

2.0	Fabbricato Via A. Meoni_RGL				Agosto 2016
REVISIONE	NOME FILE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA

PROGETTO: REALIZZAZIONE DI UN CONDOMINIO SOLIDALE
IN VIA ARMANDO MEONI A PRATO

RICHIEDENTE: EDILIZIA PUBBLICA PRATESE S.p.A.

PROGETTISTA: DOTT. ING. GIULIA BORDINA

OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICA

ai sensi del D.M. 14.01.2008 e Circ. Min. LL.PP. 02.02.2009 n. 617, L.R. 01/2005, D.G.R. n. 431/2006, DPGR 26/R del 07/05/2007, L.R. 21/2012, Del.C.R. 11/2000, norme P.A.I., R.U. Comune di Prato, N.T.A. PAI e PGRA Aut. Bac. Fiume Arno.

Via Aretina, 362 – Loc. Ellera, FIESOLE (FI)
Tel.: +39 55 6594919
Fax: +39 55 6594919
Por. +39 335 6323692
E-mail: martelli@studiogeologico.it
P.e.c.: riccardo.martelli@epap.sicurezzapostale.it
Web: www.studiogeologico.it

P. Iva: 04771480482
Ordine dei Geologi della Toscana n. 913
Albo CTU Tribunale di Firenze n. 8851
Albo Periti Tribunale di Firenze n. 354



INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. MODELLO GEOLOGICO	3
2.1. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche	3
2.2. Rischio idraulico e geomorfologico dell'area (PGRA)	4
2.3. Classificazione di pericolosità dell'area e fattibilità	4
3. CAMPAGNA GEOGNOSTICA	5
3.1. Sondaggi a carotaggio continuo	5
3.2. Analisi di laboratorio geotecnico	7
3.3. Indagine sismica a rifrazione	8
4. CARATTERISTICHE DI SISMICITÀ DELL'AREA	10
4.1. Classificazione di sismicità del territorio comunale	10
4.2. Definizione della categoria di sottosuolo	10
4.3. Valutazione dell'azione sismica	10
5. CONSIDERAZIONI SULL'INTERAZIONE FRA TERRENO E STRUTTURA	13
6. CONCLUSIONI	14

TAVOLE

- TAV. 1 – COROGRAFIA GENERALE
- TAV. 2 – CARTA GEOLOGICA
- TAV. 3 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (PGRA)
- TAV. 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (PS)
- TAV. 5 – INDAGINI GEOLOGICHE

ALLEGATI

- A – SCHEMA STRATIGRAFICO DEL SONDAGGIO
- B – ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO
- C – INDAGINE GEOFISICA
- D – DATI RUC

1. INTRODUZIONE

Su incarico di Edilizia Pubblica Pratese S.p.A. viene redatta la presente relazione tecnica per definire i caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici di un lotto, ubicato in Via Armando Meoni a Prato, sul quale è in progetto la realizzazione di un condominio solidale, secondo il progetto dell'Ing. Giulia Bordina di E.P.P. Spa.

Tale Relazione viene presentata ad espletamento della normativa attualmente vigente per quanto riguarda la redazione di documentazione tecnico-scientifica di supporto alla progettazione edilizia (D.M. 14.01.2008 e sua Circolare Ministeriale Applicativa 02.02.2009 n.617) e della normativa Regionale e comunale vigente per la stessa materia (L.R. 65/2014, DPGR n. 26/R del 07/05/2007, DPGR 36/R e N.T.A. Comune di Prato), nonché ai sensi della normativa regionale vigente per il rischio idraulico e la normativa PAI e PGRA.

Lo studio si basa sui dati ottenuti con un'apposita campagna di indagine geognostica con esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo, analisi di laboratorio geotecnico e di un'indagine sismica Masw. Tali dati sono stati ulteriormente integrati con il rilevamento geologico della zona, la consultazione dei dati geognostici del RUC, della cartografia di P.S. e geologica regionale, nonché della letteratura tecnico-scientifica disponibile per l'area in esame. Le analisi di laboratorio sono attualmente in lavorazione e saranno allegate alla relazione geotecnica.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche

L'area in esame si trova in Via Armando Meoni a Prato, nelle immediate vicinanze della località Grignano, nella parte centro-meridionale del territorio comunale, alla quota altimetrica di 46 m s.l.m. (Tav. 1).

Durante il rilevamento geologico effettuato a terra, eseguito con l'ausilio di informazioni bibliografiche (dati di P.R.G.), è stata riconosciuta la presenza ubiquitaria di depositi alluvionali, costituiti generalmente da ghiaie e sabbie passanti lateralmente a sabbie e limi (Tav. 2). In questa zona sono presenti le digitazioni della grande conoide del Fiume Bisenzio. Frequenti i paleoalvei, composti da ghiaie da medie a grossolane in matrice sabbiosa o limo-sabbiosa. L'area è caratterizzata da una morfologia completamente pianeggiante, è lontana da brusche variazioni di pendenza e non mostra la presenza di forme legate all'azione della gravità o legate alla dinamica fluviale, confermando la sostanziale stabilità emersa dalla consultazione della cartografia di P.S.. I terreni alluvionali affioranti nel lotto presentano in generale una discreta erodibilità laddove prevale la frazione sabbiosa e limosa. In ogni caso, non sono evidenti gli effetti dell'attività erosiva, per l'assenza di una configurazione morfologica predisponente.

Dal punto di vista dell'idrografia di superficie si rileva che il drenaggio superficiale è controllato dalla rete di scolo urbana, che convoglia i deflussi verso la zona meridionale del territorio comunale. I terreni affioranti nel lotto hanno una permeabilità variabile a seconda del litotipo prevalente. I livelli sabbiosi e limosi sono poco permeabili per porosità primaria, mentre i livelli ghiaiosi sono permeabili per porosità primaria e ospitano l'acquifero principale. Misurazioni freaticometriche condotte nel perforo di sondaggio indicano la presenza di falda a partire dalla profondità di -9,5 m dal p.c..

2.2. Rischio idraulico e geomorfologico dell'area (PGRA)

Per la sua posizione morfologica il lotto risulta esterno alle aree a rischio idraulico del PGRA (P1) (Tav. 3). Trovandosi in area pianeggiante, il lotto risulta esterno alle aree a rischio geomorfologico del PAI (P.F. 1).

2.3. Classificazione di pericolosità dell'area e fattibilità

Secondo la carta di pericolosità idraulica di supporto al PS del Comune di Prato il lotto in esame si trova all'interno di un'area classificata a pericolosità idraulica bassa I.1 (Tav. 4). Ne consegue una fattibilità idraulica F1, fattibilità senza limitazioni. L'area a pericolosità idraulica elevata prende inizio a Sud dell'Autostrada A11.

Secondo la carta di pericolosità sismica di supporto al PS del Comune di Prato il lotto in esame si trova all'interno di un'area classificata a pericolosità elevata S.3 per la presenza di coltri alluvionali. Ne consegue una fattibilità F3, fattibilità condizionata alla esecuzione di indagini geologiche e geofisiche. Le indagini geofisiche eseguite nel lotto hanno evidenziato l'assenza di configurazioni che possano determinare contrasti di impedenza sismica tali da innescare fenomeni di amplificazione del segnale sismico.

Secondo la carta di pericolosità geomorfologica di supporto al PS del Comune di Prato il lotto in esame si trova all'interno di un'area classificata a pericolosità bassa G.1 e potenzialmente interessata da fenomeni di subsidenza per elevato sfruttamento della falda. Ne consegue una fattibilità F2, fattibilità con normali vincoli.

Per la fase esecutiva è prescritta l'esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche ai sensi del DPGR 36/R e NTC 2008.

3. CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per la descrizione della successione stratigrafica e per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione è stata eseguita un'apposita campagna geognostica con esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo ed un'indagine geofisica Masw (Tav. 5). Tali dati vengono integrati con quelli allegati al RUC vigente ed in particolare, vengono ripresi i dati di 2 prove penetrometriche statiche (CPT733 e CPT735).

3.1. Sondaggi a carotaggio continuo

Informazioni tecniche generali

Le operazioni di carotaggio del sondaggio hanno preso inizio in data 14/07/16 e sono state completate nella stessa giornata raggiungendo la profondità massima di -10 m dal p.c.. Di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche relative al sondaggio:

Ditta esecutrice	Mappo Geognostica - Lucca
Sondatore	Raffaele Palumbo
Tipo di perforatrice	EPC
Tipo di perforazione	Aste
Diametro perforazione	101 mm
Diametro rivestimento e/i	127
Fluido	Acqua
Profondità perforazione	-10,0 m dal p.c.

Tubo carotiere

E' stato utilizzato un tubo carotiere semplice di diametro 101 mm con corona a widia da 0,0 a -10,0 m dal p.c.. E' stato utilizzato un tubo di rivestimento del diametro di 127 mm da 0,0 a -10,0 m dal p.c.. Con il carotiere semplice l'avanzamento è avvenuto sempre a secco nei terreni fini e con acqua in presenza di ghiaia addensata.

Velocità di perforazione

La velocità di perforazione è risultata abbastanza lenta con valori compresi fra 30 e 50 mm/min a seconda del litotipo prevalente.

Standard Penetration Test

Sono state effettuate n. 3 prove SPT alle profondità rispettivamente di 2,00 m, 4,0 m e 7,00 m dal p.c.. Le prove sono state eseguite con campionatore Raymond a punta chiusa. Il dispositivo di sganciamento è quello Pilcon con maglio Donut.

La prova SPT1 (4,00 – 4,45 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta chiusa, aste di diametro $\emptyset = 50$ mm e peso 7,0 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm, ha fornito un numero di colpi pari a 13-5-4 e N_{spt} pari a 9 colpi.

La prova SPT2 (7,00 – 7,45 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta chiusa, aste di diametro $\emptyset = 50$ mm e peso 7,0 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm, ha fornito un numero di colpi pari a 3-6-9 e N_{spt} pari a 15 colpi.

La prova SPT3 (8,80 – 9,25 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta chiusa, aste di diametro $\emptyset = 50$ mm e peso 7,0 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm, ha fornito un numero di colpi pari a 7-10-13 e N_{spt} pari a 23 colpi.

Prelievo di campioni ed altre prove

Sono stati prelevati due campioni indisturbati usando un campionatore Shelby, uno alla profondità di 2,0 m dal p.c. ed uno alla profondità di -5,2 m dal p.c. A varie profondità sono state effettuate delle misure di resistenza con pocket penetrometer e vane test. Il pocket utilizzato è un mod. P100 Pasi con punta media di 0,3165 cm². Il vane test utilizzato è un mod. T1000 Pasi con paletta media (16x32 mm).

Percentuale di recupero

La percentuale di recupero è stata ottima in tutti i livelli incontrati (circa 100%).

Chiusura finale del perforo

Il perforo d'indagine è stato attrezzato con tubo in pvc perforato di diametro $\varnothing = 80$ mm fino alla massima profondità e chiuso con pozzetto carrabile.

Misurazioni piezometriche

Misurazioni piezometriche sono state condotte nell'arco di due settimane ed hanno indicato la presenza di acqua a partire dalla profondità di -9,5 m dal p.c.

3.2 Analisi di laboratorio geotecnico

Nel sondaggio S1 è stato prelevato un campione indisturbato con campionatore Shelby alla profondità di 2,0÷2,5 m dal p.c. (C1), che è stato sottoposto alle seguenti analisi di laboratorio geotecnico:

- ↘ Apertura campioni (ASTM D2488-93)
- ↘ Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)
- ↘ Analisi granulometrica (C.N.R. B.U. VI N.27 - ASTM D422-63)
- ↘ Peso specifico dei grani (C.N.R. U.N.I. 10010-10013)

Nello stesso sondaggio è stato prelevato un campione disturbato alla profondità di 5,2 m dal p.c. (C2), che è stato sottoposto alle seguenti analisi di laboratorio geotecnico:

- ↘ Apertura campioni (ASTM D2488-93)
- ↘ Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)
- ↘ Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)
- ↘ Analisi granulometrica (C.N.R. B.U. VI N.27 - ASTM D422-63)
- ↘ Peso specifico dei grani (C.N.R. U.N.I. 10010-10013)
- ↘ Prova di taglio diretto (A.G.I. 1994-Cap.3 - ASTM D3080-72)
- ↘ Prova edometrica (ASTM D3080)

Le analisi sono in corso di lavorazione e saranno allegate alla relazione geotecnica

3.3 Indagine sismica a rifrazione

Il giorno 20/07/2016, è stata realizzata una linea sismica con metodologia MASW-REMI nell'area d'imposta del manufatto (Tav. 5).

