044	6.8
0.850	39.0	0.0032	5.6
0.425	33.0	0.0023	5.0
0.250	28.2	0.0013	3.7
0.150	23.9		
0.075	19.7		



Ghiaia: 54.9% Sabbia: 26.5% Limo: 13.8% Argilla: 4.7%

Ghiaia con sabbia limosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

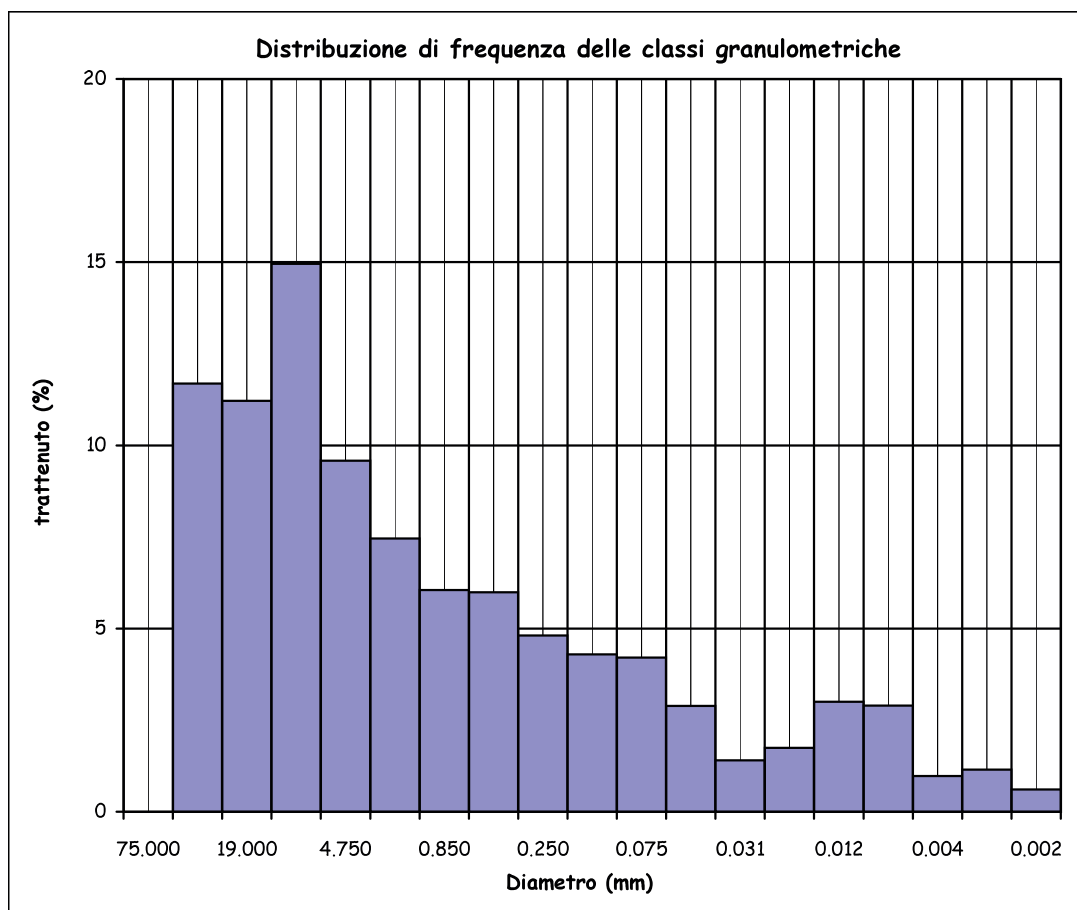


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 577/2015

CAMPIONE: S4C2 profondità 2.5 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 09/04/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 787.6

Coefficiente di curvatura (C_c) = 1.1

Mediana 3.815

Moda 9.5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 577/2015

CAMPIONE	S4C2
Profondità metri	2.5 - 3.0
Granulometria	
Ghiaia (%)	54.9
Sabbia (%)	26.5
Limo (%)	13.8
Argilla (%)	4.7



Michèle Colm



CERTIFICATO DI PROVA N. 578/2015

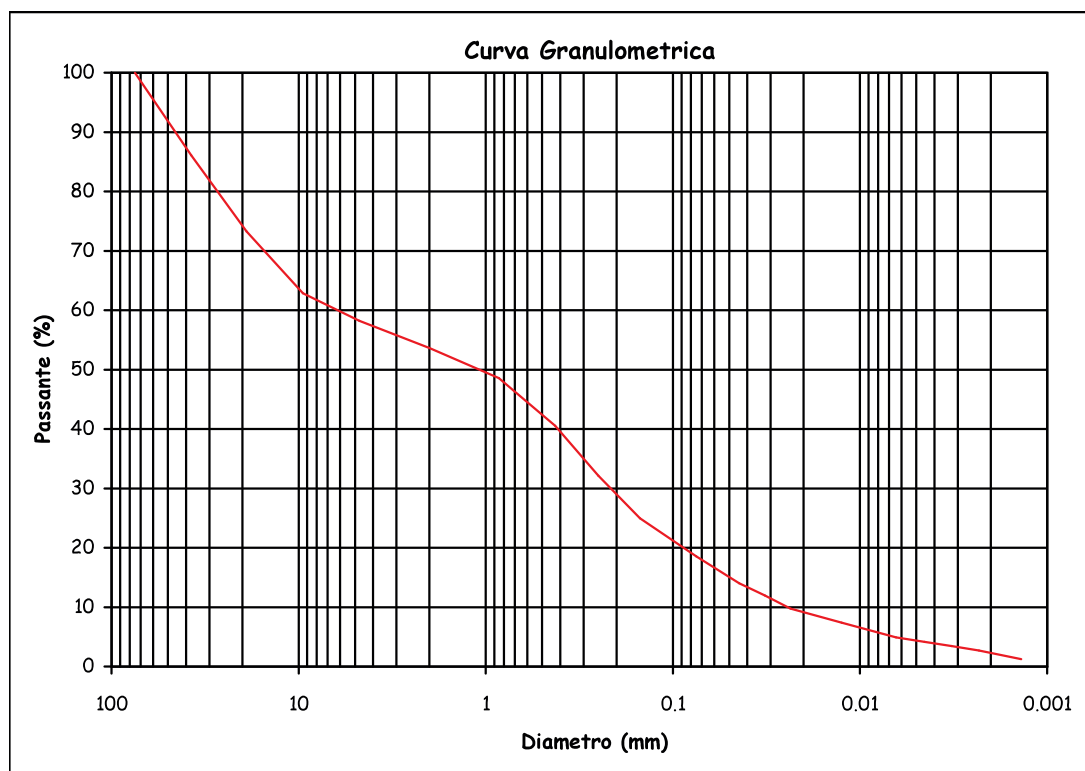
CAMPIONE: S5C1 profondità 0.5 - 1.5 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 06/03/15

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0442	14.0
37.5	86.1	0.0323	11.9
19	73.2	0.0235	9.7
9.5	62.8	0.0125	7.4
4.75	58.2	0.0064	4.9
2	53.6	0.0045	4.1
0.850	48.6	0.0032	3.4
0.425	40.5	0.0023	2.7
0.250	32.1	0.0014	1.3
0.150	24.9		
0.075	18.5		



Ghiaia: 46.4% Sabbia: 37.0% Limo: 14.3% Argilla: 2.3%

Ghiaia con sabbia limosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

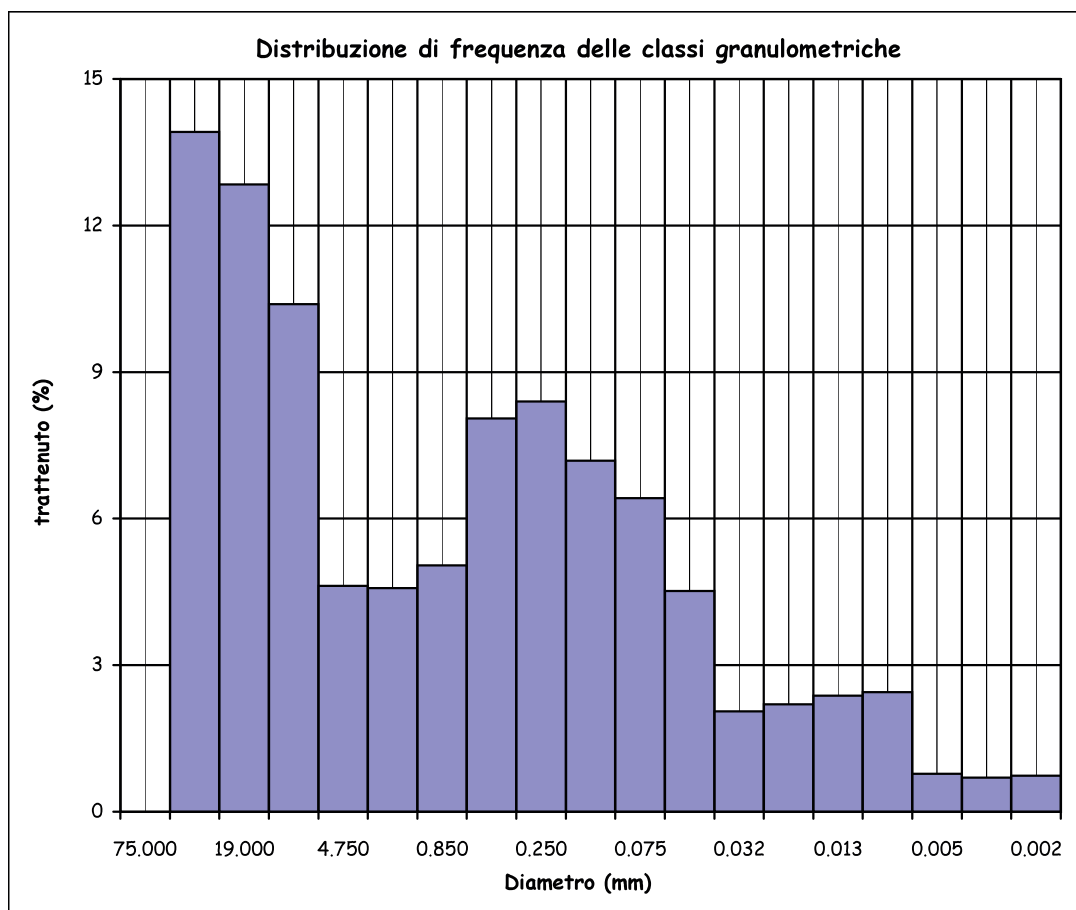


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 578/2015

CAMPIONE: S5C1 profondità 0.5 - 1.5 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 06/03/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 268.1

Coefficiente di curvatura (C_c) = 0.3

Mediana 1.172

Moda 37.5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 578/2015

CAMPIONE	S5C1
Profondità metri	0.5 - 1.5
Granulometria	
Ghiaia (%)	46.4
Sabbia (%)	37.0
Limo (%)	14.3
Argilla (%)	2.3



