



REGIONE ABRUZZO

PROVINCIA DI PESCARA

COMUNE DI PESCARA



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

RELAZIONE SISMICA

**Verifica di compatibilità ai sensi dell'art. 89
del D.P.R. 380/2001**



"Lavori di ristrutturazione e ampliamento volti al recupero del fabbricato ex scuola Muzii di Via Saffi, ad uso del conservatorio L. D'Annunzio di Viale Bovio - Viale Muzii"

COMMITTENTE		PROGETTISTA
Comune di Pescara		
REV.	DATA	GEOLOGO
0	22/01/2019	
		Dott. Geol. Michele Aureli

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Sommario

1.	PREMESSA	3
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TOPOGRAFICO	5
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	7
4.	INQUADRAMENTO TETTONICO, PERICOLOSITA' E CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	13
5.	P.A.I. e P.S.D.A.	19
6.	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO.....	22
7.	MODELLAZIONE GEOLOGICO TECNICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	24
8.	VERIFICA A LIQUEFAZIONE	28
9.	DATI GEOFISICI e AZIONE SISMICA	31
9.1	INDAGINE SISMICA MASW – M1	31
10.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	33
11.	BIBLIOGRAFIA	35

ALLEGATI:

- ❖ ALL. 1 – **QUADERNO TECNICO DELLE INDAGINI**
- ❖ ALL. 2 – **VERIFICA LIQUEFAZIONE DEL SITO**
- ❖ ALL. 3 – **UBICAZIONE INDAGINI - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - MODELLO GEOLOGICO TECNICO - PARAMETRI SISMICI**
- ❖ ALL. 4 – **STRALCIO NUOVA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ ADOTTATA (ELABORATO N. 7.2.07.PE.01_VAR)**
- ❖ ALL. 5 – **CERTIFICATI DI LABORATORIO**

RELAZIONE SISMICA

Sommario

1	PREMESSA	97
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	97
3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO	97
3.1	Valutazione 'pericolosità sismica'	97
3.2	Valutazione del parametro Tempo di ritorno - Tr	98
3.3	Probabilità di superamento dello stato limite richiesto	99
3.4	Definizione della terna di valori a_g , F_0 , T^*_c	99
3.5	Effetto della risposta sismica locale.....	99
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE.....	100
5	SPETTRI DI PROGETTO.....	100

1. PREMESSA

Il presente lavoro è stato redatto su incarico del **Comune di Pescara**, al fine di definire le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche per il sito ubicato nel comune di **Pescara (PE)**, per il progetto dal titolo: *“Lavori di ristrutturazione e ampliamento volti al recupero del fabbricato ex scuola Muzii di Via Saffi, ad uso del conservatorio L. D'Annunzio di Viale Bovio-Viale Muzii”*.

Lo studio ha comportato una ricerca bibliografica e cartografica preliminare, al fine di inquadrare l'area nel suo contesto geografico e geologico, nonché di acquisire informazioni utili allo scopo del lavoro.

La prima fase del lavoro è consistita in un accurato rilevamento geologico e geomorfologico che ha permesso di definire le principali caratteristiche del sito in oggetto. Così come previsto dalle disposizioni nazionali in materia di normativa tecnica per le costruzioni e di classificazione sismica del territorio (NTC 2018 – D.M. 17/01/2018), allo scopo di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area è stata osservata la seguente metodologia di indagine:

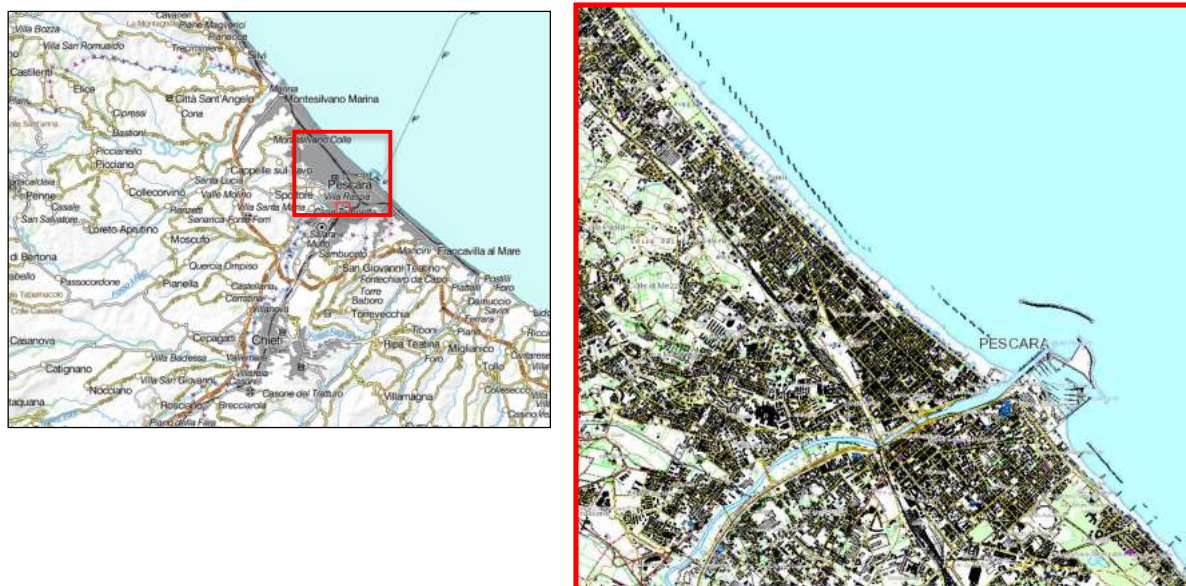
<i>TIPOLOGIA DI INDAGINE</i>	<i>OBIETTIVO</i>	<i>DATA</i>	<i>QUANTITA'</i>	<i>PROFONDITA' LUNGHEZZA</i>
Prova Penetrometrica di tipo DPSH	Ricostruzione rapporti stratigrafici, caratterizzazione geotecnica indiretta dei terreni	20/12/2018	N°2	DPSH1 –12,20 m DPSH2 –12,20 m
Prelievo di campione indisturbato	Caratterizzazione geotecnica del sito	20/12/2018	N°2	C1 – da 1,50 a 2,00 m C2 – da 14,5 a 15,0 m
Sismica di superficie tipo MASW	Caratterizzazione del parametro VsEq per la categoria di suolo (D.M. 17-01-18)	21/12/2018	N°1	M1 – 48 m
Sondaggio Geotecnico a c.c.	Ricostruzione rapporti stratigrafici	20/12/2018	N°1	S1 – 20 m
Prove Penetrometriche dinamiche in foro - SPT	Caratterizzazione geotecnica del sito	20/12/2018	N°2	SPT1 – 11,55 m SPT2 – 15,00 m
Sismica Passiva HVSR	Caratterizzazione della frequenza caratteristica del sito (D.M. 17-01-18)	21/12/2018	N°1	HVSR1 – 30 min