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è

dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (REMI) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare che circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30-50 metri, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10 Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50 metri. L'analisi congiunta MASW-REMI coniuga i benefici dei due metodi in un unico ambiente in grado di fornire un profilo di velocità affidabile non solo nei primi 30 metri, ma anche più in profondità. Graficamente, si ottiene un grafico di dispersione integrato nel quale il MASW sfrutta prevalentemente le frequenze da 10 a 80 Hz, il REMI quelle da 1 a 20 Hz, zona dove il MASW non sempre può arrivare o ha una maggiore dispersione dei dati. Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30 metri di profondità V_{s30} e quindi individuare la categoria sismica del suolo. La linea sismica realizzata nel corso delle indagini ha una lunghezza pari a 22 metri; il sistema di ricezione è costituito da 12 geofoni verticali posizionati ad una distanza intergeofonica pari a 2 m. Per quanto riguarda il metodo attivo, è stata effettuata 1 energizzazione tramite da una mazza dal peso di 10 kg. Per il metodo passivo, che sfrutta il rumore naturale senza bisogno di eseguire energizzazioni, il sismografo è stato lasciato in acquisizione per un periodo di tempo pari a 30 secondi.

Sono stati poi ripresi i dati di due prove penetrometriche allegati al RUC del Comune di Prato e pubblicati in rete (Tav. 5).

4. CARATTERISTICHE DI SISMICITÀ DELL'AREA

4.1. Classificazione di sismicità del territorio comunale

La discussione sulle caratteristiche sismiche dell'area viene qui condotta seguendo come traccia i disposti della normativa nazionale vigente (D.M. 14.01.2008) e regionale (D.G.R. n. 431 del 19/06/2006), che classifica il Comune di Prato come area sismica in zona 3 caratterizzata da accelerazione media (A_g/g) pari a 0,15.

4.2. Definizione della categoria di sottosuolo

In applicazione del D.M. 14.01.2008, viene di seguito definita la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione utilizzando i dati dell'indagine geofisica eseguita in situ, confrontandola con altri dati acquisiti dallo scrivente nella zona di Cafaggio.

L'indagine Masw ha indicato la presenza di terreni caratterizzati da velocità delle onde SH crescenti con la profondità e valore di V_{s30} pari a 440 m/s. Considerata anche la presenza di depositi fini e grossolani molto consistenti ed addensati, ai sensi delle NTC 2008, viene definita una categoria di suolo B.

4.3. Valutazione dell'azione sismica

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione definita in termini di accelerazione

orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente e $S(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori di accelerazione orizzontale massima al sito a_g , dal valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 e dal periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T^*_c . Questi ultimi parametri vengono definiti attraverso i valori di seguito tabellati:

Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Coefficiente C_U	1,0
Cat. sottosuolo	B
Classe topografica	T1

Adottando la utility fornita da Geostru.com si calcolano i seguenti valori di a_g , F_0 e T^*_c :

Parametri sismici			
Sito in esame.			
latitudine:	43,8629447819109		
longitudine:	11,0848432421019		
Classe:	2		
Vita nominale:	50		
Siti di riferimento			
Sito 1	ID: 19612	Lat: 43,8598Lon: 11,0634	Distanza: 1753,377
Sito 2	ID: 19613	Lat: 43,8612Lon: 11,1327	Distanza: 3844,051
Sito 3	ID: 19391	Lat: 43,9112Lon: 11,1308	Distanza: 6505,812
Sito 4	ID: 19390	Lat: 43,9098Lon: 11,0615	Distanza: 5534,456
Parametri sismici			
Categoria sottosuolo:	B		
Categoria topografica:	T1		
Periodo di riferimento:	50anni		
Coefficiente cu:	1		
Operatività (SLO):			
Probabilità di superamento:	81	%	
Tr:		30	[anni]
ag:		0,049 g	
Fo:		2,527	
Tc*:		0,250	[s]
Danno (SLD):			
Probabilità di superamento:	63	%	
Tr:		50	[anni]
ag:		0,060 g	
Fo:		2,557	
Tc*:		0,266	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):			
Probabilità di superamento:	10	%	
Tr:		475	[anni]
ag:		0,139 g	
Fo:		2,436	
Tc*:		0,299	[s]
Prevenzione dal collasso (SLC):			
Probabilità di superamento:	5	%	
Tr:		975	[anni]
ag:		0,179 g	
Fo:		2,389	
Tc*:		0,310	[s]
Coefficienti Sismici			
SLO:			
Ss:	1,200		
Cc:	1,450		
St:	1,000		
Kh:	0,012		
Kv:	0,006		
Amax:	0,580		
Beta:	0,200		
SLD:			
Ss:	1,200		
Cc:	1,430		
St:	1,000		
Kh:	0,014		
Kv:	0,007		
Amax:	0,702		
Beta:	0,200		
SLV:			
Ss:	1,200		
Cc:	1,400		
St:	1,000		
Kh:	0,040		
Kv:	0,020		
Amax:	1,641		
Beta:	0,240		
SLC:			
Ss:	1,200		
Cc:	1,390		
St:	1,000		
Kh:	0,052		
Kv:	0,026		
Amax:	2,109		
Beta:	0,240		
Le coordinate espresse in questo file sono in ED50 Geostru software - www.geostru.com			

Tab.1

5. CONSIDERAZIONI SULL'INTERAZIONE FRA TERRENO E STRUTTURA

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un fabbricato di civile abitazione di dimensione rettangolare, composto da due piani fuori terra, avente dimensioni in pianta pari a circa 30,30 x 9,15 m ed altezza di circa 6,2 m con la porzione centrale alta circa 9,0 m.

Il nuovo fabbricato sarà realizzato in legno ed avrà una fondazione superficiale in c.a., che poggerà alla profondità di circa 0,8 m dal p.c..

Le indagini geognostiche hanno evidenziato la presenza di terreni sabbioso-limosi addensati, passanti a ghiaie addensate. In profondità prosegue l'alternanza fra livelli di materiale fine limo-argilloso e ghiaia. Tale assetto trova conferma anche nelle indagini del RUC di Prato eseguite sull'altro lato di Via A. Meoni, allegate alla presente relazione.

Le indagini svolte mostrano che tali terreni potranno garantire un adeguato coefficiente di sicurezza rispetto ai carichi applicati. I cedimenti ed i cedimenti differenziali risulteranno accettabili per la struttura in esame, considerata la tipologia del fabbricato, che trasmette tensioni ridotte rispetto ad un fabbricato in c.a.. Viste le caratteristiche granulometriche dei terreni di fondazioni, vi sono le condizioni perché si possano verificare variazioni volumetriche stagionali indotte dalle oscillazioni del contenuto di umidità naturale. Pertanto, si consiglia di dotare le strutture di adeguata rigidità onde evitare comportamenti differenziali, che andrebbero a determinare lesioni murarie. Per la messa in posto delle strutture di fondazione, saranno realizzati scavi, che raggiungeranno profondità limitate e per questo non determineranno condizioni di instabilità o rischi per gli operatori. Per quanto riguarda la stabilità globale del pendio, si sottolinea che il lotto si trova in un'area completamente pianeggiante, lontana da altri fabbricati e da brusche variazioni di pendenza e pertanto non è da attendersi una variazione nell'equilibrio del pendio. Dove siano rispettate le prescrizioni di cui sopra, nulla osta dal punto di vista geologico alla realizzazione del manufatto.

6. CONCLUSIONI

Su incarico di Edilizia Pubblica Pratese S.p.A. è stata redatta la presente relazione tecnica per definire i caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici di un lotto, ubicato in Via Armando Meoni a Prato, sul quale è in progetto la realizzazione di un condominio solidale, secondo il progetto dell'Ing. Giulia Bordina di E.P.P. Spa.

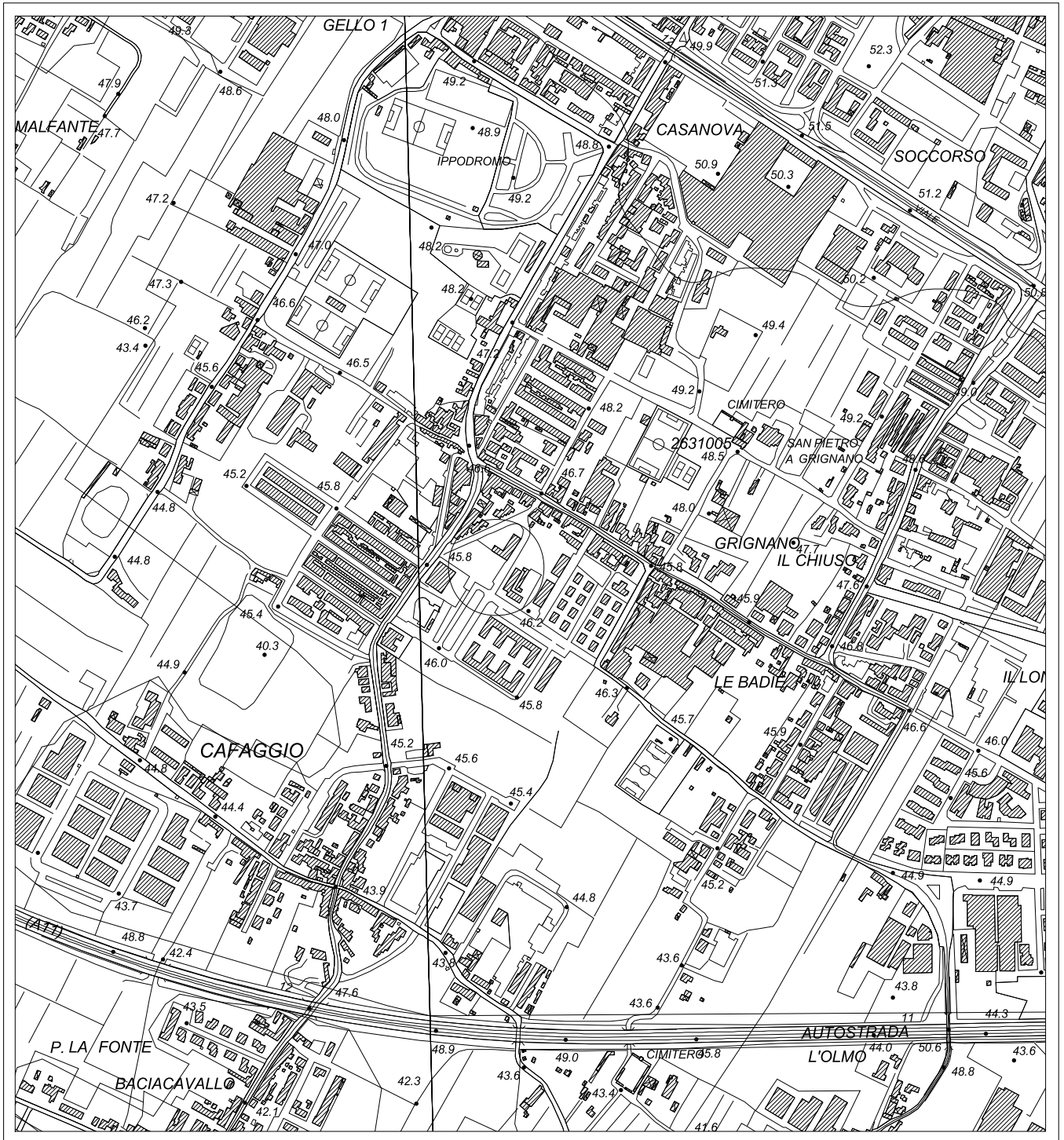
I dati per le valutazioni esposte sono stati acquisiti con apposite indagini ai sensi del DPGR 36/R e riprendendo i dati del supporto geologico del RU vigente. Il lotto si trova in un'area completamente pianeggiante in cui affiorano depositi di alluvionali sabbiosi e limosi alternati a ghiaie a vari livelli. La falda è presente a partire dalla profondità di -9,5 m dal p.c.. Il Comune di Prato è classificato come area sismica in zona 3 caratterizzata da accelerazione media (A_g/g) pari a 0,15. Sono stati definiti i parametri dell'azione sismica, così come definiti dalla normativa vigente, facendo riferimento alle specifiche del C.S.L.P.. Il P.S. di Prato assegna al lotto la classe di pericolosità geomorfologica bassa G.1 in assenza di fenomeni gravitativi attivi, quiescenti o stabilizzati. Il P.S. di Prato assegna al lotto la classe di pericolosità idraulica bassa I.1 e sismica elevata S.3. Sono state definite le classi di fattibilità. I dati geofisici indicano la presenza di terreni caratterizzati da velocità delle onde SH crescenti con la profondità e l'assenza di configurazioni che possano determinare fenomeni di amplificazione del segnale sismico.

Per quanto attiene all'interazione fra terreno e struttura in progetto non si rilevano configurazioni geologiche e idrogeologiche tali da sconsigliare il ricorso a fondazioni di tipo superficiale.

Fiesole, Luglio 2016


Dott. Geol. Riccardo Martelli

TAVOLE



Legenda

TAV.