Michele Colan



CERTIFICATO DI PROVA N. 579/2015

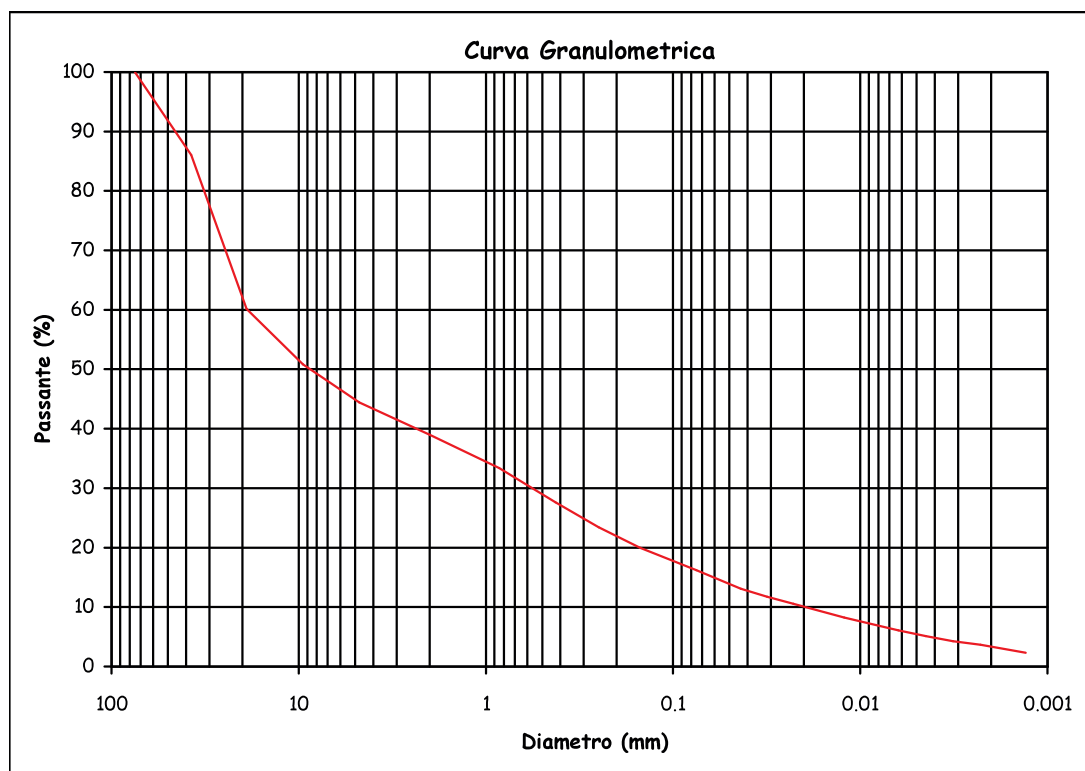
CAMPIONE: S6C1 profondità 2.0 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 07/04/15

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0435	13.1
37.5	86.1	0.0315	11.7
19	60.1	0.0227	10.5
9.5	50.9	0.0122	8.2
4.75	44.4	0.0063	6.1
2	39.0	0.0045	5.1
0.850	33.4	0.0032	4.3
0.425	27.6	0.0023	3.7
0.250	23.4	0.0013	2.3
0.150	20.0		
0.075	16.2		



Ghiaia: 61.0% Sabbia: 24.1% Limo: 11.6% Argilla: 3.3%

Ghiaia sabbiosa limosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

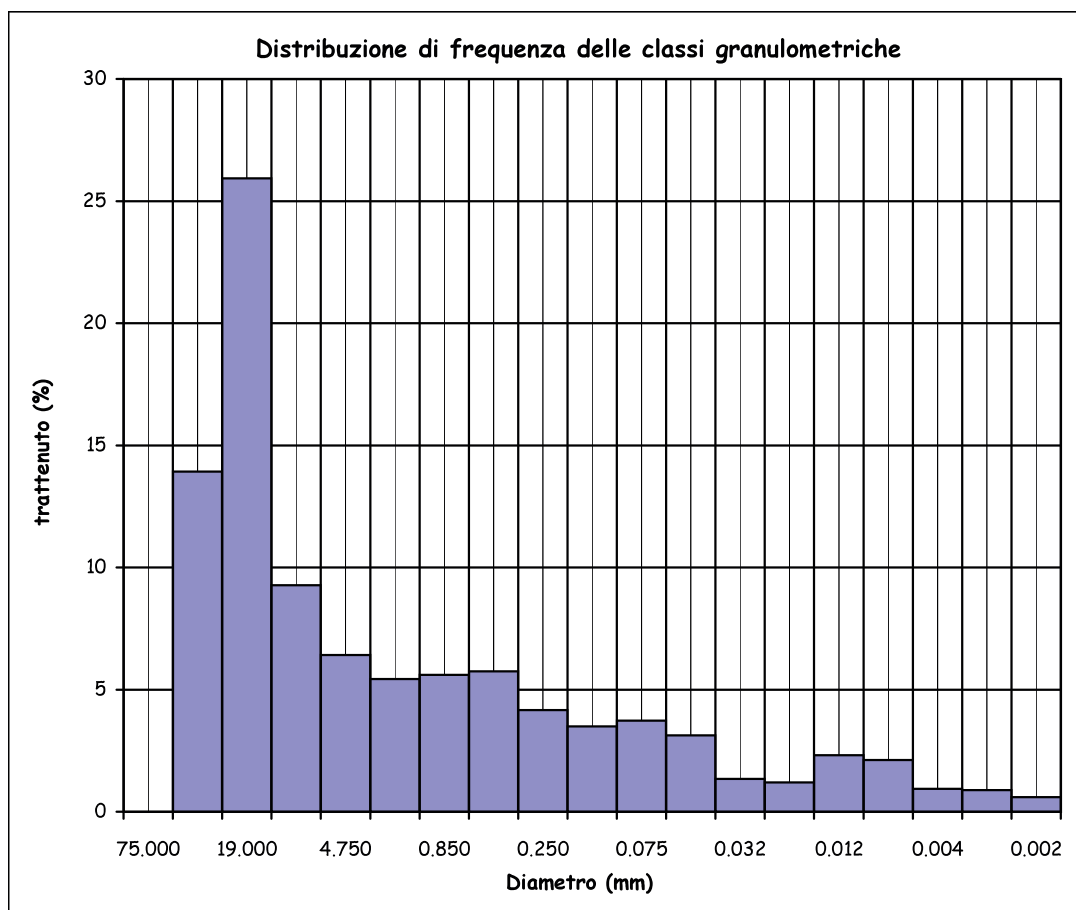


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 579/2015

CAMPIONE: S6C1 profondità 2.0 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 07/04/15



Coefficiente di uniformità (Cu) = 928.6

Coefficiente di curvatura (Cc) = 0.9

Mediana 8.871

Moda 19

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 579/2015

CAMPIONE	S6C1
Profondità metri	2.0 - 3.0
Granulometria	
Ghiaia (%)	61.0
Sabbia (%)	24.1
Limo (%)	11.6
Argilla (%)	3.3

Michele Coln...





CERTIFICATO DI PROVA N. 580/2015

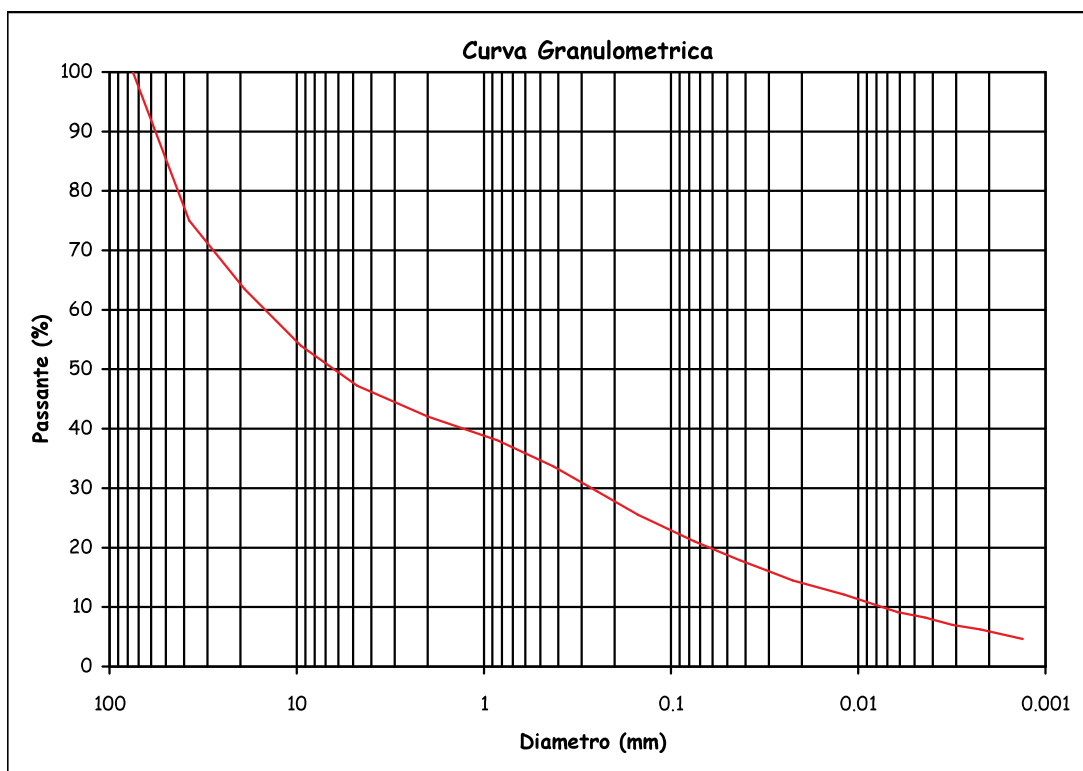
CAMPIONE: S6C2 profondità 3.0 - 3.7 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 09/04/15

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0.0429	17.9
37.5	75.0	0.0311	16.2
19	63.5	0.0225	14.5
9.5	54.0	0.0119	12.1
4.75	47.3	0.0062	9.1
2	42.1	0.0044	8.2
0.850	38.1	0.0031	7.0
0.425	33.7	0.0022	6.2
0.250	29.5	0.0013	4.6
0.150	25.5		
0.075	21.1		



Ghiaia: 57.9% Sabbia: 22.3% Limo: 13.9% Argilla: 5.9%

Ghiaia sabbiosa limosa debolmente argillosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