Tab. 1 – Indagini Geotecniche e Geofisiche eseguite

I dati raccolti sono stati ritenuti sufficienti per la caratterizzazione geologica del sito e nel definire un appropriato modello geologico del sottosuolo.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TOPOGRAFICO

Dal punto di vista cartografico il territorio in esame è compreso nei fogli 351 E in scala 1:25000 ed a grande scala nel foglio 351101 della serie CTR Abruzzo 1:5000.



Cartografia ufficiale			
Foglio n°	Scala	Nome	Anno
351101	1:5000	-	2005
351 E	1:25000	-	1955
351	1:50000	PESCARA	2010
141	1:100000	PESCARA	-

Figura 1. Stralcio del DEM Italia; nel riquadro l'area di indagine (www.igmi.org)

Il sito si sviluppa nella parte NW del centro abitato di **Pescara**, in sinistra idrografica dell'omonimo fiume, ad una quota di 4 m s.l.m. (Fig. 2). L'area si trova in corrispondenza della fascia costiera adriatica, su un territorio dall'andamento pianeggiante.

Il territorio di studio, infatti, presenta una morfologia prettamente pianeggiante (Fig. 3), pertanto il sito è stato classificato nella categoria Topografica "**T1**", che comprende pendii con inclinazione $i < 15^\circ$ (NTC 2018 – D.M. 17/01/2018).

Dal punto di vista cartografico il territorio in esame è compreso nei fogli 351 E in scala 1:25000 ed a grande scala nel foglio 351101 della serie CTR Abruzzo 1:5000.



Figura 2. Stralcio Foglio CTR, scala 1:13000; nel riquadro l'area di indagine.

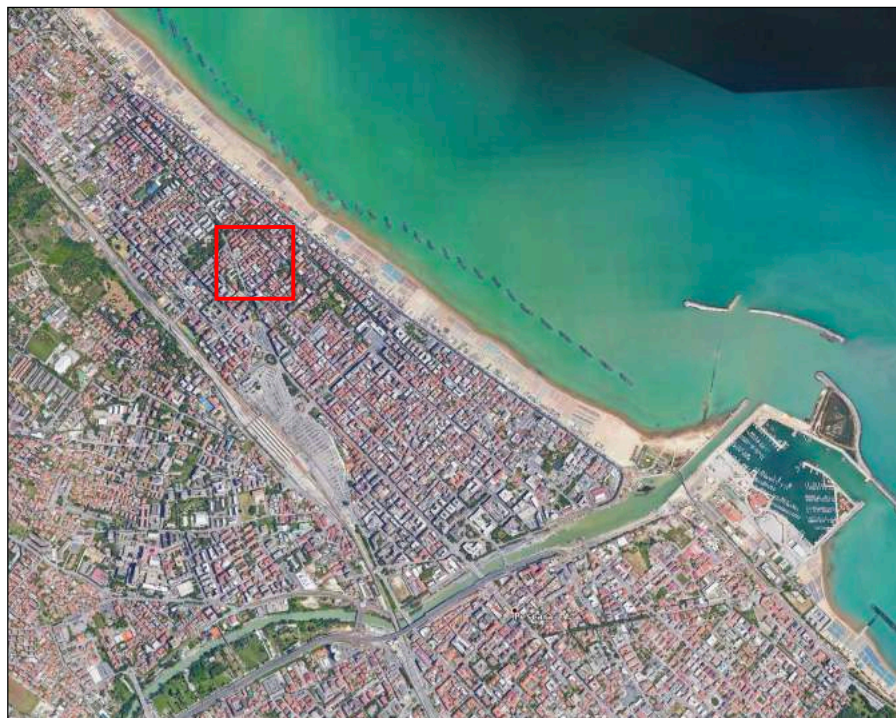
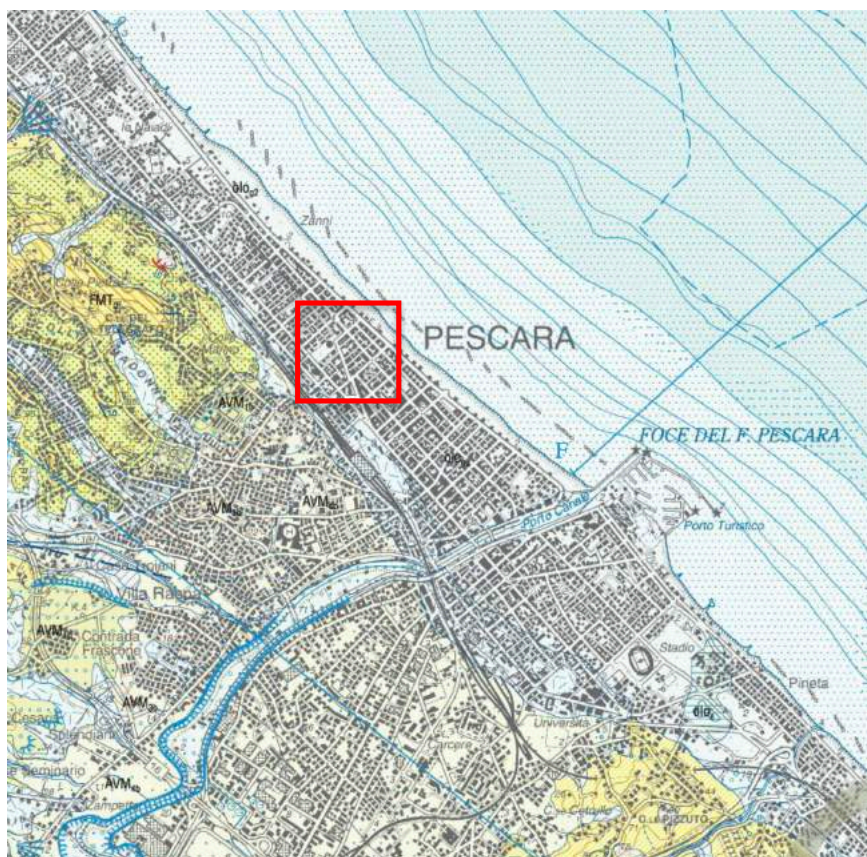


Figura 3. Ortofoto del territorio di Pescara (PE), nel riquadro l'area di indagine.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area di studio si trova nel settore orientale più esterno del settore abruzzese e dal punto di vista tettonico-paleogeografico nell'Unità tettonica denominata: Avanfossa periadriatica. Tale unità è costituita da una profonda depressione allungata parallelamente all'attuale linea di costa e, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza.



SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

DEPOSITI OLOCENICI

POSITI OLOCENICI sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi eolici, depositi lacustri e palustri, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sui sintemi pleistocenici della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Depositi di frana - Depositi poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da litotipi

prevalentemente argoso e sabbiosi o da blocchi conglomeratici e arenaci (da₁). Depositi alluvionali - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe; ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I livelli ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da ciasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligeni, da sub-angoli ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi (da₂). Colli di eluvio-colluviali - Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri a giallastri (bruno-rossicci). Sono presenti occasionalmente corredi di materiali fini e medi. Sono presenti frequentemente concrezioni calcaree, sono in assetto caotico disposti in lenti e livelli cino-stratificati conformemente ai versanti (da₃).

Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente

Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e

Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio - fine, sciolte o addensate, ghiaie con

Depositi di spiaggia - sabbie a granulometria medio - fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (olo₂₂)

Depositi antropici - Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti.

In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente

sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva (olo₁).

Figura 4- Stralcio Foglio Pescara scala 1:50000- Progetto CARG; nel riquadro l'area di interesse.

In tale fossa si sedimentarono, quindi, materiali terrigeni a grana finissima, che generarono la Formazione conosciuta in letteratura come "Argille grigio-azzurre" attribuite al Plio-Pleistocene.

I depositi affioranti fanno parte della successione silicoclastica del Pliocene superiore – Pleistocene inferiore, in concordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio – superiore. Temporalmente si collocano dopo l'ultima fase di migrazione verso l'avampaese del fronte de formativo e del depocentro torbiditico.

La fase di segmentazione del depocentro principale in depocentri minori avviene in concomitanza con la struttura costiera, databile al Pliocene inferiore terminale. Da questo momento, fino al top del Pliocene superiore, le successioni sedimentarie registrano un decremento dei tassi di subsidenza tettonica e mostrano una tendenza shallowing upward.

La successione marina, nota in letteratura come Formazione di Mutignano, rappresenta una successione marina riferibile ad ambienti che vanno dall'offshore allo shoreface, con fasi di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico. Tale successione ha inizio con la deposizione di litotipi trasgressivi e discordanti sulla Formazione della Laga, cui segue una potente successione argillosa nella quale sono intercalati, a varie stratigrafiche, corpi e/o orizzonti clastici a granulometria fine e grossolana. La sequenza si chiude con sabbie e conglomerati in facies da litorale a continentale.

La successione marina della Formazione di Mutignano, è caratterizzata da tre principali facies, l'associazione pelitico-sabbiosa (FMTa), con a luoghi corpi conglomeratici (FMTb), associazione sabbioso-pelitica (FMTc) e sabbioso- conglomeratica (FMTd).

L'associazione pelitico-sabbiosa è costituita alla base da argille grigio-azzurre con sottili livelli sabbiosi, passanti verso l'alto ad argille sabbiose grigio-avana con livelli siltosi fini grigio chiaro a laminazione incrociata con faune di acqua bassa. Al loro interno si rinvencono frequenti macrofossili quali gasteropodi e bivalvi.

L'associazione sabbioso-pelitica è costituita da un'alternanza di sabbie e sabbie siltose giallo-ocra, a variabile grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta, dal basso verso l'alto,

da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari a 1. Gli strati sabbiosi generalmente in rapporto erosivo sulle peliti, possono presentare laminazioni parallele.

L'associazione sabbioso-conglomeratica è costituita da una successione di sabbie e arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, in strati da medi a spessi, alternate a lenti e strati di ghiaie e di conglomerati. Localmente sono presenti livelli, da millimetrici a centimetrici, di peliti grigie.

Nel Quaternario, in discordanza stratigrafica con le Argille siltose grigio-azzurre, si depositarono i sedimenti del Fiume Pescara. Quest'ultimo apporto sedimentario, nel tempo è stato condizionato dalle variazioni eustatiche, le quali hanno influenzato il potere erosivo e di trasporto del fiume stesso.

La successione di episodi di erosione e di deposito da parte del corso d'acqua ha causato la formazione di morfosculture a forma di ripiano noti in letteratura come "Terrazzi fluviali".

Si tratta di antichi alvei abbandonati dal fiume in seguito ad una fase erosiva che ha provocato l'approfondimento dell'alveo stesso che, attualmente, si trova ad una quota più bassa. Il Fiume Pescara, nell'ambito del territorio indagato, presenta due Ordini di Terrazzi in sinistra idrografica (II e III Ordine) ed un'Ordine in destra idrografica (III Ordine). Tale diversità è dovuta alla paleogeografia dell'area, che vedeva l'asse vallivo spostato in destra idrografica, al bordo delle colline di Fontanelle e San Giovanni Teatino. Scorrendo, quindi, sul lato meridionale della valle, il fiume erodeva le colline alla base, provocando il disfacciamento dei Terrazzi fluviali, che aveva in precedenza formato.

Successivamente il letto del fiume si sposta sensibilmente verso nord fino ad assumere l'andamento attuale che in alcuni punti lambisce le colline plio-pleistoceniche. Tale situazione provoca un fenomeno di erosione di sponda, conseguentemente al quale, nei punti di erosione si può verificare la diminuzione dell'estensione del terrazzo o addirittura la sua scomparsa.