1

Scala:

1:10000

Oggetto:

COROGRAFIA GENERALE



Legenda

- b Depositi di conoide - Sabbie e ghiaie
- b1 Depositi di conoide - Ghiaie e ciottolati (paleoalveo)

TAV.

2

Scala:

1:10000

Oggetto:

CARTA GEOLOGICA

(Estratta da C.A.R.G. Regione Toscana 2004)



Legenda

- Area non gravata da rischio idraulico
- P1 pericolosità idraulica bassa

TAV.

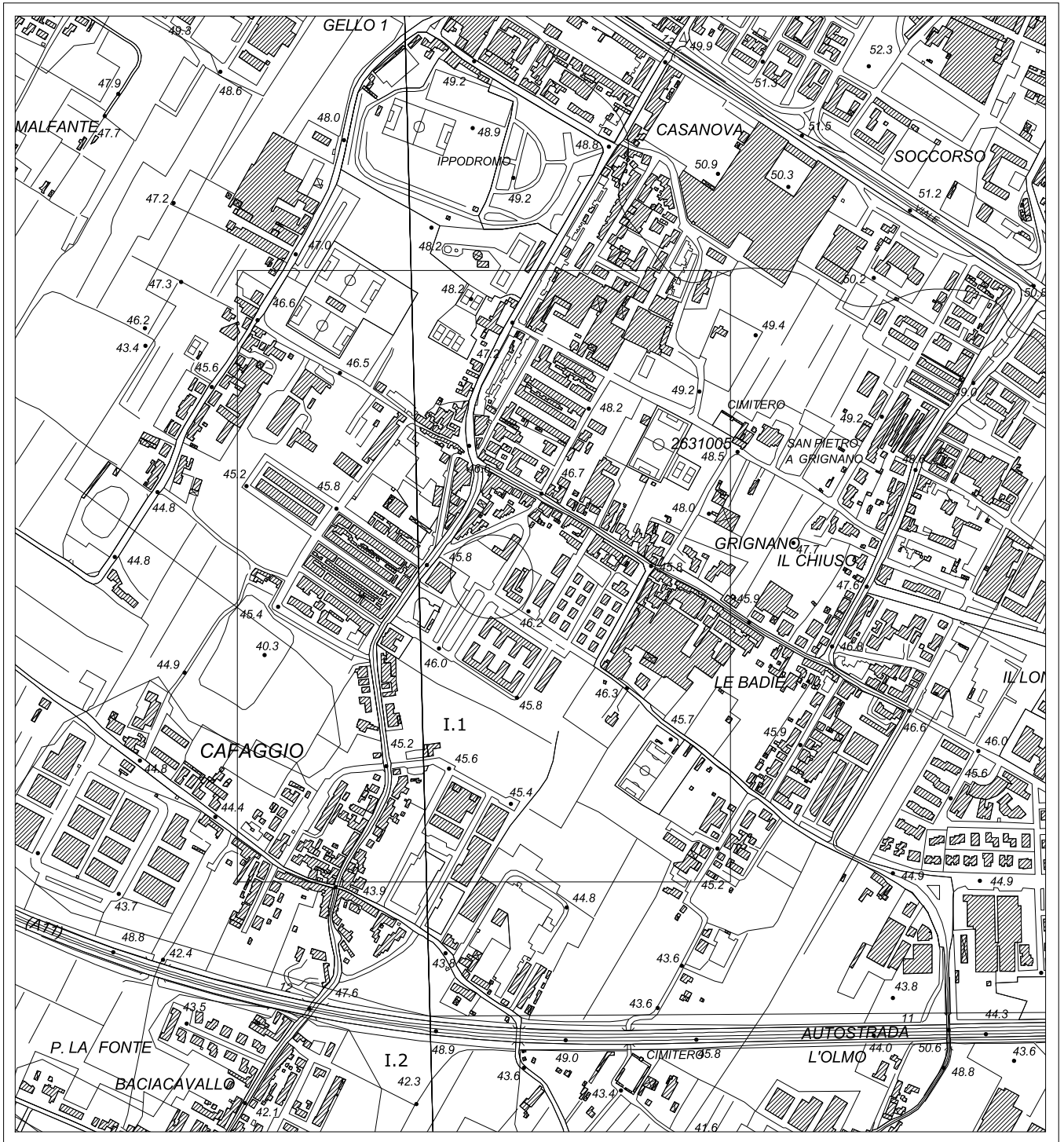
3

Scala:

1:10000

Oggetto:

CARTA DELLA PERICOLOSITA'
(Estratta da PGRA Aut. Bac. F. Arno)



Legenda

I.1 pericolosità idraulica bassa

TAV.

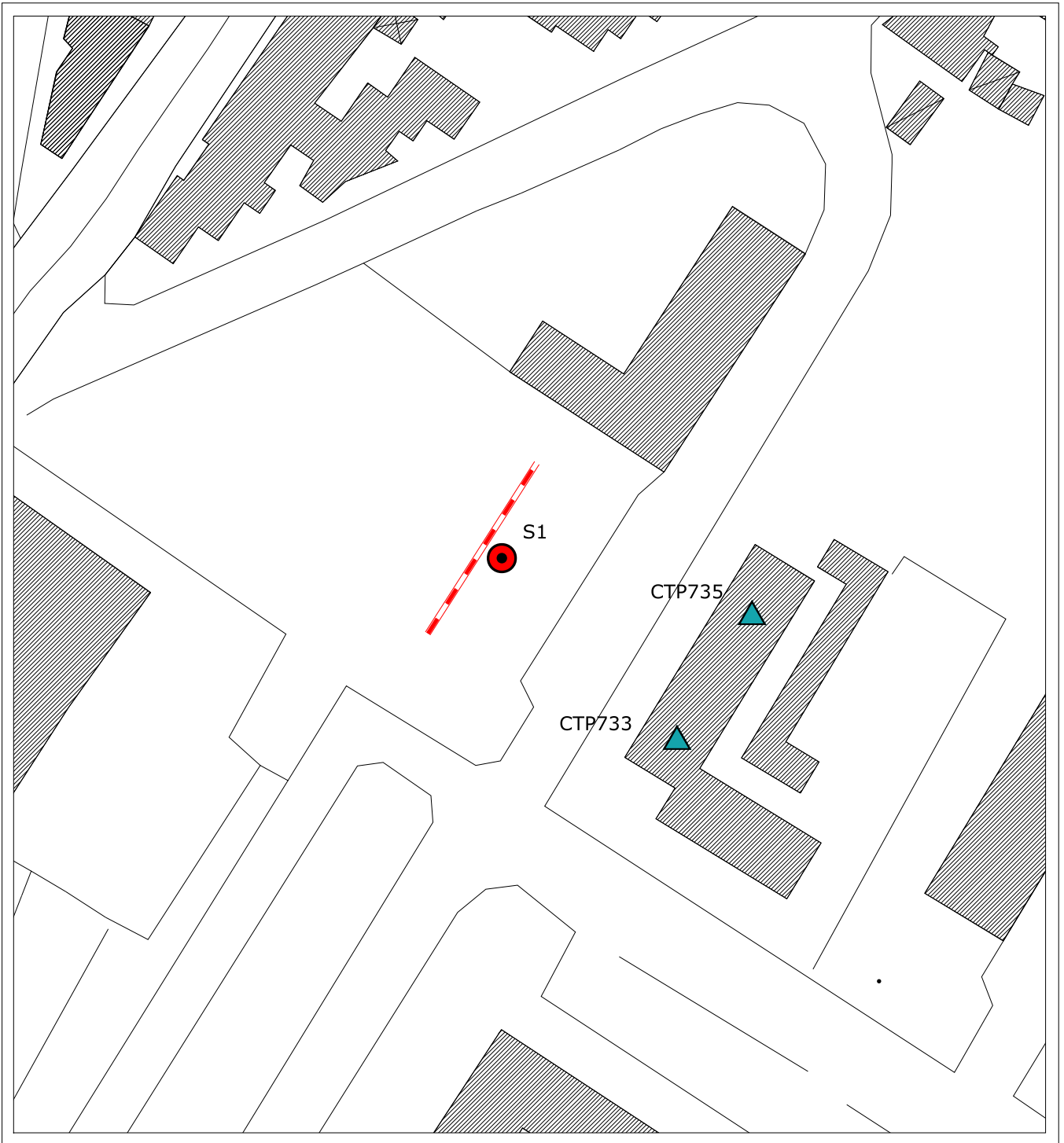
4

Scala:

1:5000

Oggetto:

CARTA DELLA PERICOLOSITA'
(Estratta da PS Comune di Prato)



Legenda



Prova penetrometrica



Indagine Masw

TAV.

5

Scala:

1:1000

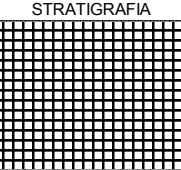
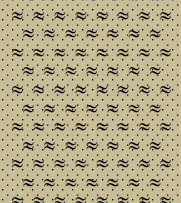

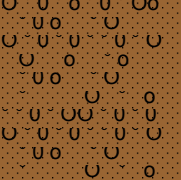

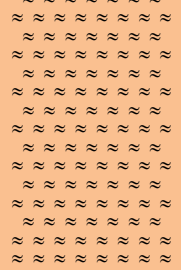

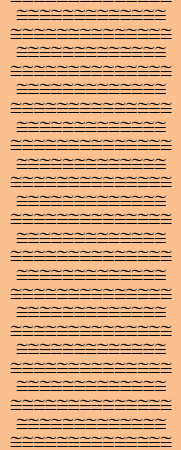
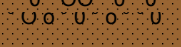

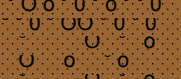
Oggetto:

INDAGINI GEOLOGICHE

ALLEGATO A

Schema stratigrafico del sondaggio

Sondaggio N° 1 **Data:** Luglio 2016
Località: Via Armando Meoni - Prato **Pag.:** 1/1

m	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE	H ₂ O	C	SPT	PP (Kg/cm ²)	VT (Kg/cm ²)
		SUOLO/RIPORTO eterometrico con matrice sabbiosa limosa inglobante ghiaia sparsa, umido, molto addensato. Presenza di fristoli vegetali e radici nei primi 30 cm,				6,00 6,00	
1		SABBIA DEMOLMENTE LIMOSA di colore marrone da mediamente addensata ad addensata, umida.				4,00 3,00 3,00	2,00 2,00
2				C1			
3		GHIAIA da fine a media in matrice sabbiosa limosa di colore marrone, mediamente addensata, umida Clasti arenacei poco appiattiti, arrotondati, poco sferici.					
4					SPT1 13		
5		LIMO ARGILLOSO di colore marrone mediamente consistente e plastico, umido.			5 4	0,50 1,00 0,50	6,00 6,00 6,00
6		SABBIA con ghiaia fine, di colore marrone, mediamente addensata, umida.					
7		LIMO ARGILLO-SABBIOSO di colore marrone mediamente consistente e plastico, umido.			SPT2 3 6 9	0,50 0,50 0,50	4,00 6,00
8						0,50 1,00 1,00 1,00	
9		GHIAIA da fine a media in matrice sabbiosa limosa di colore marrone, mediamente addensata, umida Clasti arenacei poco appiattiti, arrotondati, poco sferici.			SPT3 7 10 13	0,50	3,00
10		GHIAIA da fine a media in matrice sabbiosa limosa di colore marrone, addensata, umida Clasti arenacei poco appiattiti, arrotondati, poco sferici.					
		FINE SONDAGGIO					

Sondaggio 1



Sondaggio 1 - 0-5 m dal p.c.



Sondaggio 1 - 5-10 m dal p.c.



TAV.