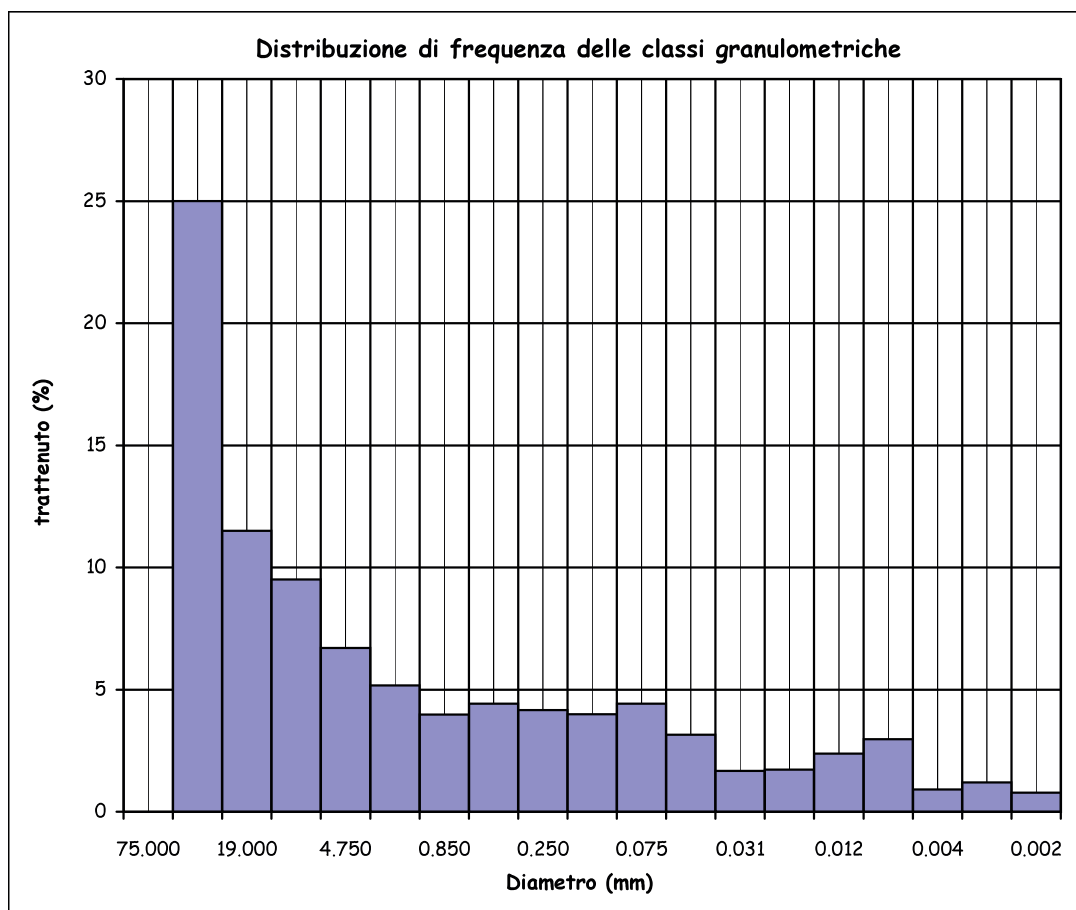


Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 580/2015

CAMPIONE: S6C2 profondità 3.0 - 3.7 m	Montelupo Fiorentino li 09/04/2015
COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.	V.A. n. 80/2015 del 23/03/15
LOCALITA': Fognano, Montale (PT)	Data prova: 27/03/15 - 09/04/15



Coefficiente di uniformità (C_u) = 1981.2

Coefficiente di curvatura (C_c) = 0.6

Mediana 6.70

Moda 37.5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Montelupo Fiorentino li 09/04/2015

LOCALITA': Fognano, Montale (PT)

COMMITTENTE: Meridiana Immobiliare s.r.l.

V.A. n. 80/2015 del 23/03/15

Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 580/2015

CAMPIONE	S6C2
Profondità metri	3.0 - 3.7
Granulometria	
Ghiaia (%)	57.9
Sabbia (%)	22.3
Limo (%)	13.9
Argilla (%)	5.9



Michèle Colm

ALLEGATO

Report Indagini Sismiche





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

Rapporto di Prova n°142-23-S

Montelupo Fiorentino 23/05/2023

SETTORE: Geofisica - sismica a rifrazione con onde P e SH, HVSR
COMMITTENTE: MERIDIANA IMMOBILIARE S.R.L.
CANTIERE: Via Antonio Gramsci, Montale (PT)
RICHIEDENTE: Geol. L. Aiazzi
RIFERIMENTO: R.P.E. n°123-23

Indice:

1	Scopo dell'indagine	2
2	Sismica a rifrazione con onde P e SH	2
2.1	Velocità delle onde sismiche e parametri elastico-dinamici	2
2.2	Procedure di campagna	4
2.3	Metodo di elaborazione dei dati	5
3	HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)	5
3.1	Principi teorici	5
3.2	Acquisizione ed elaborazione	7
4	Normativa sismica e calcolo del parametro VSEQ	8
5	Risultati dell'indagine	9
6	Presentazione dei dati	10
7	Caratteristiche della strumentazione	10

Il Direttore del Laboratorio

Ing. F. Politi

Il Tecnico

Geol. A. Farolfi

1 Scopo dell'indagine

Su incarico di MERIDIANA IMMOBILIARE S.R.L., in data 18/05/2023, è stata eseguita una indagine geofisica composta da un profilo di sismica a rifrazione con registrazione di onde P e SH e una misura a stazione singola HVSR, in Via Antonio Gramsci, Montale (PT). Scopo delle indagini è stata la caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni presenti, il calcolo dei parametri elastico-dinamici ed il calcolo del parametro V_{sEQ} .

2 Sismica a rifrazione con onde P e SH

2.1 Velocità delle onde sismiche e parametri elastico-dinamici

Secondo i principi dell'elasticità dei materiali e le leggi che associano le deformazioni subite da un corpo agli sforzi ad esso applicati, è possibile stabilire relazione che forniscono i parametri elastici di un materiale conoscendo i valori di velocità delle onde sismiche di compressione P e di taglio S.

Poiché le tensioni e le deformazioni che si generano sotto l'azione del campo d'onda sismico sono di modesta entità, anche il terreno e le rocce sollecitate in questo ambito possono essere considerati in prima approssimazione come materiali omogenei, isotropi ed elastici, ed è quindi applicabile la legge di Hook (proporzionalità tra lo sforzo applicato σ_{ij} e la deformazione prodotta ϵ_{kl}) espressa come:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \epsilon_{kl}$$

nella quale le costanti di proporzionalità C_{ijkl} sono dette Moduli Elastici. Tali costanti definiscono le proprietà dei materiali, ed assumendo materiali isotropi ed elastici, diminuiscono da 81 a 5, di cui quattro hanno un preciso significato fisico (G , E , K , ν), mentre λ rappresenta una semplificazione nelle formule.

In senso più generale possono essere definite le costanti di Lamè λ e μ come caratteristiche elastiche indipendenti dalle direzioni lungo cui vengono applicate le tensioni o lungo cui vengono registrate le deformazioni. Queste due costanti sono definite dalle relazioni:

$$\lambda = (\nu E) / ((1 + \nu)(1 - 2\nu)) \quad \mu = E / 2(1 + \nu)$$

Analogamente i due moduli E e ν possono essere espressi in funzione delle costanti di Lamè:

$$E = \mu(3\lambda + 2\nu) / (\lambda + \mu) \quad \nu = \lambda / 2(\lambda + \mu)$$

Dimensionalmente i moduli elastici G , E , K e le due costanti di Lamè esprimono il rapporto tra una forza ed una superficie e sono quindi delle pressioni, mentre il rapporto di Poisson è adimensionale.

La costante E viene definita come rapporto tra sollecitazione e conseguente deformazione longitudinale rappresenta il modulo elastico del materiale (Modulo di Young). E' importante sottolineare che in campo dinamico si parla di modulo elastico dinamico, non statico, proprio perché tale modulo è ricavato dalle velocità delle onde sismiche.

La misura della resistenza del materiale al taglio viene definita come il rapporto tra deformazione e sforzo applicato, ed è chiamata Modulo di Taglio, **G**.

Il rapporto tra la tensione idrostatica e la deformazione cubica definisce il Modulo di compressione volumetrica o Bulk, **k**. Il Modulo di Poisson **v** è definito come rapporto tra la deformazione trasversale e quella longitudinale. Un'ultima costante entra a far parte delle relazioni tra caratteristiche elastiche e velocità, la densità **ρ** del materiale. Le velocità sismiche possono essere espresse tramite le costanti elastiche con le seguenti relazioni:

$$V_p = ((K + 4/3 G) / \rho)^{1/2}$$

$$V_s = (G / \rho)^{1/2}$$

Pertanto avendo determinato i valori di **V_p** e **V_s** ed il valore **ρ** della densità del materiale attraversato, è possibile calcolare i valori delle costanti elastiche dinamiche che caratterizzano i terreni esaminati con le seguenti relazioni.

$$v = (V_p^2 - 2 V_s^2) / (2 (V_p^2 - V_s^2))$$

$$G = \rho V_s^2$$

$$E = 2 \rho V_s^2 (1 + v)$$

$$K = (2 \rho V_s^2 (1 + v)) / (3 (1 - 2 v))$$

Merita di essere ricordato infine che i parametri ricavati da misure dinamiche, cioè mediante l'utilizzo delle velocità delle onde sismiche, hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche di laboratorio proprio per il diverso campo di sforzo applicato e deformazione raggiunta: le intense ma brevi sollecitazioni provocate dalla propagazione delle onde sismiche si mantengono, infatti, nel campo elastico delle deformazioni del materiale, per cui sebbene in teoria il modulo di Poisson sia considerato stress-indipendente ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei porous-media esso risulta stress-dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare, secondo Gregory (1976), a valori negativi.

I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.5.

Il rapporto fra **V_p** e **V_s** non è costante e dipende dallo stato di saturazione e dalla pressione interstiziale dei pori, in Tabella I sono riportati valori medi delle **V_p** per i principali litotipi e il range di **V_s** relative comprese fra i rapporti di **V_p/V_s** di 1.9 e 3.5; questi valori sono da ritenere indicativi in quanto in particolari condizioni il rapporto **V_p/V_s** può aumentare.

Materiale	V P m/s	V SH m/s	
		VP/VSH 1.9 - 3.5	VP/VSH 1.9 - 3.5

Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 – 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 – 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 – 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 – 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 – 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 – 2211
Calcare	2000 - 6000	571 - 1053	1714 – 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 – 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I – Velocità nei principali materiali.

2.2 Procedure di campagna

Vengono stesi i cavi sismici lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedentemente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite. L'energizzazione del terreno per generare onde elastiche di compressione può essere effettuata sia mediante massa battente da 5-60 Kg che tramite l'utilizzo del cannone sismico (minibang): l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro reso solidale con la fonte di energizzazione (*trigger*), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo.

La produzione di onde di taglio viene effettuata ponendo una trave di legno a diretto contatto con il terreno in senso trasversale al profilo ed energizzando su entrambi i lati dopo averla adeguatamente caricata. Le energizzazioni vengono effettuate, mediante massa battente, alternativamente su entrambi i lati e sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata orizzontalmente che viene generata.

Al fine di ottenere una migliore risoluzione della sismo-stratigrafia, i punti di energizzazione, detti punti di scoppio (*shot points*), vengono disposti simmetricamente rispetto al profilo: ai suoi estremi (*end*), esternamente (*offset*) ed a distanze variabili entro il profilo stesso (punti di scoppio centrali).

La profondità di investigazione è, in linea teorica direttamente correlata alla lunghezza del profilo, alla distanza degli offset e soprattutto al contrasto di velocità dei mezzi attraversati.

I tempi di arrivo delle onde sismiche nel terreno sono funzione della distanza tra i geofoni, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi attraversati e della loro profondità.

2.3 Metodo di elaborazione dei dati

La procedura d'elaborazione dati consiste di due fasi: la lettura dei tempi d'arrivo ai vari geofoni dello stendimento per ciascuna energizzazione effettuata e la loro successiva elaborazione mediante metodi di calcolo.

I tempi di primo arrivo delle onde sismiche vengono riportati su diagrammi spazio-tempo (dromocrone) nei quali l'asse dei tempi ha l'origine coincidente con l'istante in cui viene prodotta l'onda sismica (t_0), mentre nelle ascisse si hanno le distanze relative fra i geofoni dello stendimento. Tali diagrammi consentono di determinare, nei punti di flesso, le variazioni di velocità fra i vari strati attraversati dai raggi sismici e, tramite elaborazioni, le profondità a cui si verificano tali variazioni. In Tabella I sono riportate le relazioni tra le velocità medie delle onde sismiche di compressione P e di taglio SH (espresse in m/sec) e le principali litologie, desunte da letteratura.