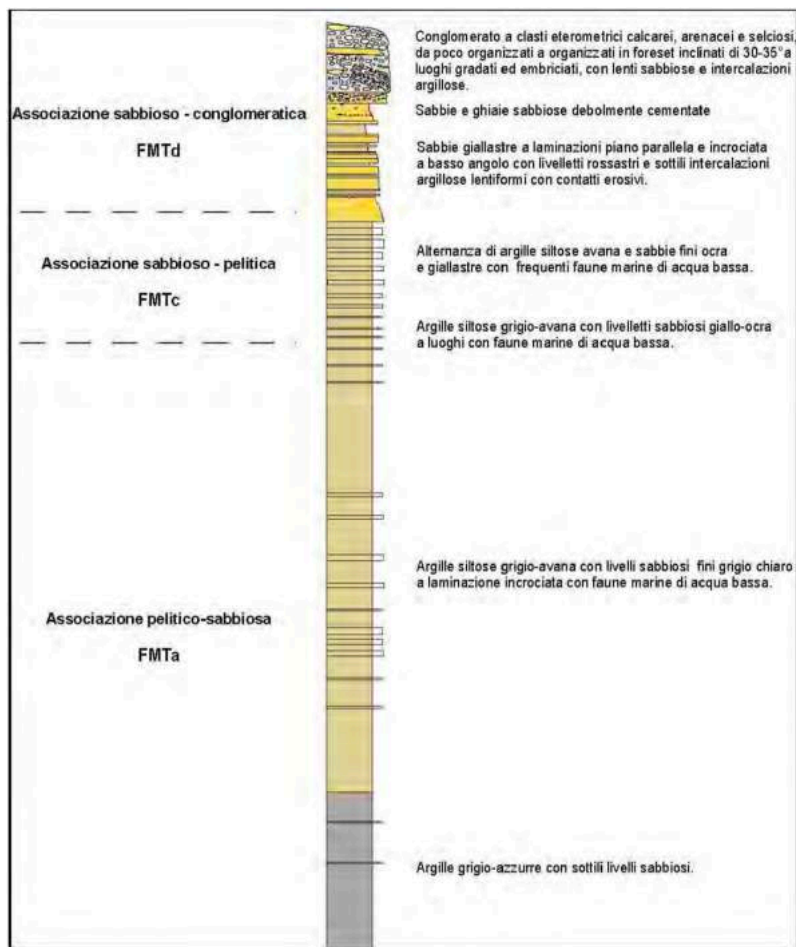
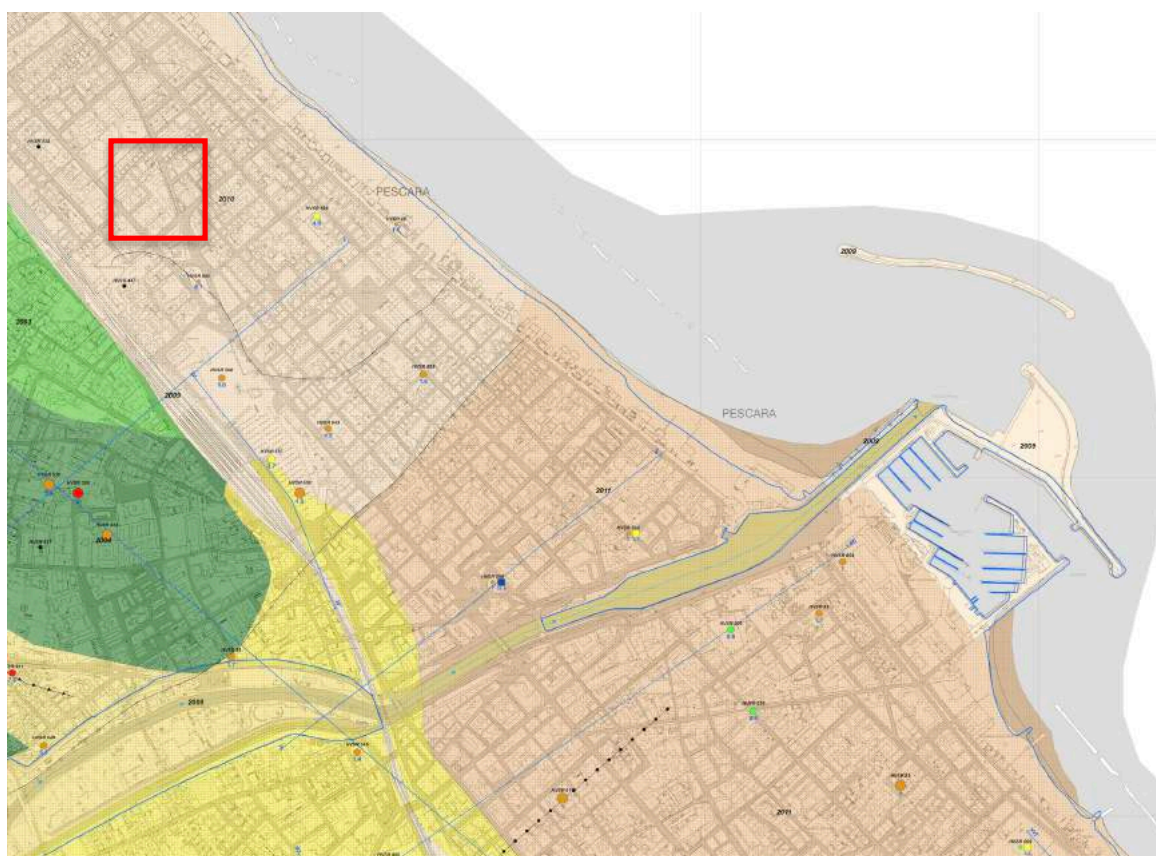


Figura 4a- Log stratigrafico della Formazione di Mutignano.

Da quanto emerge dalla carta geologica Foglio 351 "Pescara" della Carta CARG in scala 1:50.000, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi di spiaggia (**OLO g2**). Tali depositi sono costituiti da sabbie, limi e ghiaie. In particolare, nella parte superficiale, sabbie limose e limi sabbiosi di colore nocciola da poco consistenti a sciolti. Più in profondità sabbia da media a grossolana talore debolmente limosa, addensata, con clasti ghiaiosi. Ancora più in profondità livelli di ghiaia da fine a media in matrice sabbioso limosa addensata con ciottoli prevalentemente di natura calcarea, spesso a contatto col substrato.

Quest'ultimo, nella zona di interesse, è formato da argilla limosa grigio azzurra da consistente a molto consistente con livelli centimetri limoso-sabbiosi. Al contatto erosivo con l'orizzonte ghiaioso soprastante acquifero si presenta alterata per circa 4 metri. La consistenza aumenta generalmente gradualmente verso il basso.