Scala:

Oggetto:

RIPRESE FOTOGRAFICHE

ALLEGATO B



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

Committente :	Dott. Riccardo Martelli Geologo
Cantiere :	Prato (PO)
Verbale Accettazione n° :	237 del 15/07/2016
Data Certificazione :	18/07/2016
Campioni n°:	2
Certificati da n° a n° :	02318 a 02325

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli



Riferimento			Caratteristiche fisiche							Limiti di consistenza				Granulometria				Classificazione	Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	LL %	LP %	IP %	IC %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	CNR-UNI	ϕ °	c kPa	24,6 kPa	49,2 kPa	98,4 kPa	196,8 kPa	393,6 kPa
1	1	2.0-2.5	16,5											48,5	27,1	13,2	11,2								
1	2	5.2-5.7	22,8	19,8	16,1	20,0	0,64	39,0	95,9	30,5	14,4	16,1	0,48		15,1	64,3	20,6	A6 - I.G. = 10	25,9	22	3544	2317	3475	5107	10615



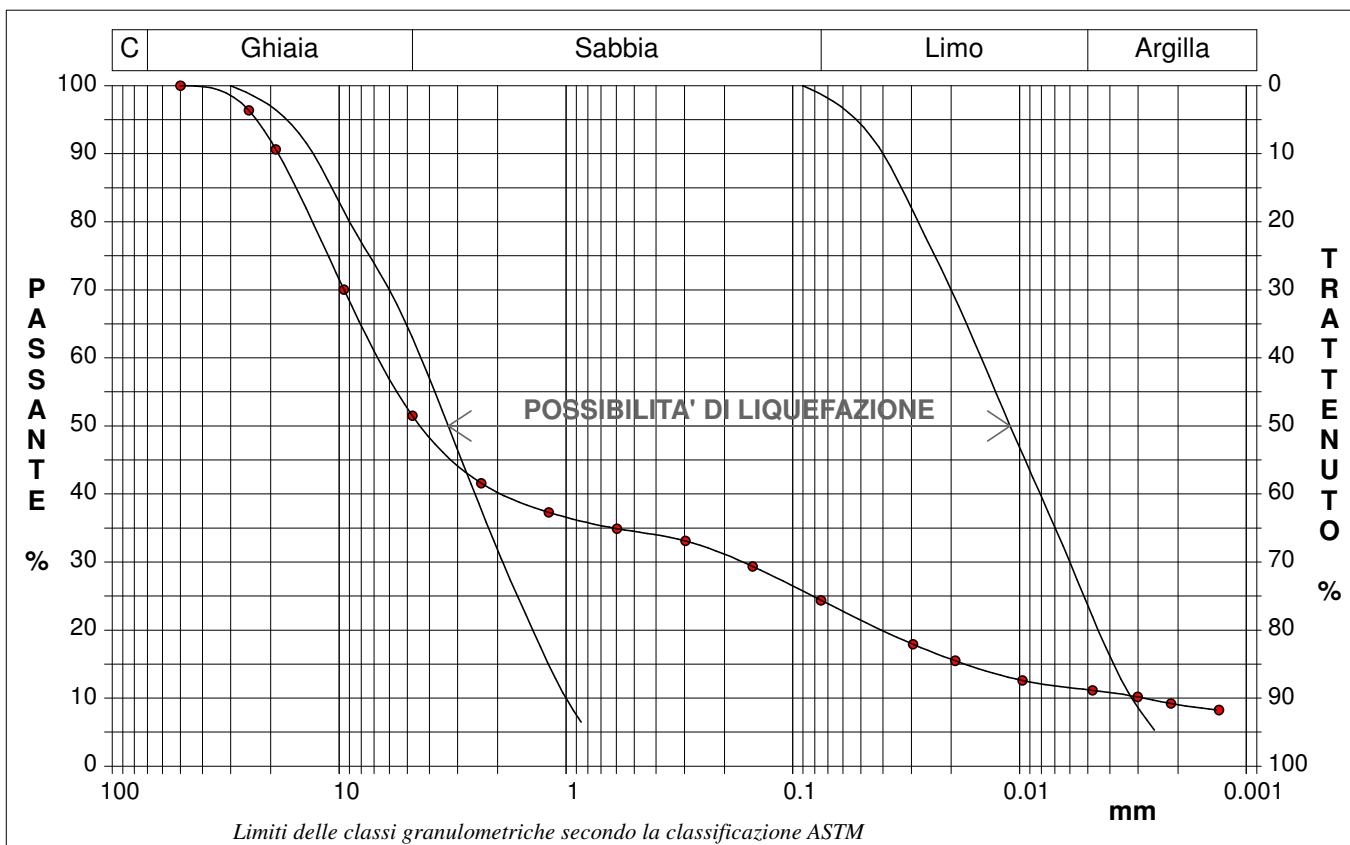
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02319	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 19/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 22/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo			
RIFERIMENTO: Prato (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	48,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	40,5 %	D ₁₀	0,00284 mm	
Sabbia	27,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	33,9 %	D ₃₀	0,16899 mm	
Limo	13,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	24,4 %	D ₅₀	4,27296 mm	
Argilla	11,2 %			D ₆₀	6,53368 mm	
Coefficiente di uniformità		2303,90	Coefficiente di curvatura		1,54	
					D ₉₀	18,60367 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	2,3600	41,58	0,0750	24,38	0,0030	10,18		
25,0000	96,38	1,1900	37,30	0,0295	17,92	0,0021	9,21		
19,0000	90,63	0,5950	34,90	0,0192	15,50	0,0013	8,24		
9,5200	70,03	0,2970	33,10	0,0097	12,60				
4,7500	51,50	0,1500	29,34	0,0048	11,14				



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02323	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 22/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 25/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo			
RIFERIMENTO: Prato (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	5.2-5.7

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: HRB

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,5	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	84,9	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	30,5	%
Limite di plasticità	14,4	%
Indice di plasticità	16,1	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A6 INDICE DI GRUPPO: 10

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille poco compressibili





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02320	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 18/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 19/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo			
RIFERIMENTO: Prato (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	5.2-5.7

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 22,8 %

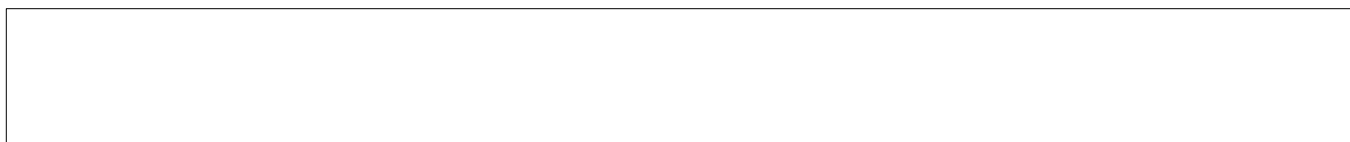
Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





CERTIFICATO DI PROVA N°: 02321	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 18/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 18/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo			
RIFERIMENTO: Prato (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	5.2-5.7

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,8 kN/m³





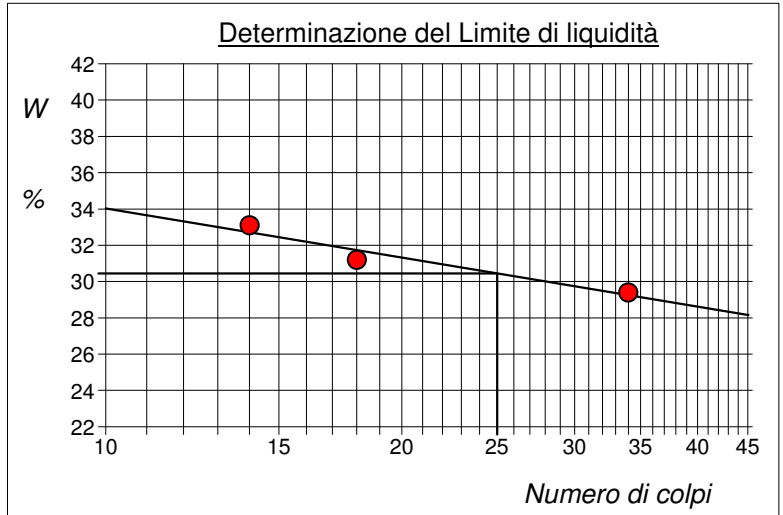
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02322	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 22/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 23/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo		
RIFERIMENTO: Prato (PO)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.2-5.7

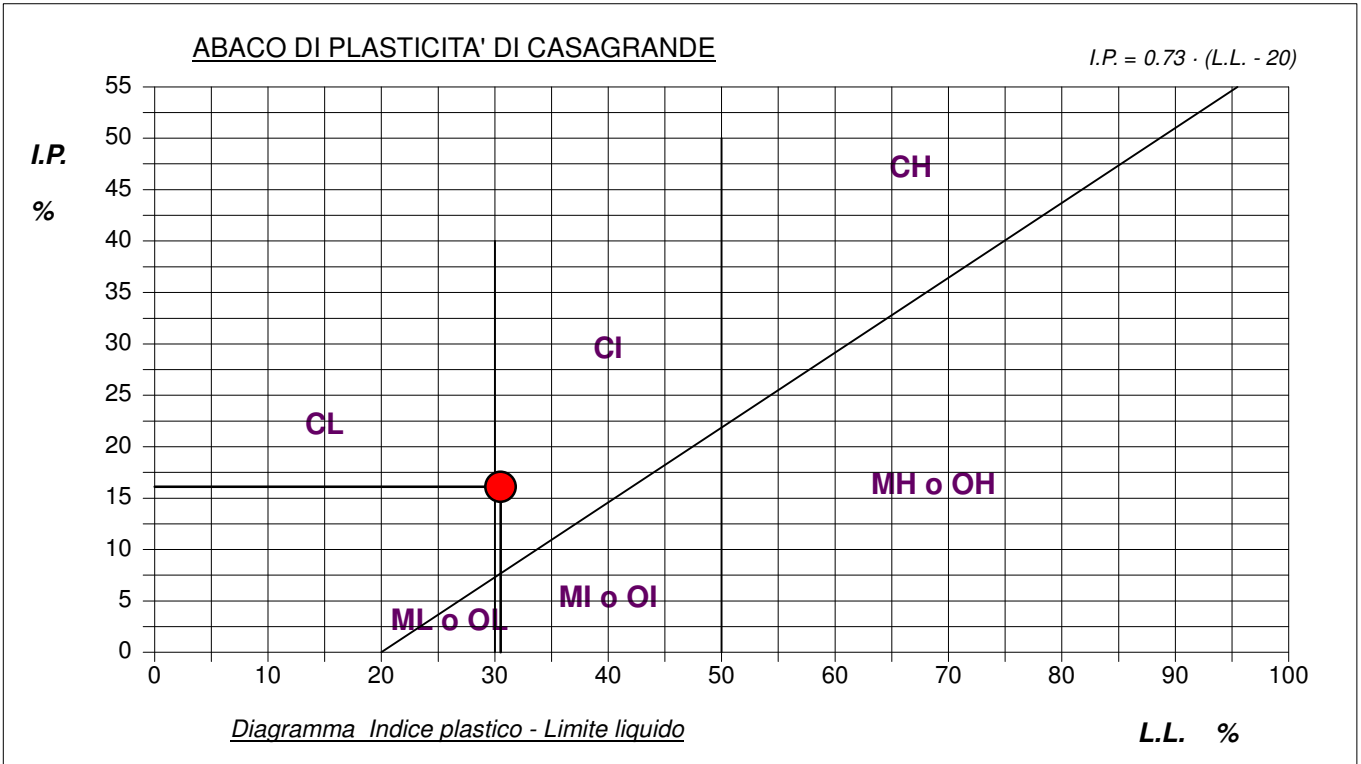
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-84

Limite di liquidità	30,5	%
Limite di plasticità	14,4	%
Indice di plasticità	16,1	%
Indice di consistenza	0,48	
Passante al set. n° 40	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità





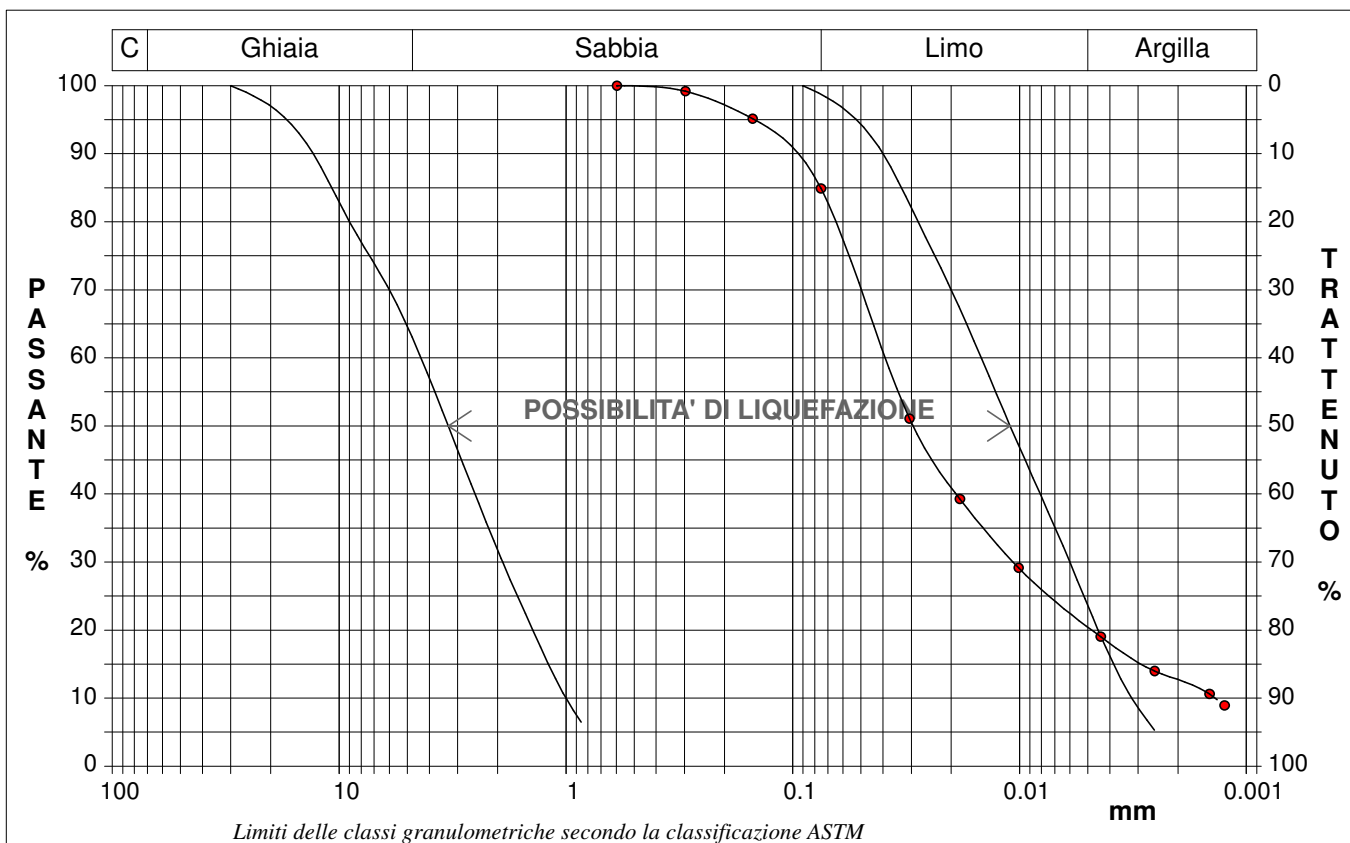
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02323	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 22/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 25/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo		
RIFERIMENTO: Prato (PO)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.2-5.7