Il procedimento di elaborazione dei tempi d'arrivo per ottenere le profondità dei rifrattori, utilizza più metodi: il Metodo del tempo di ritardo (*delay time*), il Metodo del tempo di intercetta ed il Metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) proposto da Palmer (1980).

Il G.R.M. è un metodo interpretativo che si basa su tempi d'arrivo da energizzazioni coniugate, effettuate cioè da parti opposte del profilo sismico: tramite la determinazione di due funzioni (analisi della velocità e tempo-profondità) si determinano le velocità e quindi le profondità dei rifrattori individuati sulle dromocrone.

La funzione di analisi della velocità corrisponde al tempo necessario al raggio sismico a percorrere un tratto di lunghezza nota sul rifratore (distanza intergeofonica), per cui la sua determinazione permette di ottenere una precisa stima della velocità delle onde sismiche nel rifratore stesso. Tramite un procedimento di migrazione dei dati, sia la funzione tempo-profondità che quella di analisi della velocità vengono calcolate per distanze intergeofoniche crescenti (da 0 a multipli interi dell'equidistanza dei geofoni): viene scelta poi quella distanza per la quale le curve presentano il miglior andamento rettilineo.

I limiti del metodo a rifrazione risiedono nella impossibilità teorica di rilevare successioni stratigrafiche composte da strati a velocità decrescente con la profondità, in tal caso lo strato o gli strati non possono essere messi in evidenza dalle onde rifratte in quanto l'energia incidente, al contatto fra la sommità dello strato e la base dello strato sovrastante a più alta velocità, subisce una flessione verso il basso e non può venire di conseguenza rifratta; tale situazione è nota come "orizzonte nascosto". Altra limitazione consiste nella presenza di uno strato a velocità intermedia ma di ridotto spessore; anche in questo caso l'orizzonte non produce alcun cambiamento di pendenza sulle dromocrone, e non è quindi sismicamente rilevabile. Ambedue le situazioni stratigrafiche portano a sovrastimare o sottostimare lo spessore delle coperture.

Quando da altri rilievi si è a conoscenza della possibile presenza di orizzonti sismici nascosti è possibile, in fase di elaborazione dei dati con il metodo G.R.M., la verifica dello spessore di tali zone,

poiché negli strati nascosti si ha sempre un aumento di velocità con la profondità, ma il loro spessore è sottile e/o il contrasto di velocità con lo strato sottostante è così piccolo, per cui i raggi sismici che partono da questi strati vengono oscurati dai raggi che partono dallo strato sottostante. Gli strati a bassa velocità presentano invece una velocità sismica minore rispetto allo strato sovrastante (inversione di velocità), per cui alla loro interfaccia non si verifica una rifrazione critica e così non vengono evidenziati sul grafico tempo-distanza. L'individuazione di eventuali strati nascosti e/o inversioni di velocità viene effettuata attraverso il confronto fra i valori delle funzioni tempo-velocità misurate e quelle ricalcolate in base al valore di XY utilizzata per l'elaborazione (Palmer 1980).

3 HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

3.1 Principi teorici

La tecnica dei rapporti spettrali deriva dal lavoro di Nakamura (1989). La frequenza fondamentale dei terreni è importante al fine di evitare, in caso di sisma, fenomeni di risonanza fra la frequenza degli edifici e la frequenza dei terreni su cui sono poggiati.

Il rapporto fra lo spettro delle componenti orizzontale e verticale dei tremori è una tecnica che permette di valutare alcune caratteristiche dei terreni, principalmente il periodo fondamentale. Nei terreni soffici la componente orizzontale del moto tende ad essere superiore alla componente verticale, mentre in roccia le due componenti tendono ad avere la stessa ampiezza. Il picco di frequenza individuato sulle curve H/V è legato alla velocità delle onde di taglio dalla relazione:

$$f_0 = V_s / (4 * H)$$

dove f_0 è la frequenza, V_s la velocità delle onde di taglio e H lo spessore di sedimenti la cui frequenza di risonanza è f_0 .

La natura della sorgente di energia utilizzata, ovvero il rumore ambientale, non è direttamente riferibile ad un determinato tipo di onde, di compressione, di taglio, rayleigh, per cui va ricordato che non può essere utilizzato direttamente per il calcolo delle onde di taglio e del parametro V_sEQ ai fini della categoria di appartenenza. Nel presente lavoro sono state seguite le specifiche definite dal progetto Europeo SESAME (Site Effects Assessment Using Ambient Excitations) che ha studiato in dettaglio l'uso delle vibrazioni dovute a rumori ambientali per capire gli effetti di sito collegati ad eventi sismici. Come ricordato nel lavoro del progetto SESAME, la caratteristica principale dei rapporti H/V è di essere sperimentali, quindi la scelta in fase di acquisizione dati ed elaborazione, può influenzare il risultato finale. Al fine di limitare questi effetti indesiderati il progetto SESAME ha definito una serie di linee guida per l'acquisizione e l'individuazione delle frequenze fondamentali sulle curve H/V. Di seguito si riporta la tabella di prescrizioni finalizzate alla corretta acquisizione di dati secondo le specifiche del SESAME.

Tipo di parametro	Raccomandazioni principali	
Durata delle registrazioni	Frequenza minima di interesse: 0.2 0.5 1.0 2.0 5.0 10.0	Tempo minimo di registrazione: 30' 20' 10' 10' 5' 2'
Densità spaziale delle misure	<p><u>Microzonazione</u>: iniziare con una maglia larga (circa 500 m) e in caso di variazioni laterali intensificare le misure fino a 250 m di spaziatura</p> <p><u>Risposta di sito singola</u>: non usare mai una misura singola, ma almeno tre misure</p>	
Parametri di registrazione	Livellare il sensore come raccomandato dal costruttore. Fissare il gain massimo possibile evitando la saturazione del segnale.	
Accoppiamento sensore terreno	Poggiare il sensore direttamente sul terreno tutte le volte che è possibile Evitare di poggiare il sensore su terreno soffice (fango, erba, etc..) o saturato dalla pioggia.	
Accoppiamento artificiale con il terreno	Evitare di poggiare il sensore su gommapiuma, cartone o simili. Su pendii che non consentono il livellamento del sensore utilizzare un ripiano fatto con sabbia per ottenere una superficie piana. Su neve o ghiaccio utilizzare poggiare il sensore su una piastra metallica per evitare che si inclini a causa dello scioglimento della neve o del ghiaccio.	
Prossimità di strutture	Evitare di effettuare le registrazioni in prossimità di strutture come edifici e alberi alti, soprattutto in caso di vento (con velocità superiore a 5 m/s), possono inserire picchi a bassa frequenza nelle registrazioni. Evitare di effettuare le registrazioni al di sopra di tubature o vani interrati.	
Condizioni meteorologiche	<p><u>Vento</u>: proteggere il sensore dal vento.</p> <p><u>Pioggia</u>: evitare le registrazioni in caso di pioggia forte.</p> <p><u>Temperatura</u>: controllare le indicazioni del costruttore riguardo gli shock termici.</p> <p><u>Perturbazioni meteorologiche</u>: indicare se le registrazioni sono state effettuate in un periodo di bassa pressione.</p>	
Disturbi	<p><u>Sorgenti monocromatiche</u>: evitare di registrare in prossimità di macchine da cantiere, pompe idrauliche, generatori, etc... etc...</p> <p><u>Transienti</u>: in caso di presenza di eventi transienti (traffico, pedoni, etc ...) si raccomanda di aumentare la durata delle registrazioni al fine di ottenere un numero sufficiente di finestre prive di transienti.</p>	

Tabella - II

3.2 Acquisizione ed elaborazione

Le acquisizioni del rumore ambientale sono state effettuate con una stazione singola composta da tre velocimetri di cui uno verticale e due orizzontali, disposti in direzioni perpendicolari fra. Le registrazioni effettuate hanno avuto una durata superiore a 30 m, per ovviare a qualsiasi perturbazione transiente, essendo stata effettuata in contesto antropizzato e non lontano da strade. Le registrazioni sono state poi suddivise in finestre della lunghezza di 30 s. Le finestre sono state poi filtrate per eliminare quelle con noise. Delle singole finestre è stato calcolato lo spettro di Fourier per le tre componenti. I singoli spettri sono stati liscati con il metodo di Konno & Homaci e successivamente è stato effettuato il rapporto fra le componenti orizzontali e quella verticale per ogni singola finestra. In relazione vengono riportate le registrazioni effettuate e le finestre scelte per l'elaborazione, i rapporti H/V per ogni singola finestra e la curva media risultante. Per ogni stazione è stato calcolato anche l'angolo di arrivo delle componenti del rumore, per valutare se il picco individuato è fonte di un rumore direzionale o se è generato da vibrazioni che provengono da tutte le direzioni. Per valutare in maniera obiettiva il picco di frequenza e la sua qualità il progetto SESAME stabilisce una serie di criteri che devono essere rispettati:

<p>Criteria for a reliable H/V curve</p> <p>i) $f_0 > 10 / l_w$ and</p> <p>ii) $n_c(f_0) > 200$ and</p> <p>iii) $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ or $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • l_w = window length • n_w = number of windows selected for the average H/V curve • $n_c = l_w \cdot n_w \cdot f_0$ = number of significant cycles • f = current frequency • f_{sensor} = sensor cut-off frequency • f_0 = H/V peak frequency • σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$) • $\varepsilon(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ • A_0 = H/V peak amplitude at frequency f_0 • $A_{H/V}(f)$ = H/V curve amplitude at frequency f • f = frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f) < A_0/2$ • f^* = frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$ • $\sigma_A(f)$ = "standard deviation" of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided • $\sigma_{\log H/V}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve • $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ • $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits • $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer • h = depth to bedrock • h_{\min} = lower-bound estimate of h
<p>Criteria for a clear H/V peak (at least 5 out of 6 criteria fulfilled)</p> <p>i) $\exists f \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$</p> <p>ii) $\exists f^* \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$</p> <p>iii) $A_0 > 2$</p> <p>iv) $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$</p> <p>v) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$</p> <p>vi) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$</p>	

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

Tabella – III

4 Normativa sismica e calcolo del parametro V_{sEQ}

Le norme NTC 2018 definiscono i criteri di classificazione del sottosuolo, che devono essere effettuati sulla base delle condizioni stratigrafiche (spessori e caratteristiche dei materiali) ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1,N} (h_i / V_{s_i})$$

h_i spessore dell'i-esimo strato;

V_{s_i} velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Le categorie di suolo sono riportate in tabella IV.

Categorie di Suolo di Fondazione
A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.
B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità Equivalente compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec
C Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella IV – Categorie di suolo di fondazione

“Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche” (NTC 2018).

5 Risultati dell'indagine

Profilo PS1 (46 m – Onde P e SH): l'elaborazione dei dati ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici per le onde di compressione (P) e di taglio (SH) con le seguenti classi di velocità:

VP	VSH
V1 = 180 - 282 m/s	110 - 139 m/s
V2 = 688 - 772 m/s	362 m/s
V3 = 2432 – 2624 m/s	684 - 746 m/s

Il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso fra 0.6 m e 1.7 m e può essere riferito al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte sismico ha spessori compresi fra 1.6 m e 3.9 m, raggiunge profondità comprese fra 3.3 m e 5.1 m, ed è riferibile a materiali di alterazione del substrato. Le velocità del terzo orizzonte sismico sono riferibili al substrato litoide.