Analizzando la cartografia geologica più recente ed a scala più di dettaglio, prodotta in occasione degli studi di **Microzonazione Sismica Livello I del Comune di Pescara** (Carta delle MOPS), il sito oggetto viene rilevato in **zona stabile suscettibile di amplificazioni locale, Zona 10**, caratterizzata da depositi di sabbioso-limosi, sabbioso argillose con lenti ghiaiose, per uno spessore variabile di circa 5 e 30 m, che poggiano sul substrato coesivo formato da argille grigio azzurre.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

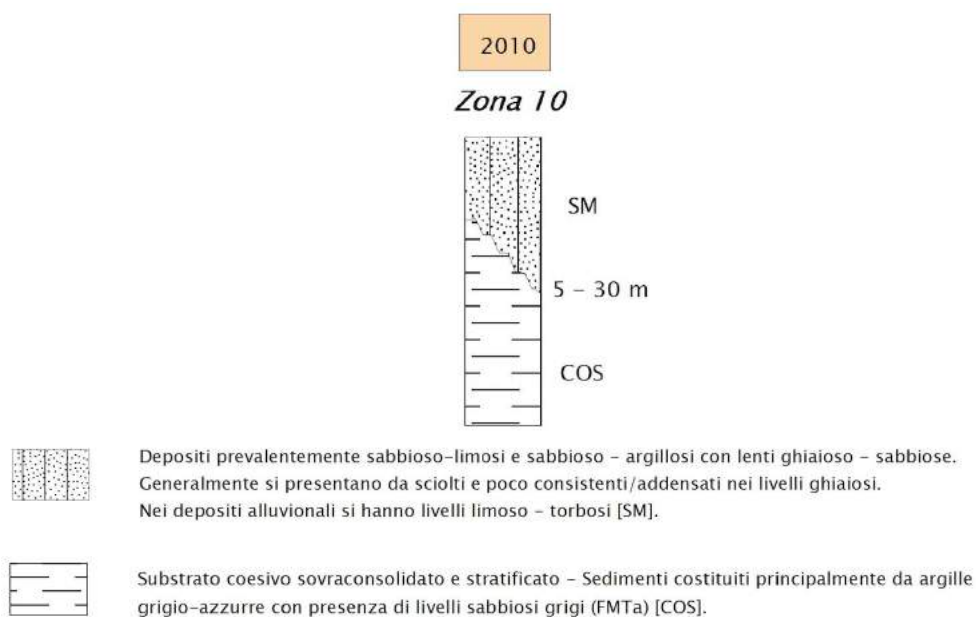


Figura 5b. Stralcio Carta delle MOPS – MZS Pescara, nel riquadro l'area di studio.

4. INQUADRAMENTO TETTONICO, PERICOLOSITA' E CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'Appennino centrale è una catena montuosa costituita da una serie di sovrascorrimenti Adriatico vergenti, che rappresentano il risultato della tettonica compressiva di età miopliocenica.

Il fronte della tettonica compressiva è progressivamente migrato verso E dislocando ed impilando falde di ricoprimento; queste ultime sono costituite dalle successioni carbonatiche marine meso-cenozoiche che interessano unità terrigene neogeniche di avanfossa progressivamente più giovani.

Con l'evolversi progressivo della catena si sviluppano anche nel settore abruzzese bacini sedimentari marini a forte subsidenza che ospitano forti spessori di materiali terrigeni, noti come "Avanfosse" impostatesi durante le fasi tettoniche precedenti e in continua evoluzione; le variazioni morfologiche delle avanfosse condizionano in maniera sostanziale lo scorrimento dei flussi torbiditici e la geometria degli apparati deposizionali.

Nell'avanfossa del Dominio Abruzzese si sviluppano depressioni limitate bordate da alti strutturali e trasversali. In tali bacinisi depongono dapprima poche decine di metri di sedimenti marnosi emipelagici a testimonianza dell'iniziale fase di flessurazione del settore più interno dell'avampese; solo successivamente questi bacini ridotti ospitano la sedimentazione di migliaia di metri di depositi terrigeni sintettonici (torbiditi silicoclastiche). Gli effetti della tettonica sinsedimentaria sono evidenziati dalla genesi di nuove faglie distensive. La migrazione della compressione verso l'avampese coinvolge progressivamente le avanfosse più interne, inglobandole nella catena a pieghe e sovrascorrimenti e sviluppando talora, bacini satelliti controllati dall'attività tettonica.

L'evoluzione plio-pleistocenica della fascia pedemontana abruzzese è stata, quindi, condizionata dalla fase finale della migrazione dell'orogenesi e successivamente da effetti concomitanti di alcuni fattori, quali: un generale sollevamento regionale con progressivo basculamento verso E del settore più orientale, una tettonica sinsedimentaria tardo e post- orogena, e le variazioni climatiche ed eustatiche.

A partire dal Pliocene medio, l'evoluzione morfotettonica della fascia periadriatica abruzzese si è sviluppata con modalità diverse nel settore occidentale e in quello orientale più esterno.

Nell'area più interna in emersione prende forma un paesaggio continentale dalla morfologia morbida con rilievi poco accentuati i cui resti sono presenti solo in limitati lembi preservati dalla tettonica e dalla morfogenesi glaciale. Tra il Pliocene medio ed il Pleistocene basale si formano una serie di superfici subpianeggianti disposte in vari ordini ad altitudine decrescente a formare terrazzi orografici (superfici relitte). A queste fasi erosionali si alternano fasi deposizionali: su alcune superfici relitte poggiano depositi continentali caratterizzati da facies diverse e eteropici appartenenti a diverse unità stratigrafiche a limiti in conformi (supersintemi e sintemi).