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D ₁₀	0,00138 mm	
Sabbia	15,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,5 %	D ₃₀	0,01063 mm	
Limo	64,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	84,9 %	D ₅₀	0,02920 mm	
Argilla	20,6 %			D ₆₀	0,03875 mm	
Coefficiente di uniformità		28,17	Coefficiente di curvatura		2,12	
					D ₉₀	0,10598 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,5950	100,00	0,0183	39,26	0,0012	8,92				
0,2970	99,18	0,0101	29,14						
0,1500	95,14	0,0044	19,03						
0,0750	84,88	0,0025	13,97						
0,0306	51,06	0,0015	10,60						



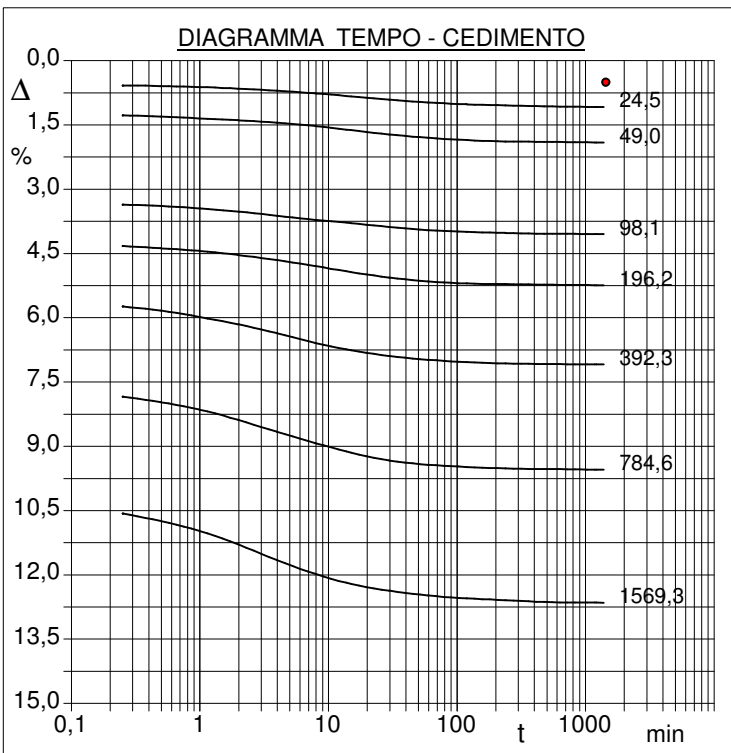
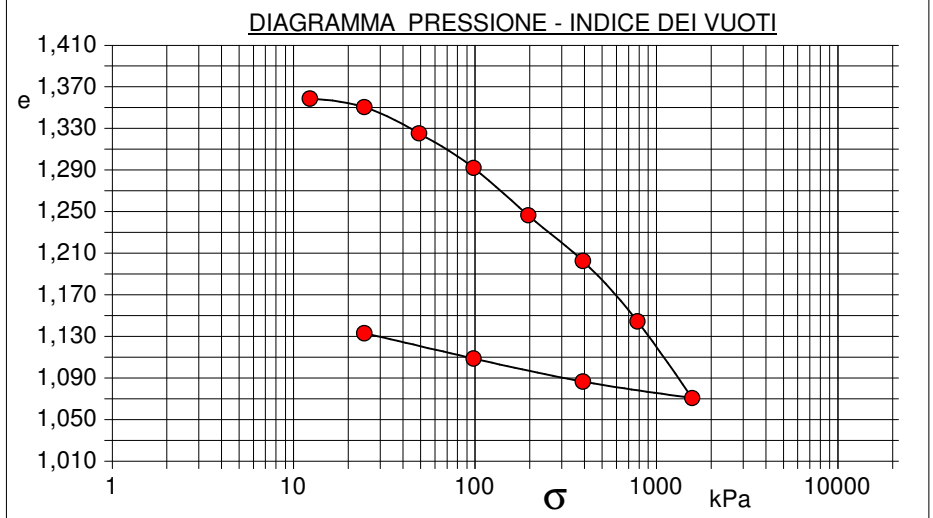
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02324	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 18/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 27/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo			
RIFERIMENTO: Prato (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.2-5.7	

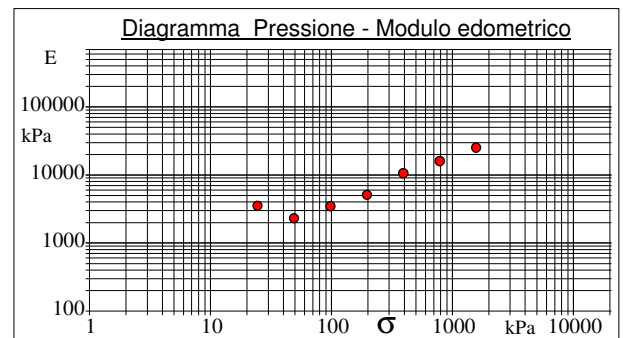
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	13,72
Umidità (%)	22,9
Peso specifico (kN/m ³)	26,47
Altezza provino cm	2,50
Diametro provino cm	5,00
Sezione provino (cm ²)	19,63
Volume provino (cm ³)	49,09
Volume dei vuoti (cm ³)	28,38
Indice dei vuoti	1,37
Porosità (%)	57,82
Saturazione (%)	45,1



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12,3	12,6	1,359				
24,5	21,2	1,351	0,027	3544	0,000376	1,04E-08
49,0	47,7	1,325	0,083	2317	0,000471	2,00E-08
98,1	83,0	1,292	0,111	3475	0,000871	2,46E-08
196,2	131,0	1,246	0,151	5107	0,000716	1,38E-08
392,3	177,2	1,203	0,146	10615	0,001128	1,04E-08
784,6	238,6	1,144	0,193	15974	0,001178	7,23E-09
1569,3	316,3	1,071	0,245	25246	0,001437	5,58E-09
392,3	299,6	1,087				
98,1	276,3	1,109				
24,5	250,5	1,133				





CERTIFICATO DI PROVA N°: 02324	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 18/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 27/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo			
RIFERIMENTO: Prato (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.2-5.7	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24,5 kPa		Pressione 49,0 kPa		Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,2 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	12,6	0,02	21,2	0,02	47,7	0,02	83,0
0,25	13,7	0,25	31,9	0,25	71,6	0,25	108,1
0,50	13,9	0,50	32,6	0,50	72,2	0,50	109,5
1,00	14,3	1,00	33,7	1,02	73,2	1,00	111,0
2,00	14,8	2,00	34,8	2,02	74,3	2,00	113,4
4,00	15,5	4,00	36,2	4,02	75,9	4,00	116,4
8,00	16,5	8,00	38,2	8,02	77,5	8,00	119,9
15,00	17,5	15,00	40,5	15,02	78,8	15,00	123,4
30,00	22,8	30,00	43,0	30,02	97,0	30,00	126,6
60,00	24,4	60,00	45,1	60,02	98,9	60,00	128,8
120,00	25,5	120,00	46,4	120,02	99,9	120,00	130,0
240,00	26,1	240,00	47,1	240,02	100,5	240,00	130,4
480,00	26,6	480,00	47,4	480,02	100,9	480,00	130,7
900,00	26,9	900,00	47,6	900,02	101,1	900,00	130,9
1210,00	21,2	1210,00	47,7	1210,02	101,1	1210,00	131,0
1440,00	21,2	1440,00	47,7	1440,02	83,0	1440,00	131,0

Pressione 392,3 kPa		Pressione 784,6 kPa		Pressione 1569,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	131,0	0,02	177,2	0,02	238,6		
0,25	143,4	0,25	196,0	0,25	264,2		
0,50	145,8	0,50	199,3	0,50	268,7		
1,00	149,6	1,00	203,6	1,00	274,4		
2,00	153,9	2,00	209,7	2,00	282,4		
4,00	159,1	4,00	216,6	4,00	291,5		
8,00	164,8	8,00	223,2	8,00	299,6		
15,00	168,9	15,00	228,7	15,00	305,3		
30,00	172,4	30,00	233,3	30,00	309,3		
60,00	174,5	60,00	235,8	60,00	312,1		
120,00	175,9	120,00	237,1	120,00	313,7		
240,00	176,7	240,00	237,9	240,00	314,8		
480,00	177,0	480,00	238,3	480,00	315,9		
900,00	177,2	900,00	238,5	900,00	316,2		
1210,00	177,2	1210,00	238,6	1210,00	316,2		
1440,00	177,2	1440,00	238,6	1428,23	316,3		



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02325	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 28/07/16	Inizio analisi: 21/07/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16		Apertura campione: 18/07/16	Fine analisi: 24/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo		
RIFERIMENTO: Prato (PO)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.2-5.7

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	72	115	167
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,14	4,08	3,05
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,33	0,77	0,42
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,8	--- 21,0	--- 21,4
Peso di volume (kN/m³):	19,8	19,7	19,9

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

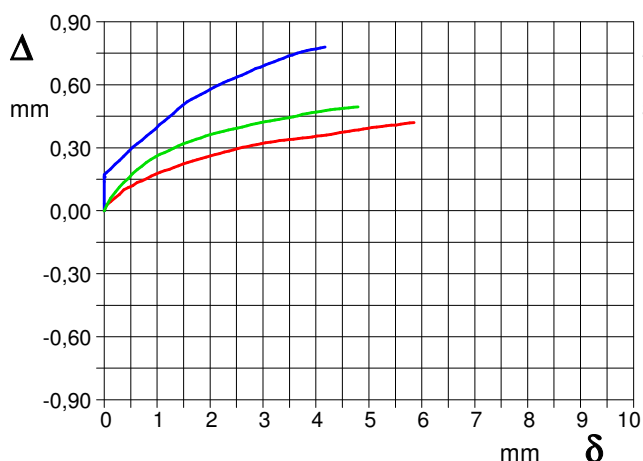
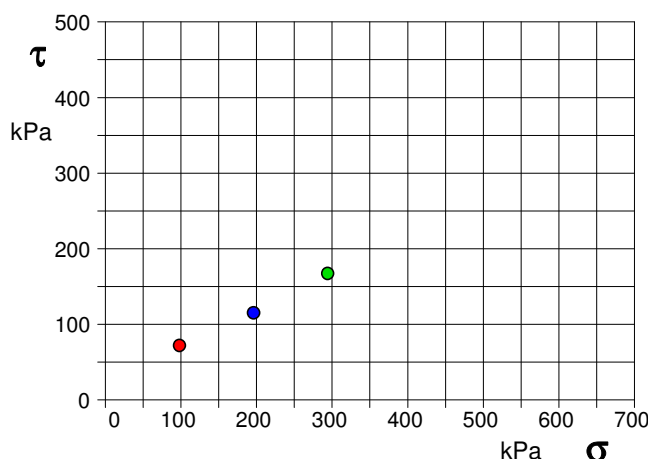