Il valore medio del parametro VsEQ medio, calcolato da piano campagna è di 552 m/s.

La misura di rumore mostra un debole picco alla frequenza di 16.9 Hz, con rapporto H/v di 2.7 volte, che potrebbe essere riferibile al passaggio al substrato litoide

6 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- ubicazione delle indagini pag. 12
- sezioni sismiche onde P e SH pag. 13
- Rapporto H/V, direzionalità, spettri, criteri Sesame per le misure HVSR pag. 19
- registrazioni di campagna e dromocrone relative pag. 20
- documentazione fotografica pag. 22

7 Caratteristiche della strumentazione

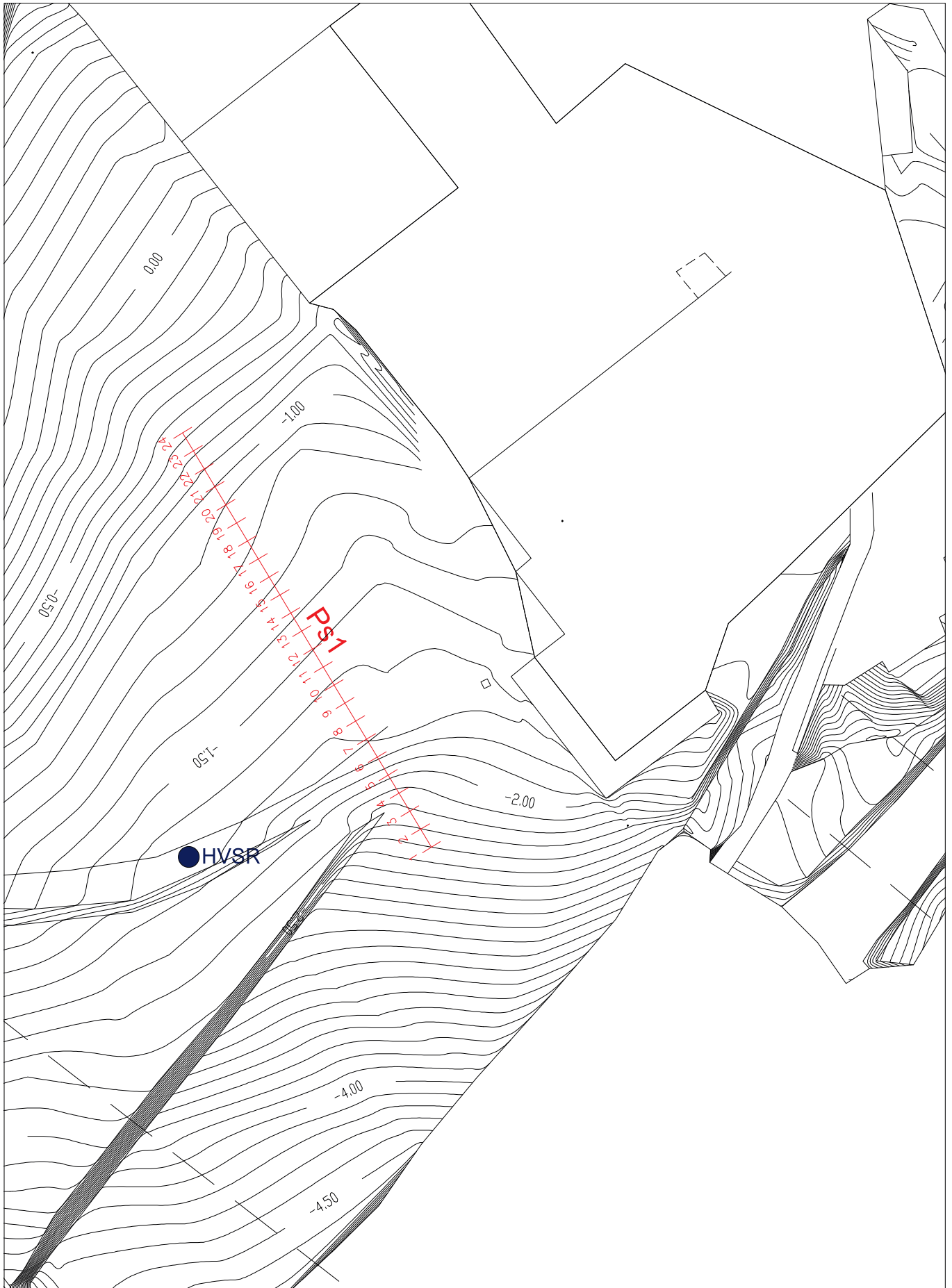
Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagine è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

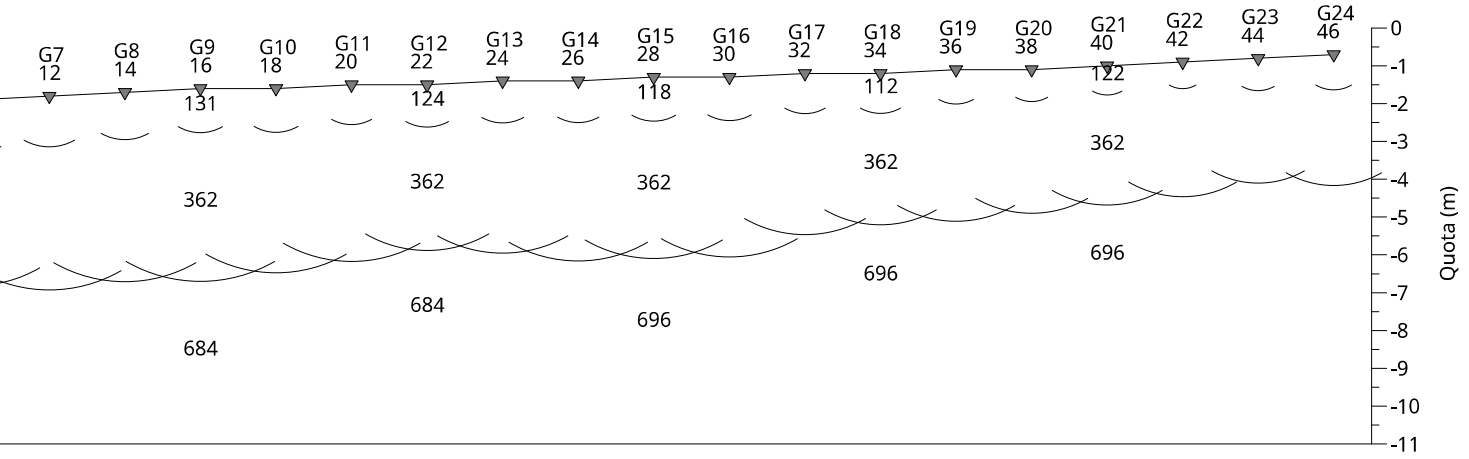
- risoluzione segnale A/D 24 bit;
- escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms;
- passo di campionamento da 0.02 a 16 ms indipendente dal tempo d'acquisizione;
- fino a 64.000 campioni per traccia;
- distorsione 0.0005% a 2ms, 1.75–208 Hz;

- amplificazione del segnale da 0 a 36 dB;
 - filtri analogici anti-aliasing -3dB all'83% della frequenza di Nyquist;
 - filtri digitali low-cut, high-cut, notch a 24-48 dB/oct;
 - precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento;
 - pre-trigger fino a 4096 campioni, delay da 0 a 9999 ms;
 - salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato;
 - 24 geofoni verticali con frequenza propria di 14 Hz;
 - 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 8 Hz;
 - 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 Hz;
 - sistema di starter (trigger) mediante sensore accoppiato alla sorgente di energia;
 - energizzazione mediante mazza da 5 Kg / minibang calibro 8 / grave da 30/60 kg.
- HVSR
 - Tromografo Micromed