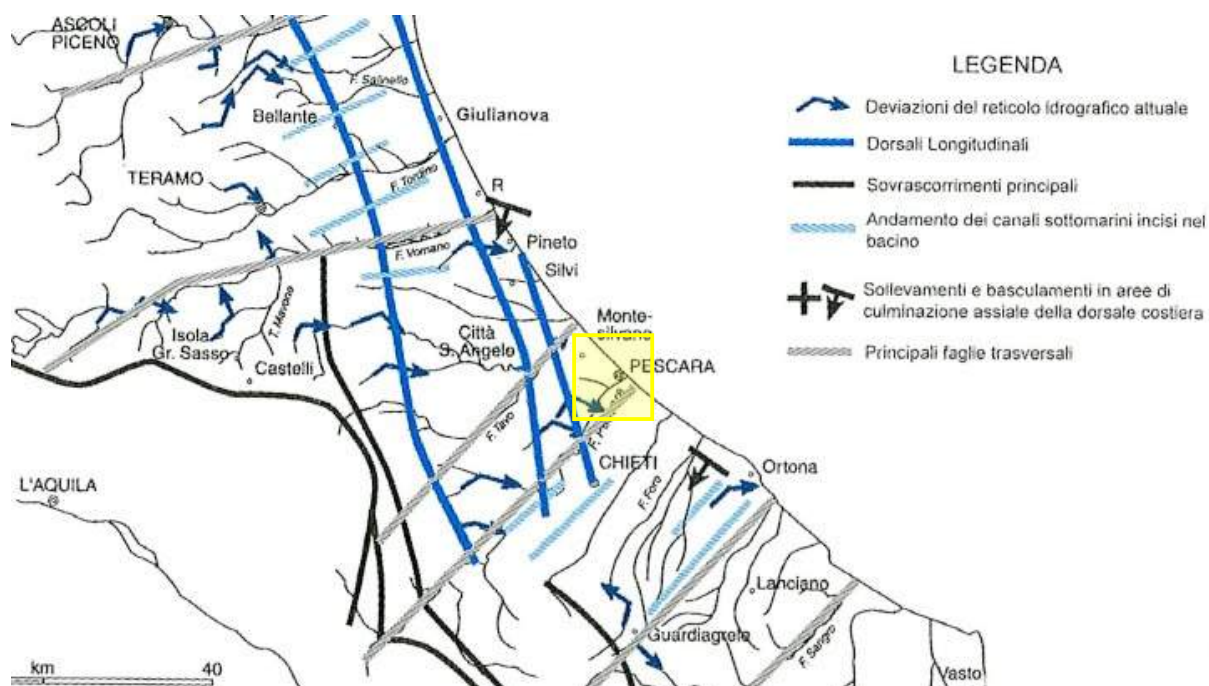


Figura 6a. Schema delle principali faglie e strutture tettoniche della fascia periadriatica; in giallo l'area di studio.

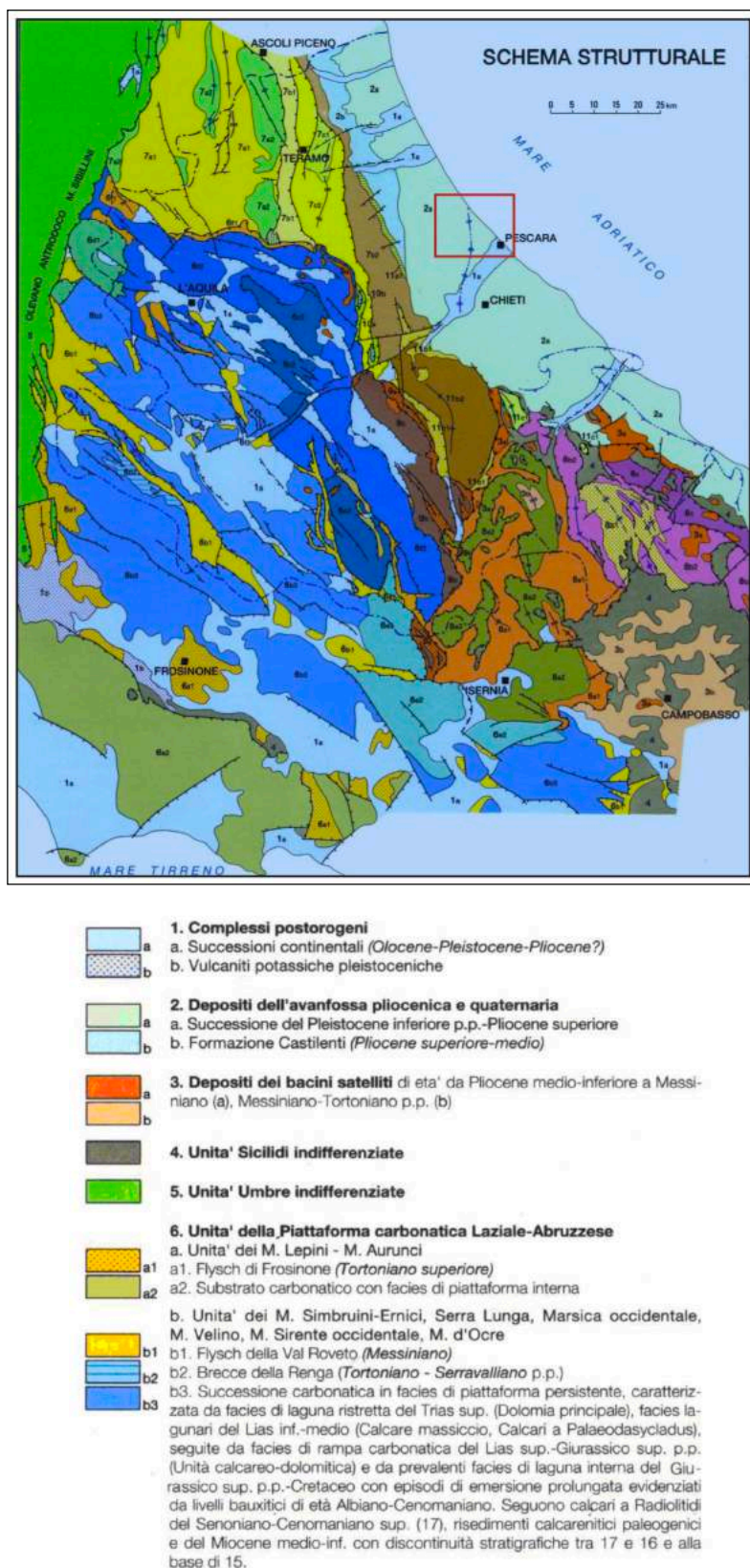


Figura 6b. Schema strutturale (da Vezzani e Ghisetti); in rosso l'area di studio.

L'assetto strutturale del bacino pelagico è caratterizzato dal sovrascorrimento più esterno che realizza la sovrapposizione della Formazione della Laga sui depositi terrigeni pliocenici terrigeni della Formazione del Cellino depositi nel bacino di avanfossa infrapliocenico (Fig.6b).

Nell'area di interesse non si individuano lineamenti tettonici importanti, nè segni morfogenetici attivi.