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

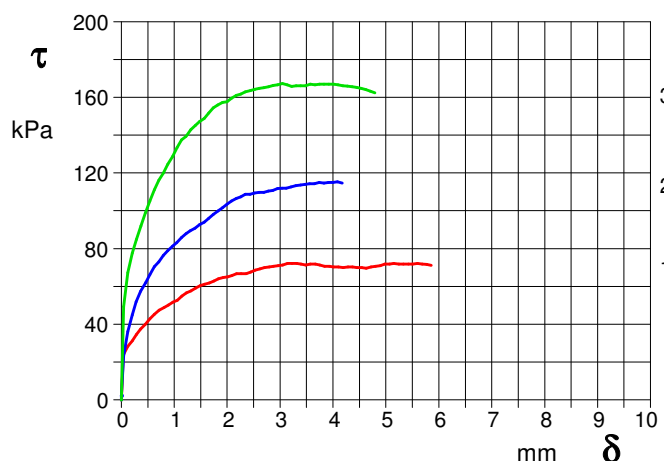


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: **02325** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 237 del 15/07/16

DATA DI EMISSIONE: 28/07/16

Inizio analisi: 21/07/16

Apertura campione: 18/07/16

Fine analisi: 24/07/16

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo

RIFERIMENTO: Prato (PO)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 5.2-5.7

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,25
Altezza finale (cm)	2,08
Sezione (cm ²)	27,81
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

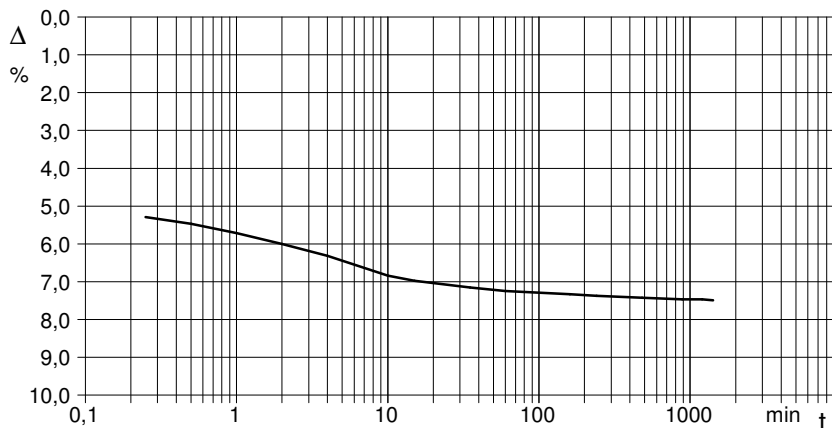


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,26
Altezza finale (cm)	2,14
Sezione (cm ²)	27,81
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

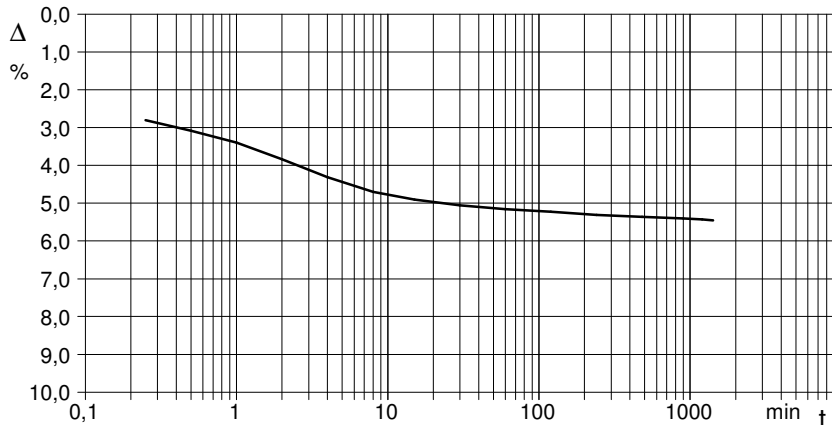
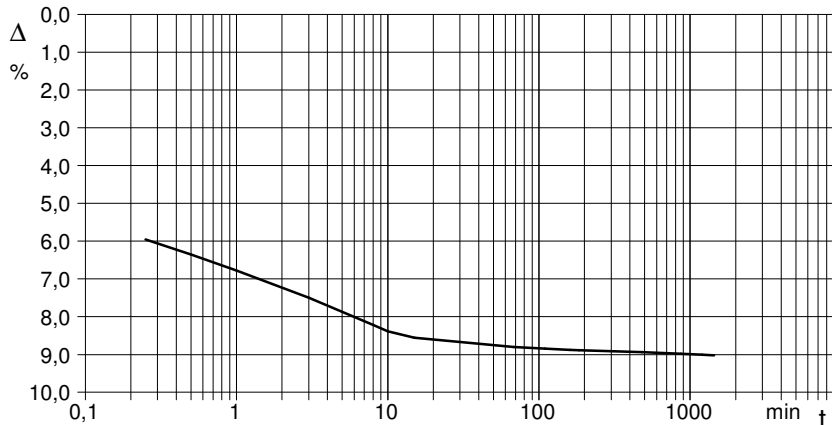


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,25
Altezza finale (cm)	2,05
Sezione (cm ²)	27,81
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf

COMMITTENTE: Dott. Riccardo Martelli Geologo		
RIFERIMENTO: Prato (PO)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.2-5.7

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	72	115	167
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,14	4,08	3,05
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,33	0,77	0,42
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,8	--- 21,0	--- 21,4
Peso di volume (kN/m³):	19,8	19,7	19,9

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	22,3 kPa
Angolo di attrito interno:	25,9 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

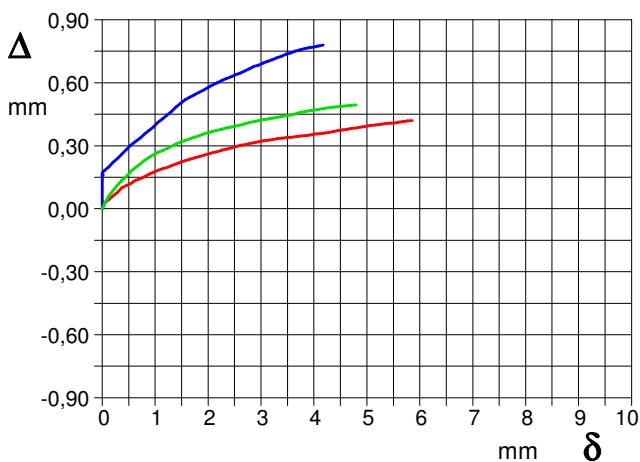
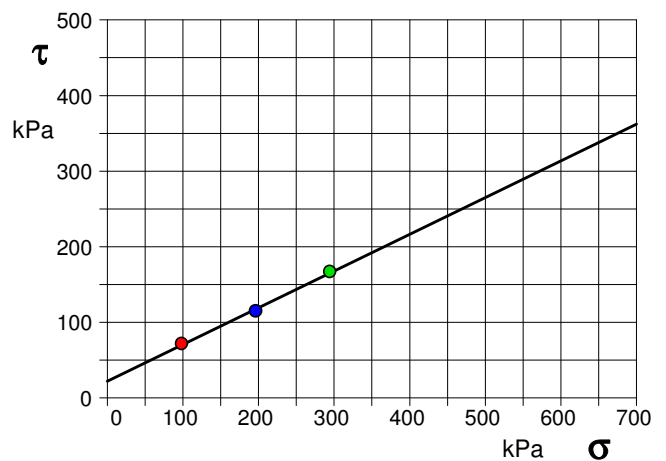


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

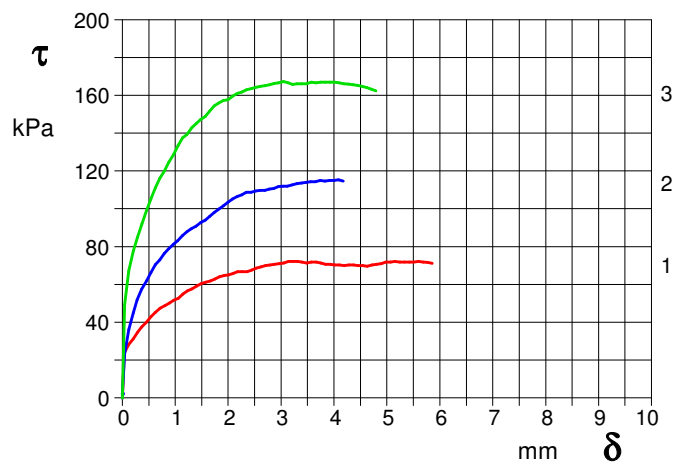


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

ALLEGATO C

PROSPEZIONI SISMICHE CON METODOLOGIA MASW-Re.Mi. NEL COMUNE DI PRATO (PO)

RELAZIONE TECNICA

IGeA sas

Dott. Geol. Guglielmo Braccesi



1.0	20/07/16	C:/Documenti/LAVORI/2016/63_16_Martelli Prato/Relazione MASW.doc					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROVATO	AUTOR.	



1 PREMESSA

Il giorno 20/07/16, è stata realizzata un'indagine sismica con metodologia MASW-Re.Mi. in nel comune di Prato (PO).



Ubicazione dell'area di indagine



2 METODOLOGIA MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) · classificabile come tecnica di indagine sismica simile alla sismica a rifrazione e alla sismica a riflessione, perch il principio alla base della prova sperimentale in sito · analogo e consiste nel misurare le onde superficiali sul suolo. Rispetto alla sismica a rifrazione il metodo MASW presenta i vantaggi di superare i problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati pi rigidi o di strati pi rigidi compresi tra strati pi soffici; o nel caso di sismica a rifrazione con onde P alla presenza della falda superficiale, che nasconde gli strati di terreno con velocit delle onde P inferiore alla velocit delle onde nell'acqua.

Il metodo MASW consente di individuare il profilo di velocit Vs anche in presenza di contrasti di rigidezza tra gli strati del suolo. La presenza della falda · modellata assegnando un valore del coefficiente di Poisson prossimo a 0.5, tra 0.4 e 0.5, in funzione del grado di saturazione. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilit potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20. Nella pratica · stato osservato che, se si esegue la prova con lo stendimento dei sensori lungo la direzione di massima pendenza, la presenza di forti acclivit comporta una traslazione della curva di dispersione sperimentale. Il problema · mitigato disponendo lo stendimento dei sensori lungo una curva di livello in direzione perpendicolare alla direzione di massima pendenza.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) · una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocit delle onde di taglio verticali Vs basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali · dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocit correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato, le onde di Rayleigh sono dispersive, cio la velocit di fase (o di gruppo) apparente dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali · correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati pi superficiali e quindi danno informazioni sulla parte pi superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati pi profondi e quindi interessano gli strati pi profondi del suolo.



Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (REMI), o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo si misura il rumore ambientale di fondo esistente.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30-50 m, in funzione della rigidità del suolo.

La linea acquisita ha una lunghezza di 22 metri e, per quanto riguarda il metodo attivo, è stata registrata con 1 energizzazione. La sorgente è costituita da una mazza dal peso di 10 kg battente una piastra metallica adagiata a terra.

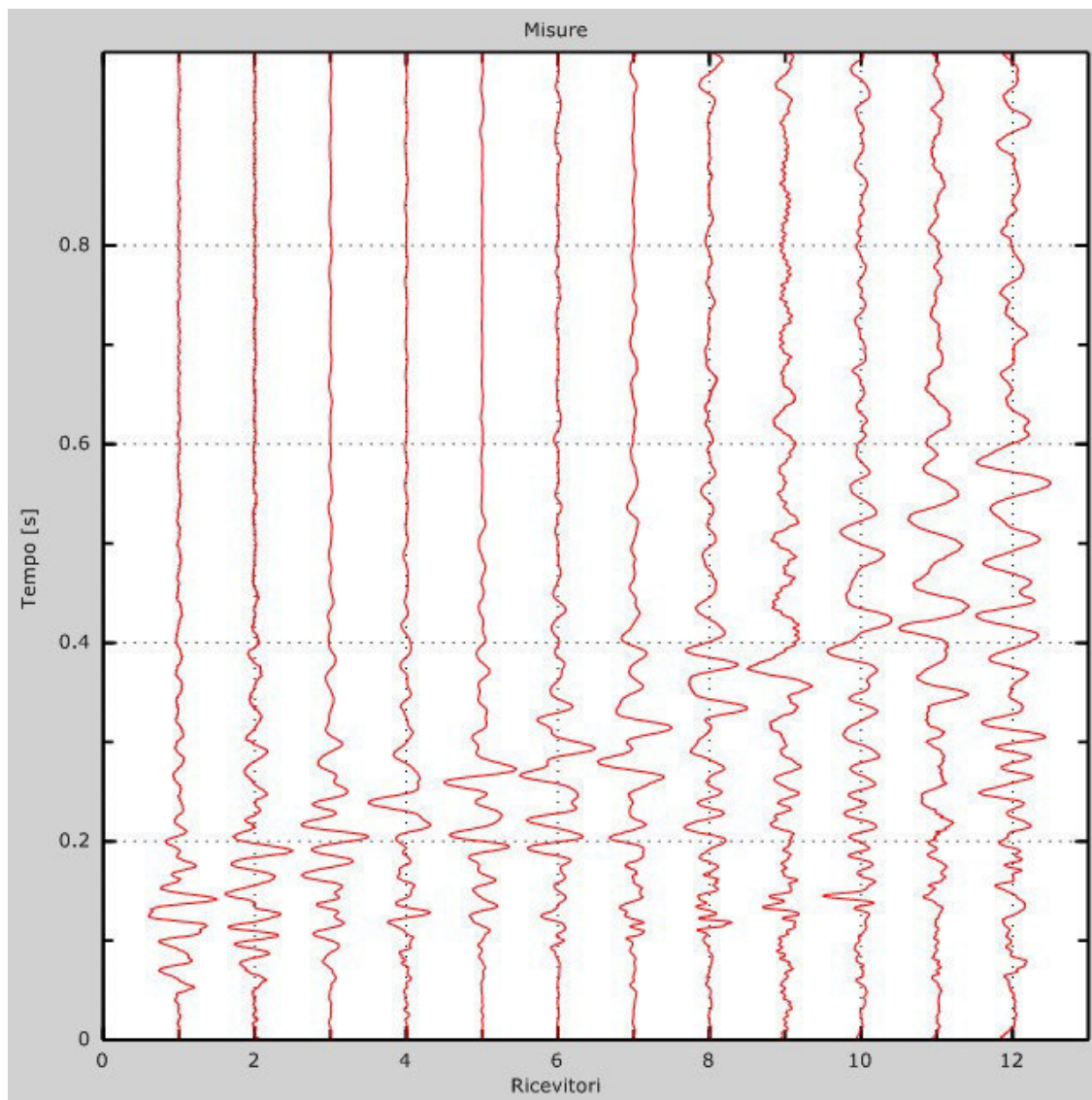
Il sistema di ricezione è costituito da 12 geofoni posizionati ad una distanza intergeofonica pari a 2 metri.

Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e la produzione di un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

Il sistema di acquisizione dati è un sismografo marca AMBROGEO, modello ECHO 12/24, sistema multicanale (12 canali) in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 16 bit. Esso è collegato a ciascuno dei trasduttori di velocità al trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger. Di seguito si riportano alcuni stralci dell'elaborazione.



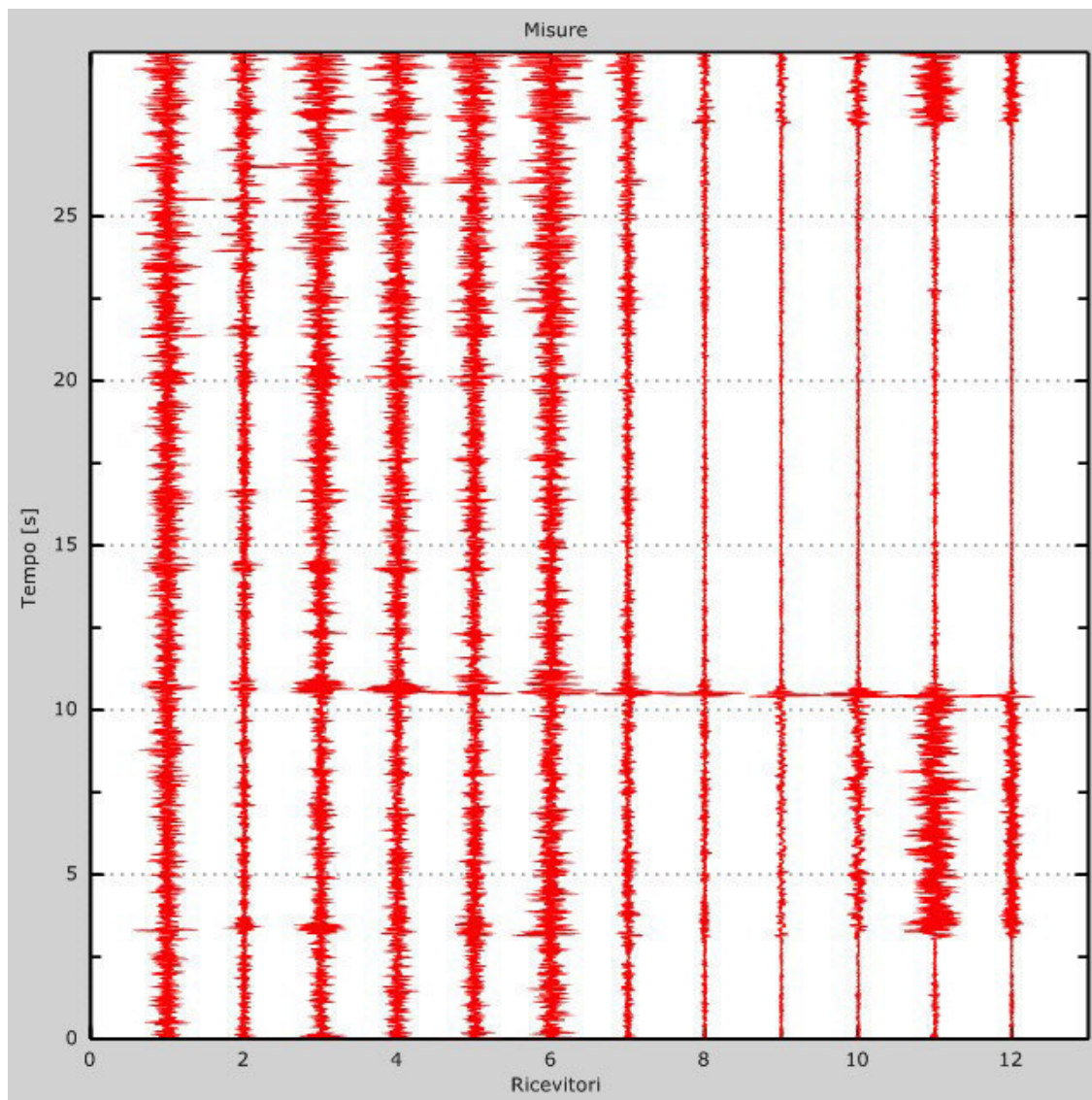
TRACCE SISMICHE METODO ATTIVO



Numero di ricevitori 12
 Distanza tra i sensori: 5m
 Numero di campioni temporali..... 7651
 Passo temporale di acquisizione..... 0.13ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi..... 12
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 3000ms
 I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore - l'ultimo per l'analisi)



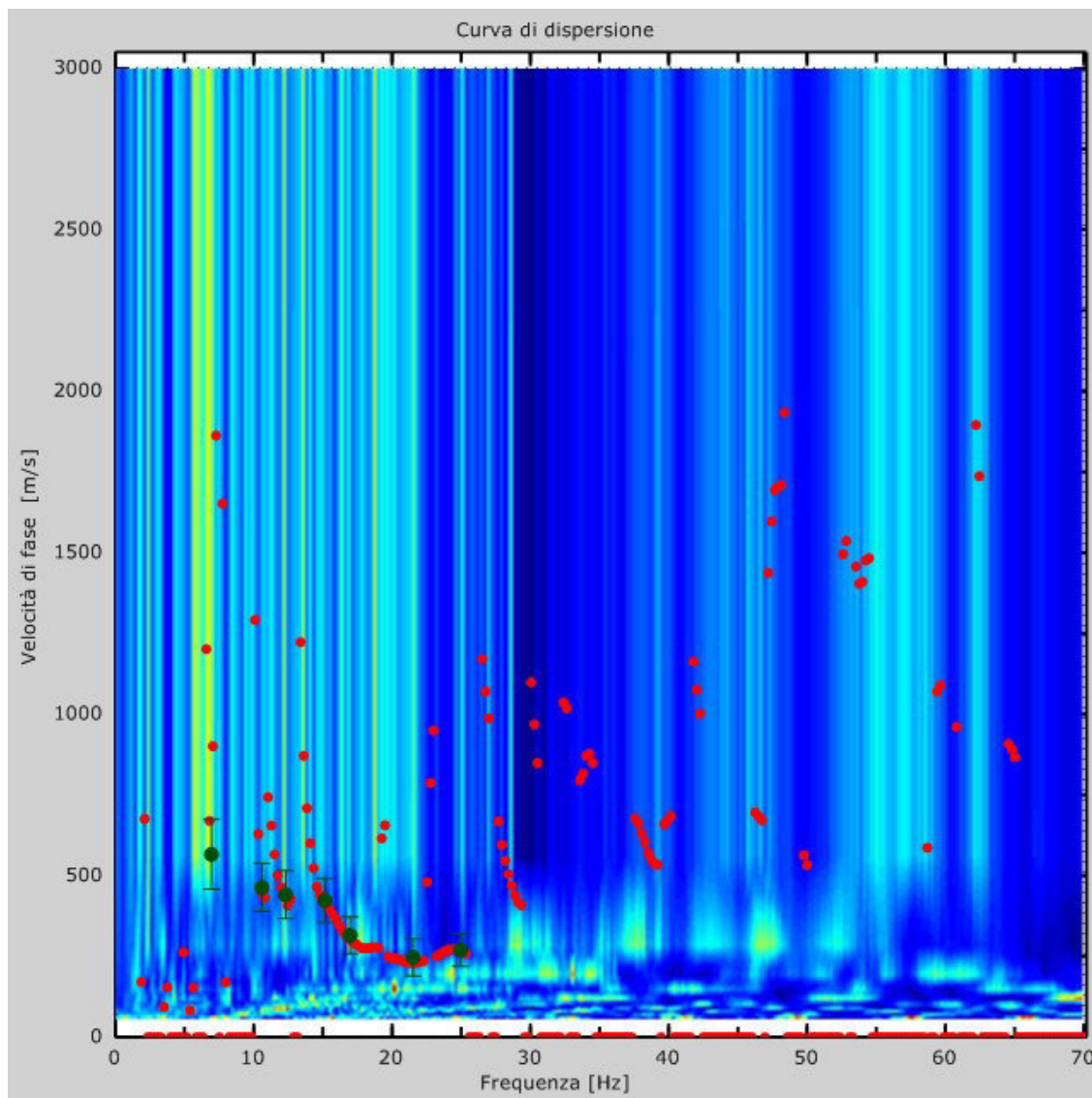
TRACCE SISMICHE METODO PASSIVO



Numero di ricevitori 12
 Numero di campioni temporali..... 3.26787e-312
 Passo temporale di acquisizione..... 5.38ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi..... 12
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 30000ms
 I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore · l'ultimo per l'analisi)