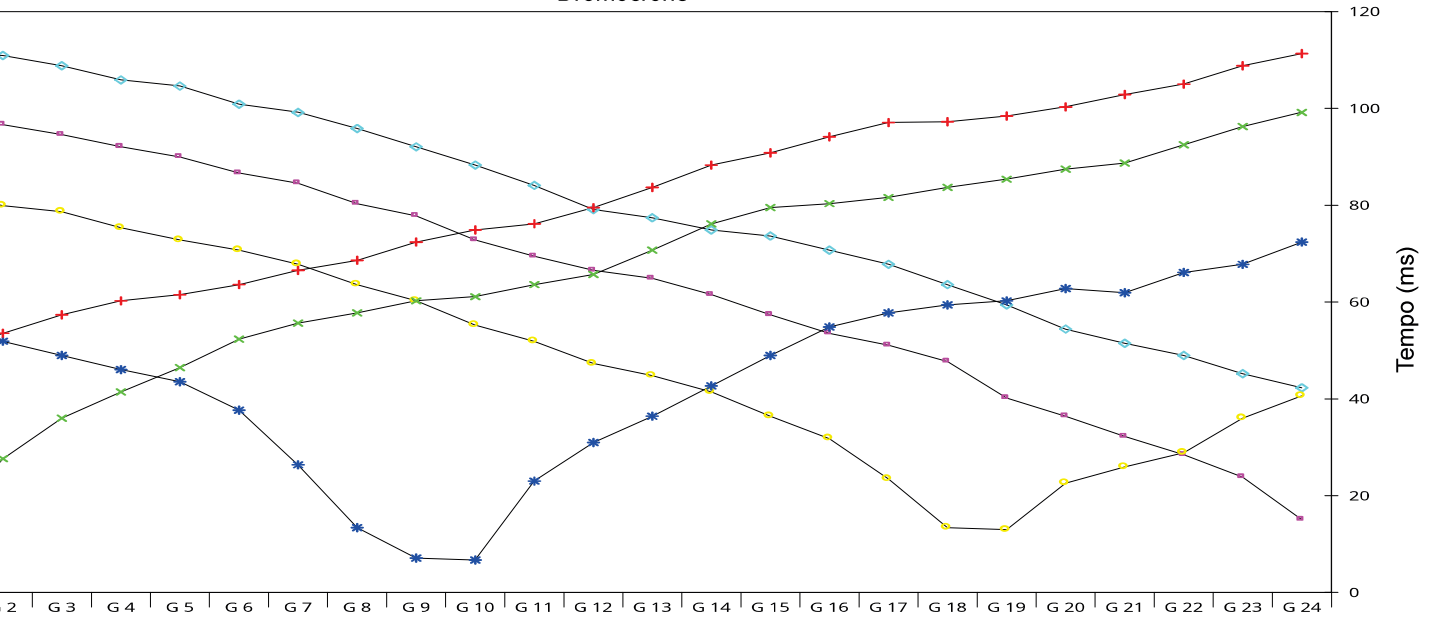
Ubicazione delle indagini



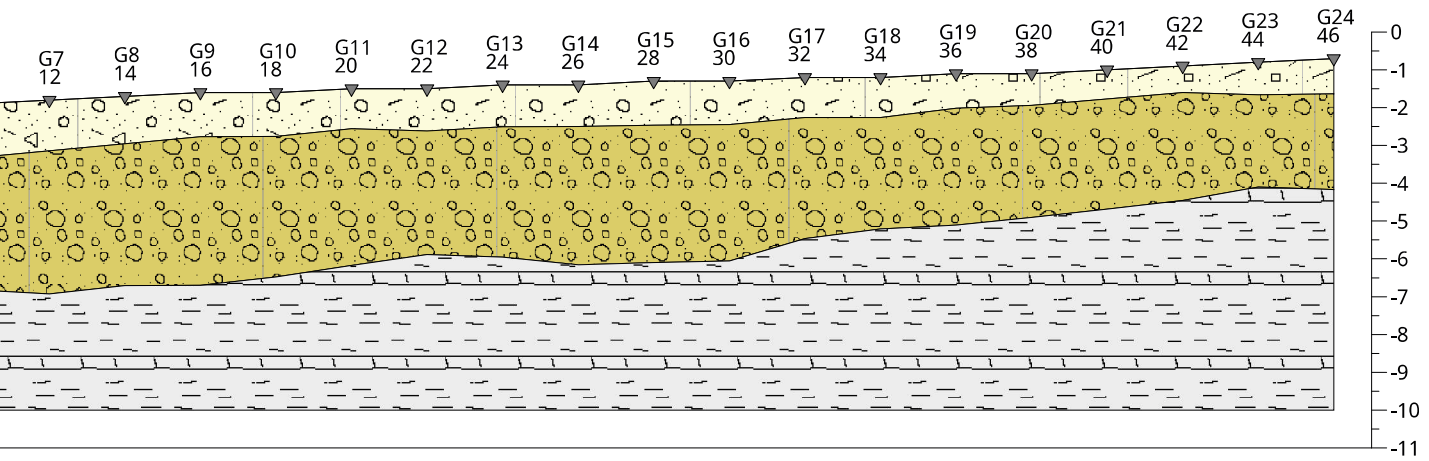
Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH



Dromocrone



Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH



Rapporto di prova 142-23

Quota (m)

	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	0.9
	3.8	3.8	3.9	3.7	3.6	3.3	3.4	3.7	3.6	3.6	3.2	2.9	3.1	3.0	2.9	2.9	2.4	2.5
	5.1	5.0	5.1	4.9	4.7	4.4	4.6	4.8	4.8	4.8	4.3	4.0	4.0	3.8	3.7	3.6	3.3	3.5
9	136	134	131	128	126	124	122	120	118	116	114	112	119	126	122	118	114	110
2	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362
6	746	746	684	684	684	684	684	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696

Scala 1:200

- Z = Spessore dell'orizzonte
- H = Profondità dell'orizzonte
- V = Velocità dell'orizzonte
- Q = Quota del geofono in m

strato

Dati Ps1 Onde SH

Geo. N°	Dist. m	Shot 1 ms	Shot 2 ms	Shot 3 ms	Shot 4 ms	Shot 5 ms	Shot 6 ms
1	2.0	49.39	13.81	54.41	82.45	97.93	111.66
2	4.0	53.57	27.62	51.90	79.94	96.68	110.95
3	6.0	57.34	35.99	48.97	78.68	94.58	108.81
4	8.0	60.27	41.43	46.04	75.33	92.07	105.88
5	10.0	61.52	46.46	43.53	72.82	89.98	104.63
6	12.0	63.61	52.31	37.67	70.73	86.63	100.86
7	14.0	66.54	55.66	26.37	67.80	84.54	99.19
8	16.0	68.64	57.76	13.39	63.61	80.36	95.84
9	18.0	72.40	60.27	7.11	60.27	77.84	92.07
10	20.0	74.91	61.10	6.70	55.24	72.82	88.31
11	22.0	76.17	63.61	23.02	51.90	69.47	84.12
12	24.0	79.52	65.71	30.97	47.29	66.54	79.10
13	26.0	83.70	70.73	36.41	44.78	64.87	77.43
14	28.0	88.31	76.17	42.69	41.43	61.52	74.91
15	30.0	90.82	79.52	48.97	36.41	57.34	73.66
16	32.0	94.17	80.36	54.83	31.81	53.57	70.73
17	34.0	97.10	81.61	57.76	23.44	51.06	67.80
18	36.0	97.26	83.70	59.43	13.39	47.71	63.61
19	38.0	98.44	85.38	60.27	12.97	40.18	59.43
20	40.0	100.32	87.47	62.78	22.60	36.41	54.41
21	42.0	102.87	88.73	61.94	25.95	32.23	51.48
22	44.0	105.05	92.49	66.13	28.88	28.46	48.97
23	46.0	108.81	96.26	67.80	35.99	23.86	45.20
24	48.0	111.33	99.19	72.40	40.60	15.07	42.27

Geo. N°	Quota m	V1 m/s	Z1 m	Q1 m	V2 m/s	Z2 m	H2 m	Q2 m	V3 m/s 3
1	-2.4	120	1.5	-3.9	362	2.1	3.6	-6.0	746
2	-2.3	120	1.5	-3.8	362	2.3	3.8	-6.1	746
3	-2.2	125	1.5	-3.7	362	2.7	4.2	-6.4	746
4	-2.1	130	1.5	-3.6	362	3.0	4.4	-6.5	746
5	-2.0	134	1.4	-3.4	362	3.3	4.7	-6.7	746
6	-1.9	139	1.4	-3.3	362	3.5	4.9	-6.8	746
7	-1.8	136	1.3	-3.1	362	3.8	5.1	-6.9	746
8	-1.7	134	1.3	-3.0	362	3.8	5.0	-6.7	746
9	-1.6	131	1.2	-2.8	362	3.9	5.1	-6.7	684
10	-1.6	128	1.2	-2.8	362	3.7	4.9	-6.5	684
11	-1.5	126	1.1	-2.6	362	3.6	4.7	-6.2	684
12	-1.5	124	1.1	-2.6	362	3.3	4.4	-5.9	684
13	-1.4	122	1.1	-2.5	362	3.4	4.6	-6.0	684
14	-1.4	120	1.1	-2.5	362	3.7	4.8	-6.2	696
15	-1.3	118	1.2	-2.5	362	3.6	4.8	-6.1	696
16	-1.3	116	1.2	-2.5	362	3.6	4.8	-6.1	696
17	-1.2	114	1.1	-2.3	362	3.2	4.3	-5.5	696
18	-1.2	112	1.1	-2.3	362	2.9	4.0	-5.2	696
19	-1.1	119	0.9	-2.0	362	3.1	4.0	-5.1	696
20	-1.1	126	0.8	-1.9	362	3.0	3.8	-4.9	696
21	-1.0	122	0.8	-1.8	362	2.9	3.7	-4.7	696
22	-0.9	118	0.7	-1.6	362	2.9	3.6	-4.5	696
23	-0.8	114	0.9	-1.7	362	2.4	3.3	-4.1	696
24	-0.7	110	0.9	-1.6	362	2.5	3.5	-4.2	696