La struttura della fascia collinare costiera ha risentito in minima parte dei movimenti tettonici per cui si presenta con una struttura tipicamente monoclinale a leggera immersione verso Est; tale struttura si evidenzia nettamente nelle forme dei rilievi che formano versanti molto più acclivi nel lato Occidentale in cui gli strati sono in leggero reggipoggio.

Per trattare i problemi tecnico-amministrativi tipici della gestione del territorio, ogni regione può definire l'appartenenza di ciascun comune o porzione di esso ad una delle quattro zone sismiche definite più avanti, sulla base del valore massimo di un parametro di pericolosità sismica valutato all'interno dell'area considerata. In particolare, il parametro di pericolosità utilizzato è l'accelerazione orizzontale massima al suolo a_g , ossia quella relativa al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10%.

Il **Comune di Pescara** è localizzato in un settore a bassa pericolosità sismica, tanto che la nuova mappa prevede per il suo bedrock (o suolo rigido con $V_s > 800$ m/s) la probabilità di superamento del 10% in 50 anni di un valore convenzionale di accelerazione massima orizzontale (a_g) variabile tra **0.100 - 0.150 g**.

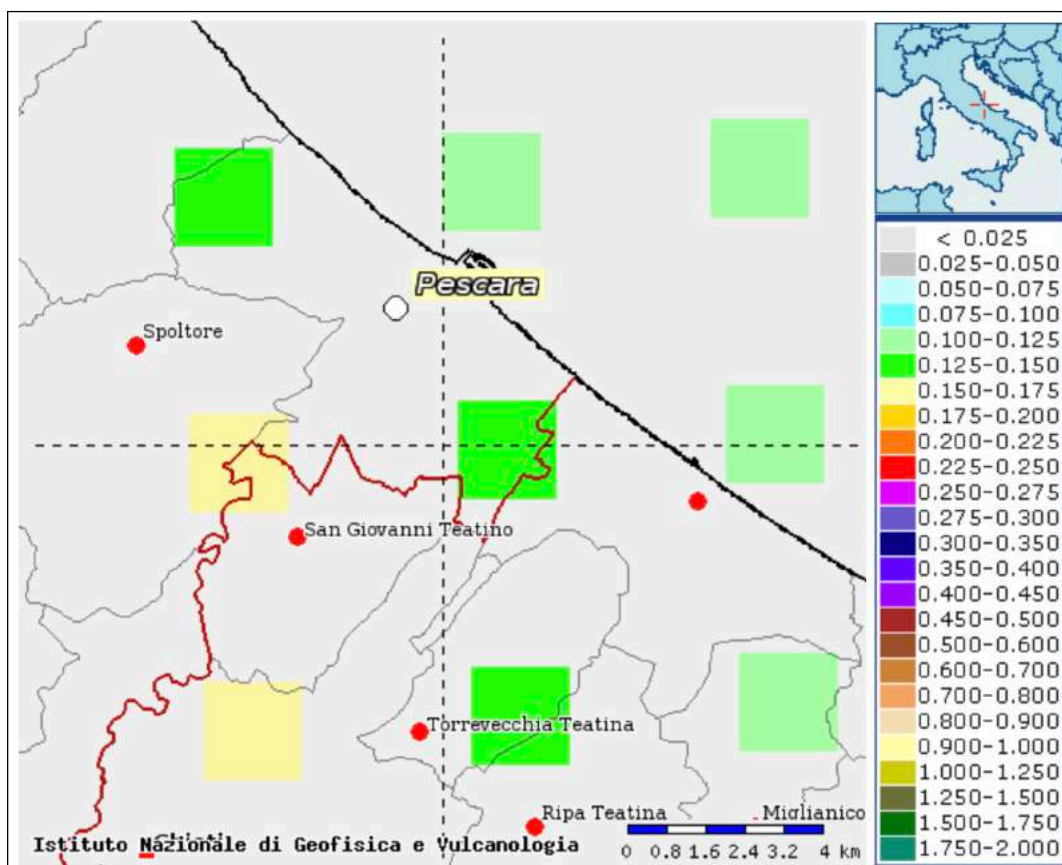


Figura 7. Ingrandimento della mappa di pericolosità sismica (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Per valutare la pericolosità sismica di un luogo è necessario innanzitutto conoscere la sua storia sismica, quindi avere una lista dei terremoti che hanno colpito la zona quanto più completa ed estesa nel tempo.

Per il Comune di **Pescara**, sono stati identificati 26 eventi dal 1873 al 2003 database macrosismico Italiano 2004, DBMI04 dell'INGV. Di seguito vengono illustrati i grafici degli eventi con i valori delle intensità sismiche (fig.8).

Conservatorio di musica "Luisa D'Annunzio"

Numero di eventi: 26

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
3	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8	5.98 ±0.16
7	1881 09 10 07:00	Abruzzo meridionale	29	8	5.59 ±0.32
3	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8	5.37 ±0.11
5-6	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
NF	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10	6.29 ±0.09
4-5	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
3	1930 10 30 07:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
5	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9	5.95 ±0.09
5	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07
F	1951 05 25 20:42	ADRIATICO	5		5.06 ±0.32
4	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	94	7	5.30 ±0.14
3	1958 06 24 06:07	L'Aquila	152	7-8	5.21 ±0.11
3	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9	6.13 ±0.10
3	1972 02 29 20:54	Adriatico meridionale	21		4.82 ±0.18
4	1972 06 14 18:55	Medio Adriatico	17		4.62 ±0.47
4	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
5	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
5	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342		5.50 ±0.09
4	1987 07 03 10:21	PORTO SAN GIORGIO	359		5.09 ±0.09
4	1992 02 18 03:30	ABRUZZO COSTIERO	73	5-6	4.27 ±0.14
5	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
4-5	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
4-5	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
NF	2003 06 01 15:45	Molise	516	5	4.50 ±0.09