CURVA DI DISPERSIONE



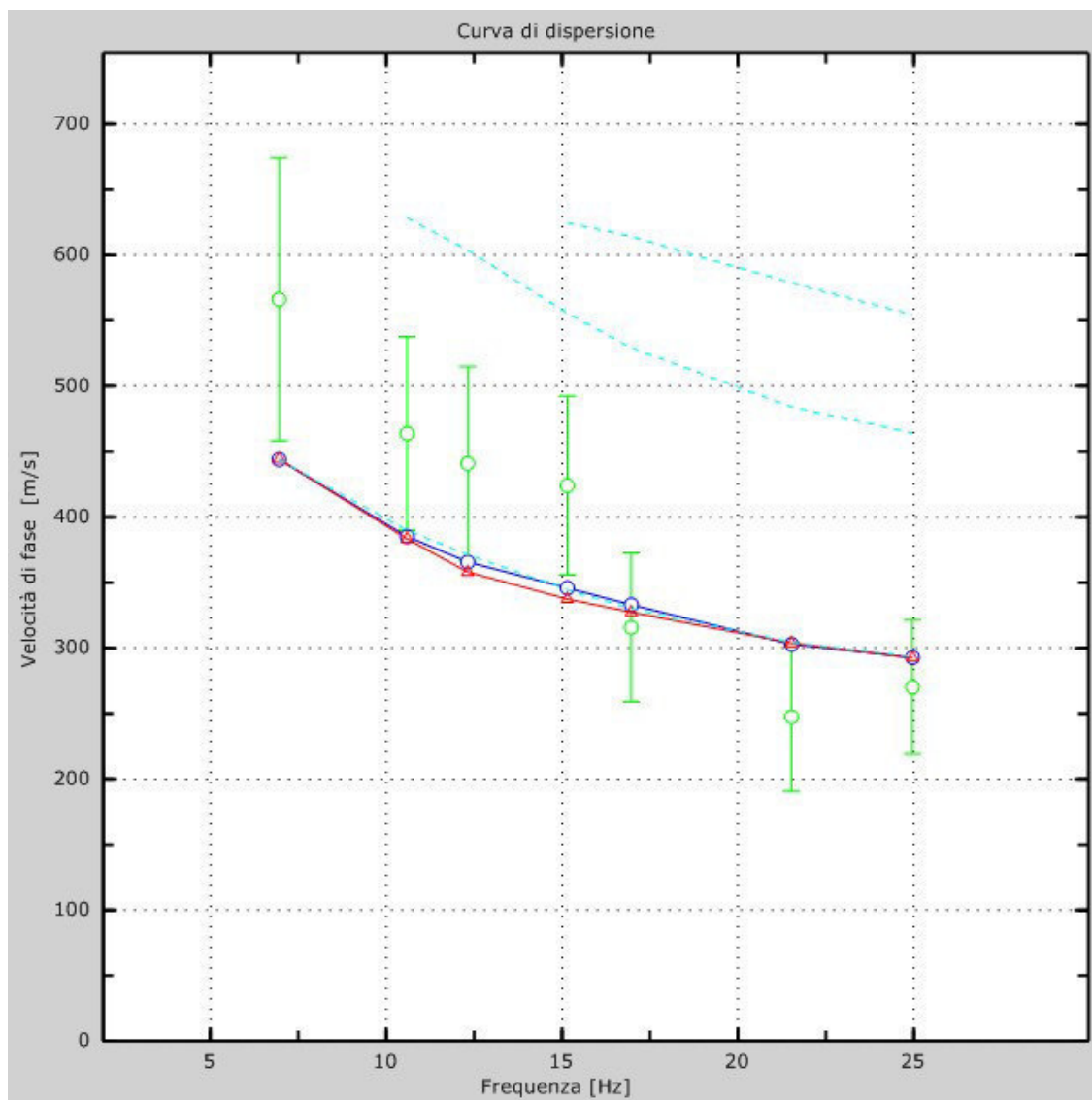


PROFILO IN SITO

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori.....	5m
Numero ricevitori.....	12
Numero modi.....	5
Strato 1	
h [m]	2
z [m]	-2
Vs fin.[m/s]	300
Strato 2	
h [m]	3
z [m]	-5
Vs fin.[m/s]	300
Strato 3	
h [m]	3
z [m]	-8
Vs fin.[m/s]	351
Strato 4	
h [m]	4
z [m]	-12
Vs fin.[m/s]	471
Strato 5	
h [m]	4
z [m]	-16
Vs fin.[m/s]	490
Strato 6	
h [m]	5
z [m]	-21
Vs fin.[m/s]	515
Strato 7	
h [m]	5
Vs fin.[m/s]	515
Strato 8	
h [m]	6
z [m]	-32
Vs fin.[m/s]	629
Strato 9	
h [m]	0
z [m]	-00
Vs fin.[m/s]	629

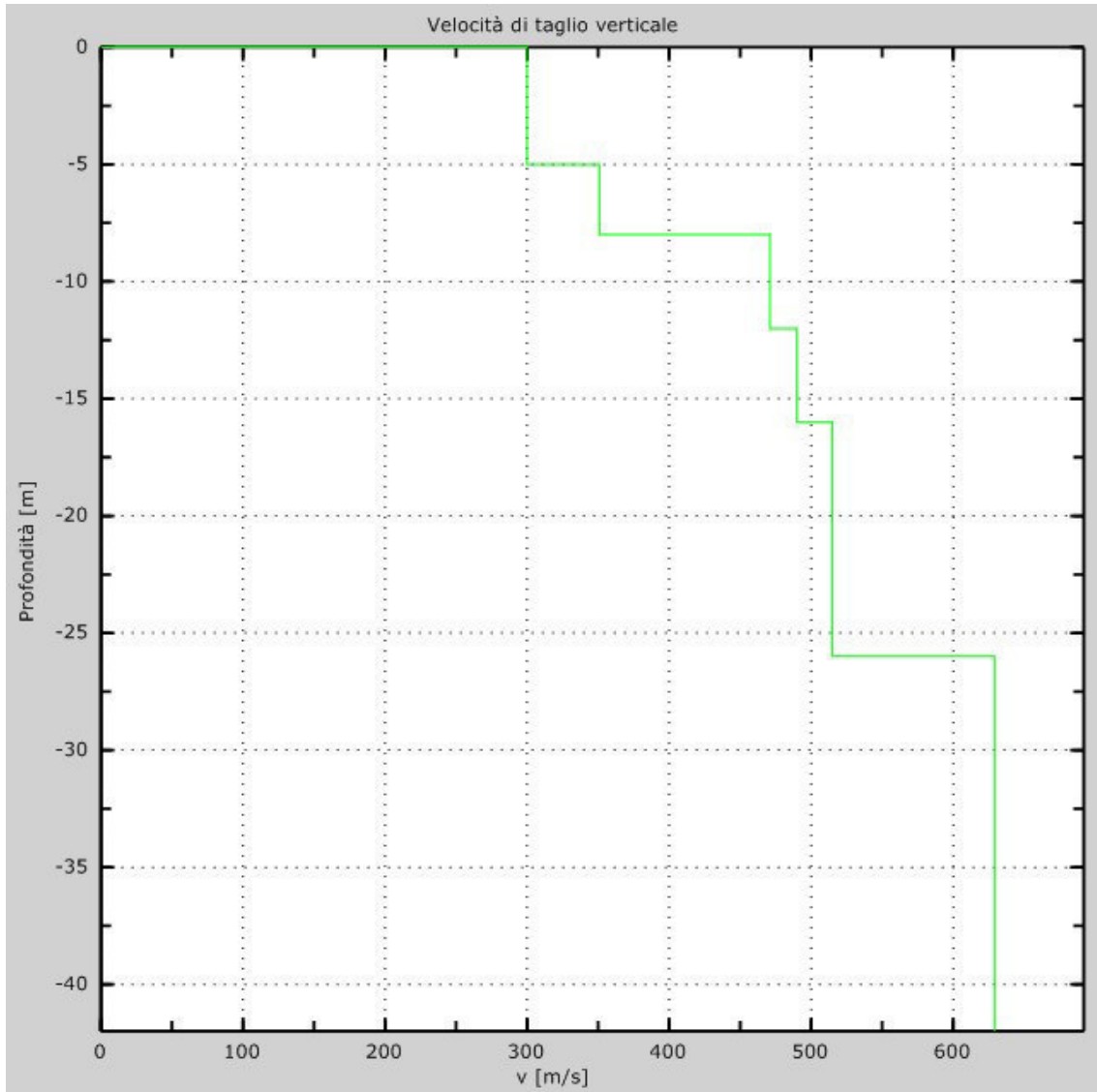


VELOCITÀ NUMERICHE - PUNTI SPERIMENTALI (VERDE), MODI DI RAYLEIGH (CIANO),
CURVA APPARENTE (BLU), CURVA NUMERICA (ROSSO)





PROFILO DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO VERTICALI





3 CALCOLO DELLE V_{S30}

Per V_{S30} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove h_i e V_{si} indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

La Normativa Italiana (Ordinanza 3274), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).



In generale il fenomeno dell'ampificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E. Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{S30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{U30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Considerando le velocità degli strati e gli spessori rilevati, si ottiene dal piano di campagna un valore delle V_{S30} pari a 443 m/sec.

IGeA sas

Dott. Geol. Guglielmo Braccesi



ALLEGATO D

Numero identificativo indagine: 733

Prova penetrometrica statica - data esecuzione: 07/07/1994

Rel. Geologica del 30/09/1994 / Archivio

Pratica edilizia tipo: 321/94 numero: 29306 anno: 1994

Località: GRIGNANO

Coord G.B. (x: 1.667.521,3 y: 4.858.684,25)

Quota media p.c. 0 m s.l.m.

ELABORATI DELLA PROVA

Prof.Min [m]	Prof.Max [m]	Res.Punta [Kg/cmq]	Attr:Lat. [Kg/cmq]	Rapp.
0.0	0.2	41.0	2.93	14
0.2	0.4	30.0	2.87	10
0.4	0.6	56.0	3.07	18
0.6	0.8	70.0	3.6	19
0.8	1.0	40.0	3.07	13
1.0	1.2	33.0	2.53	13
1.2	1.4	27.0	2.4	11
1.4	1.6	31.0	2.93	11
1.6	1.8	26.0	2.0	13
1.8	2.0	25.0	1.4	18
2.0	2.2	20.0	2.07	10
2.2	2.4	26.0	1.4	19
2.4	2.6	21.0	1.2	18
2.6	2.8	17.0	0.67	25
2.8	3.0	15.0	0.47	32
3.0	3.2	16.0	0.53	30
3.2	3.4	17.0	0.73	23
3.4	3.6	15.0	0.53	28
3.6	3.8	14.0	0.87	16
3.8	4.0	16.0	0.87	18
4.0	4.2	24.0	0.73	33
4.2	4.4	31.0	1.87	17
4.4	4.6	37.0	2.2	17
4.6	4.8	43.0	2.8	15
4.8	5.0	50.0	2.93	17
5.0	5.2	41.0	2.33	18
5.2	5.4	37.0	1.47	25
5.4	5.6	53.0	2.0	27
5.6	5.8	67.0	3.0	22
5.8	6.0	70.0	3.8	18
6.0	6.2	85.0	3.73	23
6.2	6.4	112.0	1.6	70
6.4	6.6	130.0	1.87	70
6.6	6.8	105.0	2.4	44

6.8	7.0	117.0	1.47	80
7.0	7.2	96.0	1.87	51
7.2	7.4	85.0	3.67	23
7.4	7.6	77.0	2.0	39
7.6	7.8	101.0	1.87	54
7.8	8.0	126.0	2.13	59
8.0	8.2	135.0	1.8	75
8.2	8.4	110.0	1.27	87
8.4	8.6	118.0	1.93	61
8.6	8.8	107.0	1.53	70
8.8	9.0	121.0	1.33	91

Resistenza alla punta [Kg/cm²]

STRATIGRAFIA

Immagine	Valore	Descrizione
	- 0.0	Argilla organica e argilla
	- 0.4	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 0.8	Argilla organica e argilla
	- 1.8	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 2.0	Argilla organica e argilla
	- 2.2	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 2.8	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi
	- 3.0	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 4.0	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi
	- 4.2	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 4.6	Argilla organica e argilla
	- 4.8	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 6.2	Sabbia, sabbia argillosa, sabbia ghiaiosa
	- 6.6	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi
	- 6.8	Sabbia, sabbia argillosa, sabbia ghiaiosa
	- 7.0	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi
	- 7.2	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 7.4	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi

	- 8.0	Sabbia, sabbia argillosa, sabbia ghiaiosa
FINE	- 9.0	

Numero identificativo indagine: 735

Prova penetrometrica statica - data esecuzione: 07/07/1994

Rel. Geologica del 30/09/1994 / Archivio

Pratica edilizia tipo: 321/94 numero: 29306 anno: 1994

Località: GRIGNANO

Coord G.B. (x: 1.667.533,94 y: 4.858.705,04)

Quota media p.c. 0 m s.l.m.

ELABORATI DELLA PROVA

Prof.Min [m]	Prof.Max [m]	Res.Punta [Kg/cmq]	Attr:Lat. [Kg/cmq]	Rapp.
6.4	6.6	69.0	2.33	30
6.6	6.8	108.0	1.07	101
6.8	7.0	134.0	2.4	56
0.0	0.2	25.0	3.4	7
0.2	0.4	30.0	4.07	7
0.4	0.6	27.0	2.87	9
0.6	0.8	24.0	3.0	8
0.8	1.0	23.0	3.33	7
1.0	1.2	26.0	2.2	12
1.2	1.4	28.0	1.93	15
1.4	1.6	21.0	2.2	10
1.6	1.8	20.0	1.33	15
1.8	2.0	18.0	0.87	21
2.0	2.2	24.0	1.27	19
2.2	2.4	26.0	1.4	19
2.4	2.6	27.0	1.6	17
2.6	2.8	26.0	1.4	19
2.8	3.0	26.0	1.53	17
3.0	3.2	24.0	1.33	18
3.2	3.4	23.0	1.33	17
3.4	3.6	56.0	1.27	44
3.6	3.8	87.0	1.33	65
3.8	4.0	112.0	0.47	238
4.0	4.2	124.0	1.13	110
4.2	4.4	117.0	0.6	195
4.4	4.6	121.0	1.07	113
4.6	4.8	86.0	1.73	50
4.8	5.0	74.0	2.2	34
5.0	5.2	56.0	2.2	25
5.2	5.4	47.0	1.87	25
5.4	5.6	30.0	2.47	12
5.6	5.8	26.0	2.07	13
5.8	6.0	29.0	2.0	15
6.0	6.2	41.0	3.4	12

6.2

6.4

70.0

2.8

25

Resistenza alla punta [Kg/cmq]**STRATIGRAFIA**

Immagine	Valore	Descrizione
	- 0.0	Argilla organica e argilla
	- 1.8	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 3.4	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi
	- 3.6	Sabbia, sabbia argillosa, sabbia ghiaiosa
	- 4.6	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi
	- 5.0	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 5.4	Argilla organica e argilla
	- 6.2	Argilla limosa, argilla sabbiosa
	- 6.6	Sabbia, sabbia argillosa, sabbia ghiaiosa
	- 6.8	Limi, limi sabbiosi, limi argilloso sabbiosi
FINE	- 7.0	