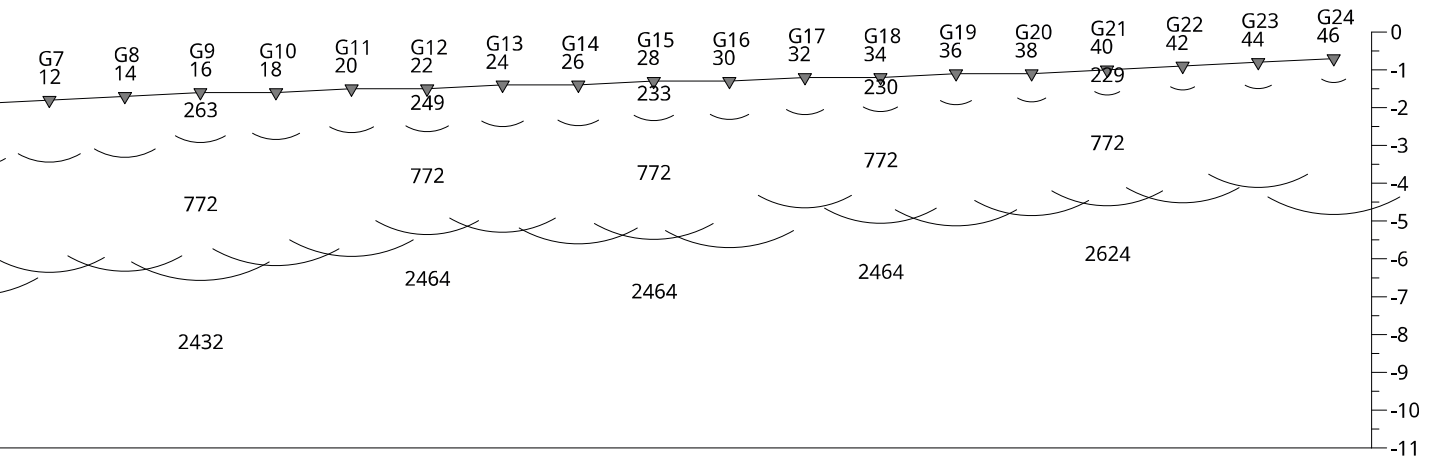
Legenda: Z = Spessore dell'orizzonte

H = profondità dell'orizzonte

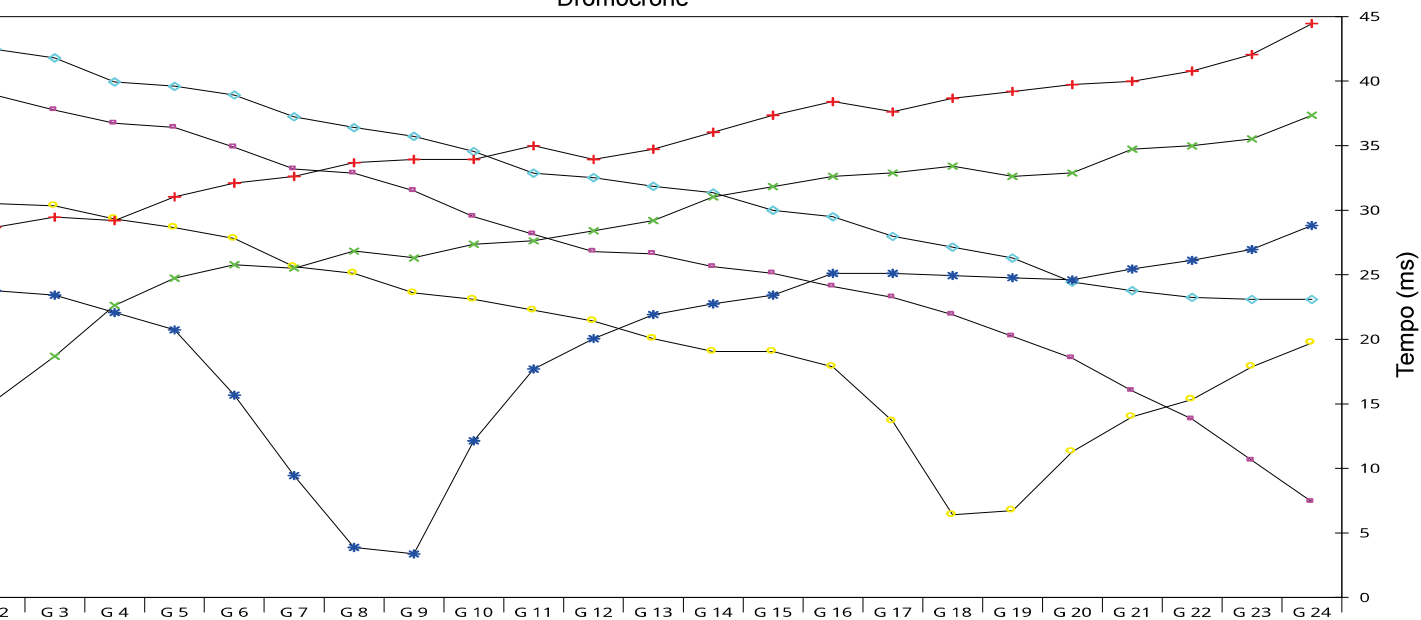
V = Velocità dell'orizzonte

Q = Quota del geofono in m

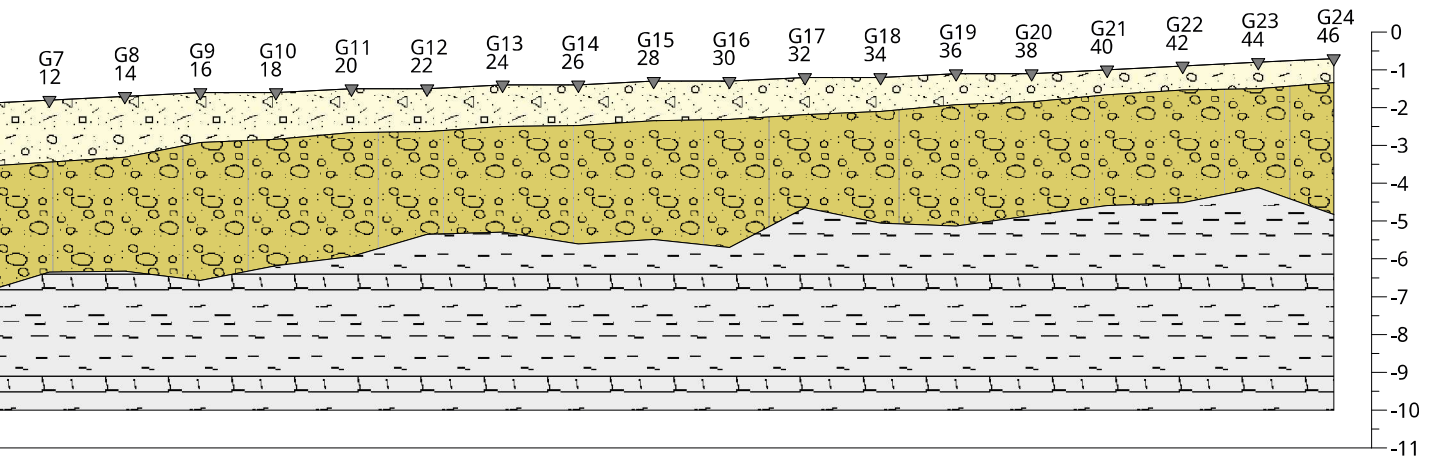
Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde P



Dromocrone



Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde P



Rapporto di prova 142-23

Quota (m)

	1.6	1.6	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6
	2.9	3.0	3.6	3.3	3.3	2.7	2.8	3.1	3.1	3.4	2.5	3.0	3.2	3.0	2.9	3.0	2.6	3.5
	4.6	4.6	5.0	4.6	4.4	3.9	3.9	4.2	4.2	4.4	3.4	3.9	4.0	3.8	3.6	3.6	3.3	4.1
7	272	268	263	258	254	249	244	238	233	228	222	230	238	246	229	213	196	180
2	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	772	688	688
32	2432	2432	2432	2432	2432	2464	2464	2464	2464	2464	2464	2464	2464	2537	2624	2624	2624	2624

Scala 1:200

- Z = Spessore dell'orizzonte
- H = Profondità dell'orizzonte
- V = Velocità dell'orizzonte
- Q = Quota del geofono in m

strato

Dati Ps1 Onde P

Geo. N°	Dist. m	Shot 1 ms	Shot 2 ms	Shot 3 ms	Shot 4 ms	Shot 5 ms	Shot 6 ms
1	2.0	28.15	6.58	23.93	31.85	39.77	43.48
2	4.0	28.67	15.26	23.76	30.50	38.93	42.47
3	6.0	29.46	18.68	23.42	30.33	37.75	41.79
4	8.0	29.20	22.62	22.08	29.32	36.74	39.94
5	10.0	31.04	24.73	20.73	28.65	36.40	39.60
6	12.0	32.09	25.78	15.67	27.81	34.88	38.93
7	14.0	32.62	25.52	9.44	25.61	33.20	37.24
8	16.0	33.67	26.83	3.88	25.11	32.86	36.40
9	18.0	33.94	26.31	3.37	23.59	31.51	35.73
10	20.0	33.94	27.36	12.13	23.09	29.49	34.55
11	22.0	34.99	27.62	17.69	22.24	28.14	32.86
12	24.0	33.94	28.41	20.05	21.40	26.79	32.52
13	26.0	34.73	29.20	21.91	20.05	26.63	31.85
14	28.0	36.04	31.04	22.75	19.04	25.61	31.34
15	30.0	37.36	31.83	23.42	19.04	25.11	30.00
16	32.0	38.41	32.62	25.11	17.86	24.10	29.49
17	34.0	37.62	32.88	25.11	13.65	23.26	27.97
18	36.0	38.67	33.41	24.94	6.40	21.91	27.13
19	38.0	39.20	32.62	24.77	6.74	20.22	26.29
20	40.0	39.72	32.88	24.60	11.29	18.54	24.43
21	42.0	39.99	34.73	25.45	13.99	16.01	23.76
22	44.0	40.78	34.99	26.12	15.34	13.82	23.26
23	46.0	42.07	35.51	26.96	17.86	10.62	23.09
24	48.0	44.46	37.36	28.82	19.72	7.41	23.09

Geo. N°	Quota m	V1 m/s	Z1 m	Q1 m	V2 m/s	Z2 m	H2 m	Q2 m	V3 m/s 3
1	-2.4	211	1.7	-4.1	772	1.9	3.6	-6.0	2432
2	-2.3	211	1.7	-4.0	772	1.6	3.4	-5.7	2432
3	-2.2	234	1.7	-3.9	772	2.4	4.1	-6.3	2432
4	-2.1	258	1.7	-3.8	772	2.2	3.9	-6.0	2432
5	-2.0	282	1.7	-3.7	772	3.2	4.9	-6.9	2432
6	-1.9	277	1.7	-3.6	772	3.4	5.1	-7.0	2432
7	-1.8	272	1.6	-3.4	772	2.9	4.6	-6.4	2432
8	-1.7	268	1.6	-3.3	772	3.0	4.6	-6.3	2432
9	-1.6	263	1.3	-2.9	772	3.6	5.0	-6.6	2432
10	-1.6	258	1.2	-2.8	772	3.3	4.6	-6.2	2432
11	-1.5	254	1.2	-2.7	772	3.3	4.4	-5.9	2432
12	-1.5	249	1.1	-2.6	772	2.7	3.9	-5.4	2464
13	-1.4	244	1.1	-2.5	772	2.8	3.9	-5.3	2464
14	-1.4	238	1.1	-2.5	772	3.1	4.2	-5.6	2464
15	-1.3	233	1.0	-2.3	772	3.1	4.2	-5.5	2464
16	-1.3	228	1.0	-2.3	772	3.4	4.4	-5.7	2464
17	-1.2	222	1.0	-2.2	772	2.5	3.4	-4.6	2464
18	-1.2	230	0.9	-2.1	772	3.0	3.9	-5.1	2464
19	-1.1	238	0.8	-1.9	772	3.2	4.0	-5.1	2464
20	-1.1	246	0.7	-1.8	772	3.0	3.8	-4.9	2537
21	-1.0	229	0.7	-1.7	772	2.9	3.6	-4.6	2624
22	-0.9	213	0.6	-1.5	772	3.0	3.6	-4.5	2624
23	-0.8	196	0.7	-1.5	688	2.6	3.3	-4.1	2624
24	-0.7	180	0.6	-1.3	688	3.5	4.1	-4.8	2624

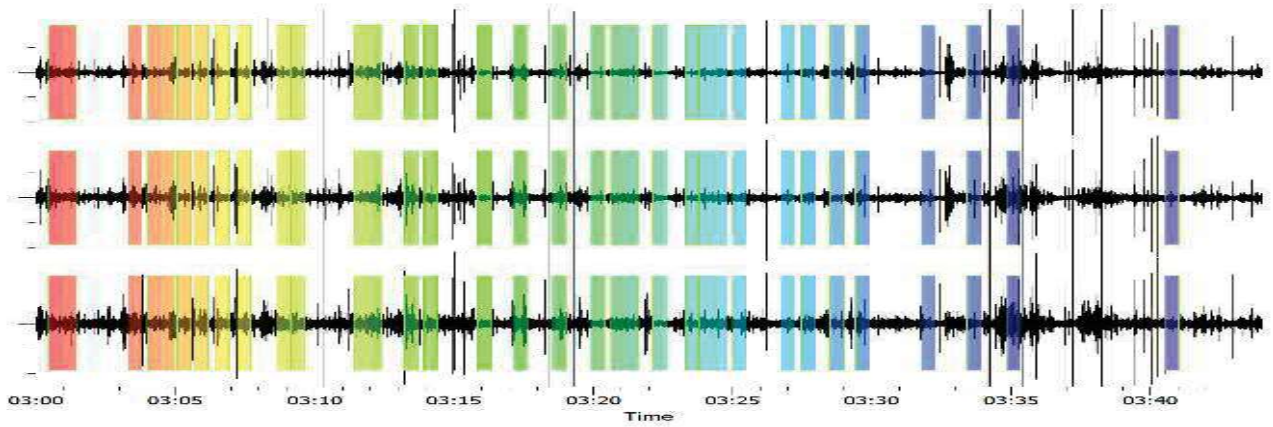
Legenda: Z = Spessore dell'orizzonte

H = profondità dell'orizzonte

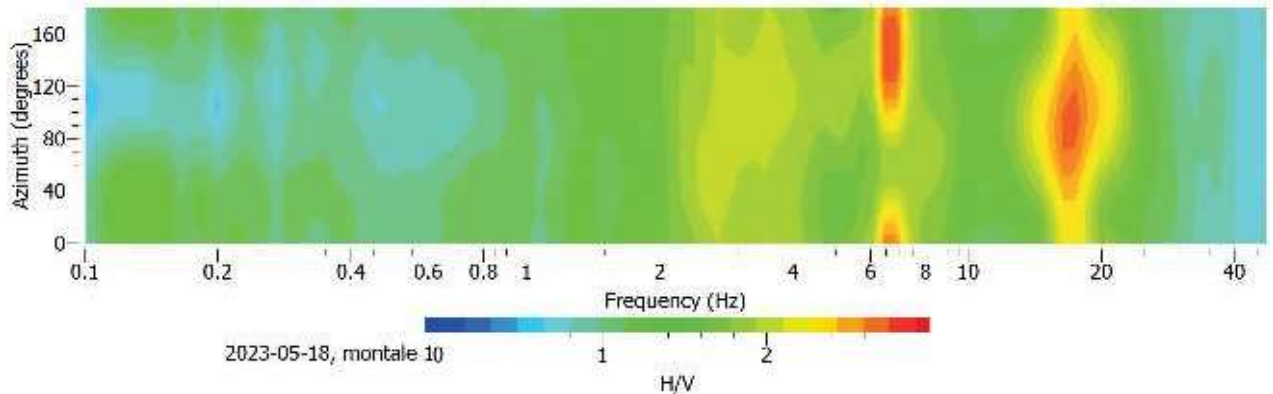
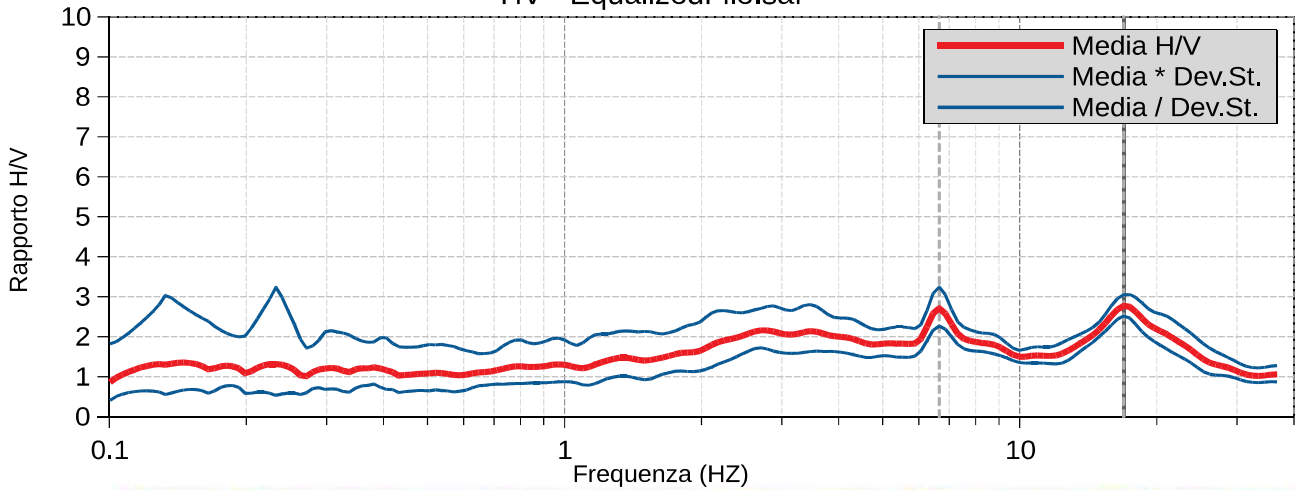
V = Velocità dell'orizzonte

Q = Quota del geofono in m

HVSR

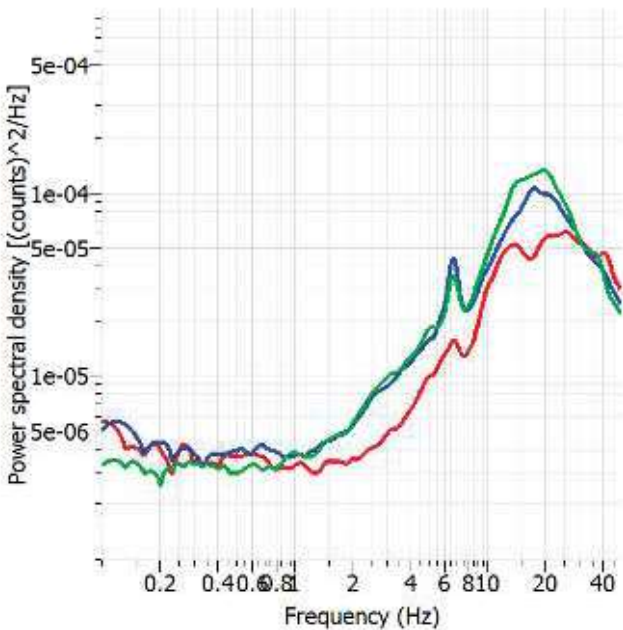


HV - EqualizedFile.saf



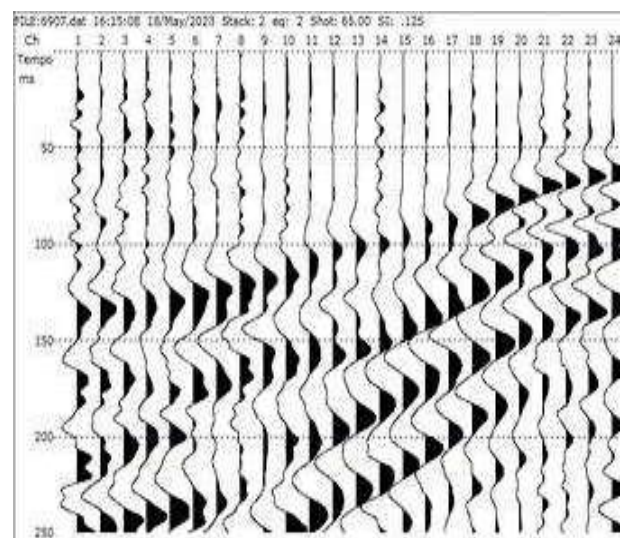
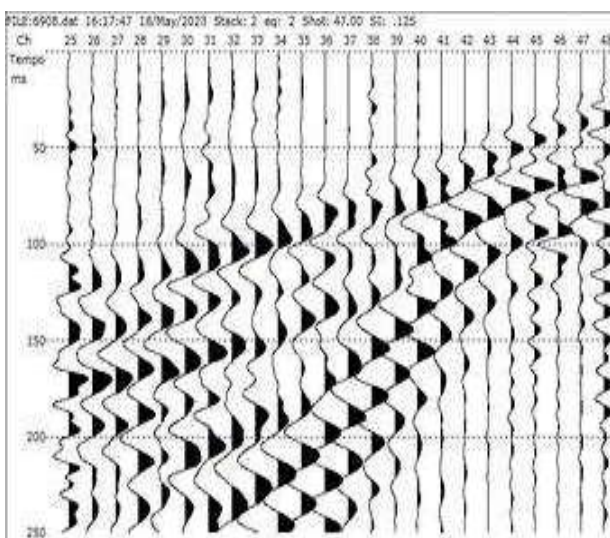
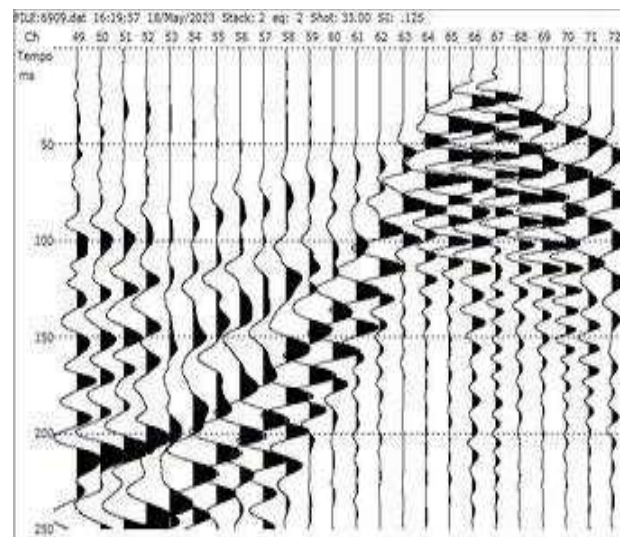
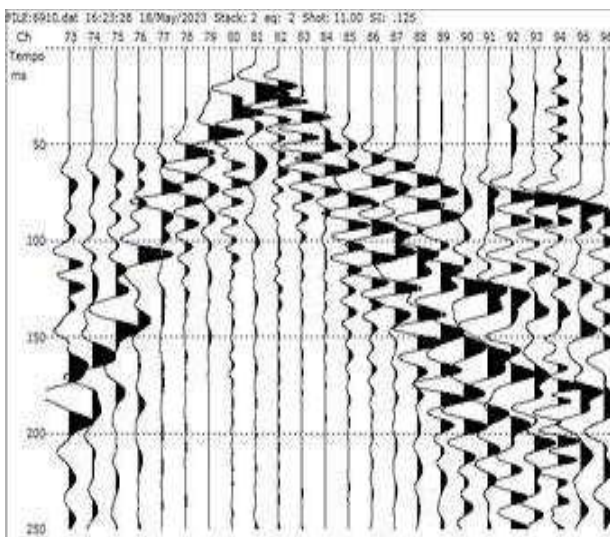
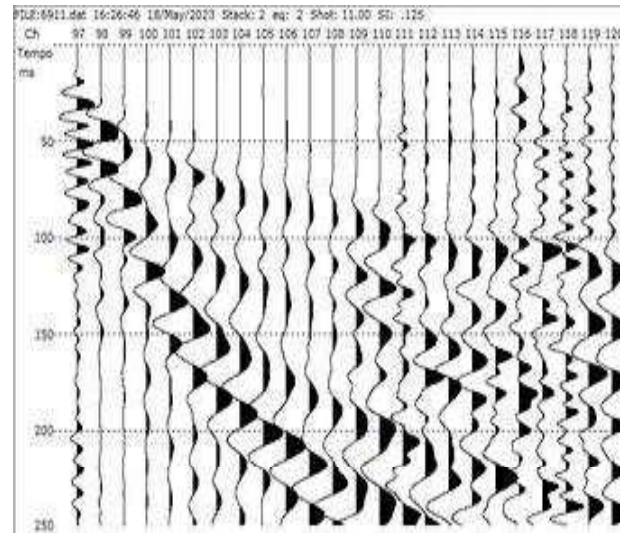
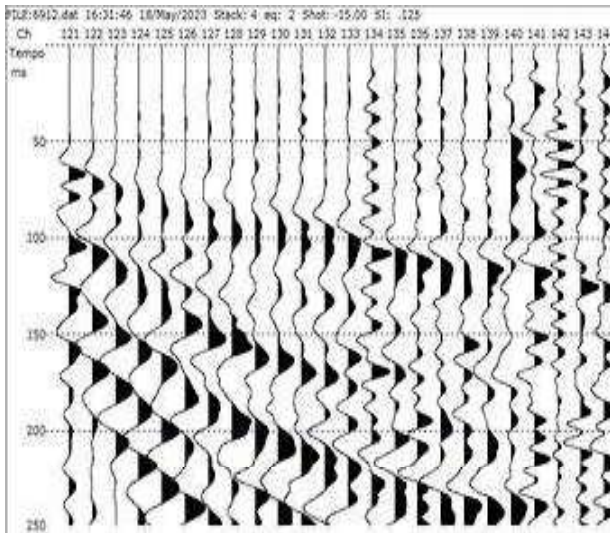
2023-05-18, montale 10

H/V



Data: 2020/05/18				
Durata Reg. 44 min 0 s - Sampling 128 HZ				
Windows Num.: 34 - Window Len.: 30 s - Analizzato 39%				
Tipo di lisciamto: KonnoOmachi 40%				
Picco principale: 16.91 Hz +/-5.13 - H/V: 2.77				
Criteria for a reliable H/V curve - Criteria for a clear H/V peak				
Reliable - 1	0.33	<	16.9	OK
Reliable - 2	17243	>	200	OK
Reliable - 3	1.27	<	2	OK
Clear - 1	0	> 4.23	< 16.91	NO
Clear - 2	26.12	> 16.91	< 67.62	OK
Clear - 3	2.77	>	2	OK
Clear - 4	16.91 - 6.66	<>	8.45 - 17.75	NO
Clear - 5	5.13	<	0.85	NO
Clear - 6	1.13	<	1.58	OK

Registrazioni Ps1 onde SH



Registrazioni Ps1 onde P