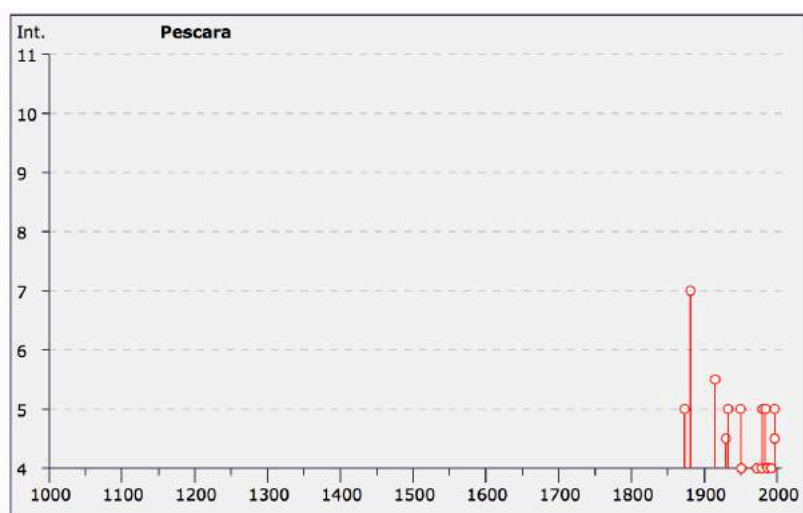


Figura 8. Grafico e eventi illustranti la storia sismica, sono riportati i valori dell'intensità sismica al sito MCS (Is), numero di osservazioni macrosismiche del terremoto(Np), l'intensità massima (Ix), la magnitudo momento CPTI04Maw(Mw), not felt (NF) (da <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>)

5. P.A.I. e P.S.D.A. (RISCHIO FRANA E RISCHIO IDRAULICO)

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino Abruzzo e Sangro, viene definito dal legislatore quale "strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato" (si veda art. 17 della L. 183/89, Legge Quadro in materia di difesa del suolo).

Dall'analisi della Carte degli scenari di rischio frana fornita dalla Autorità di Bacino si denota come **il sito non ricade in nessuna area perimetrata**.

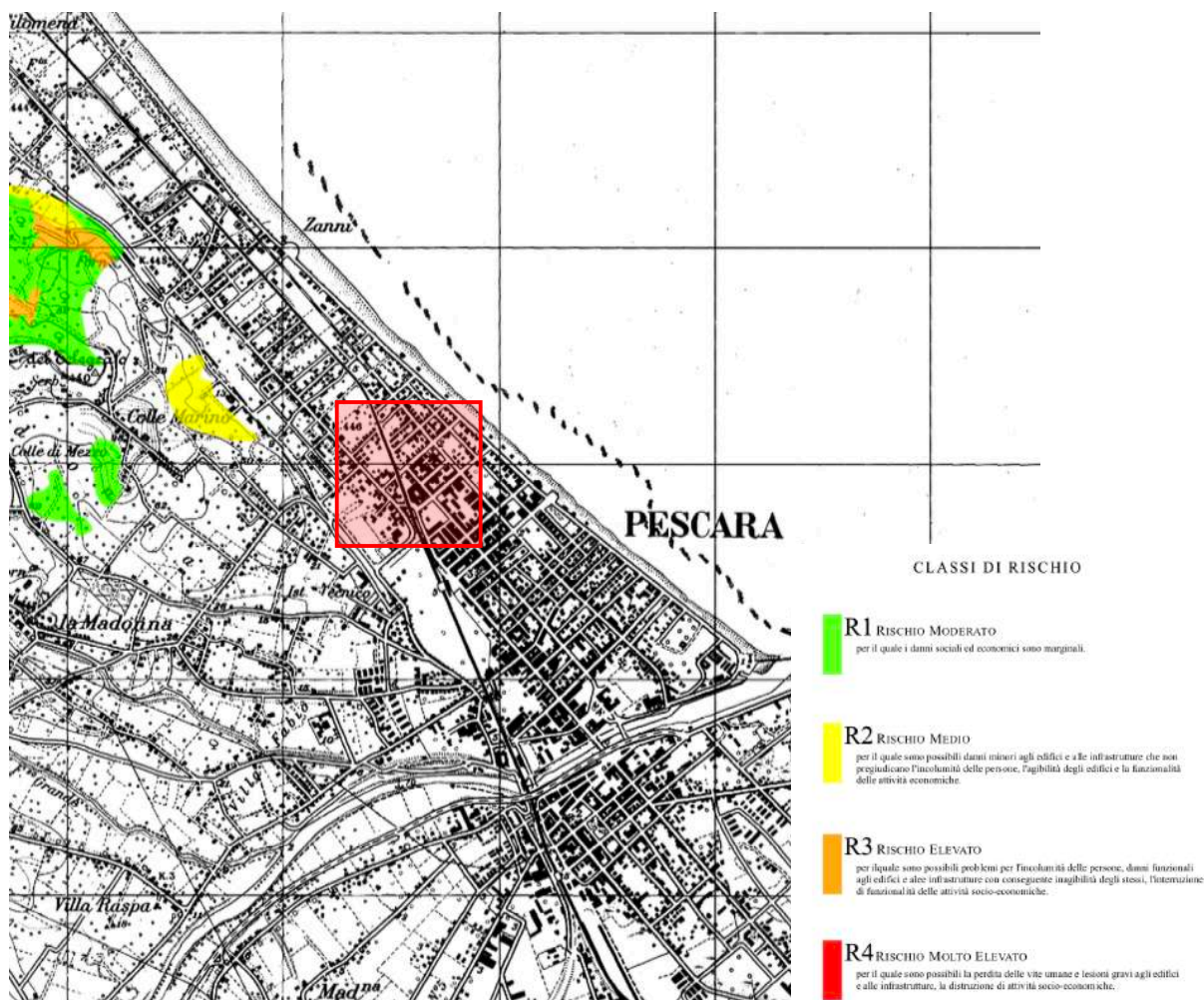


Figura 9a. Carta del rischio frana, nel riquadro l'area di studio. (Foglio 351 E, 1:25.000)

Per quanto concerne il rischio alluvioni si riporta la nuova Carta della Pericolosità Idraulica adottata (Elaborato cartografico n. 7.2.07.pe01_var). Sul BURA Ordinario n. 35 del 7 settembre 2016 è stata pubblicata la Deliberazione di Giunta Regionale n. 408 del 29 giugno 2016 con la quale vengono imposte le misure di salvaguardia nelle aree a pericolosità idraulica elevata (**P3**) e molto elevata (**P4**), così come individuate nella nuova Carta della Pericolosità Idraulica adottata (Elaborato cartografico n. 7.2.07.pe01_var), adottata in prima adozione dalla Giunta Regionale. Dopo la pubblicazione sul BURA, entro i sessanta giorni consentiti, il Comune ha formulato le proprie osservazioni, per le quali si è in attesa di riscontro da parte dell'Organo regionale competente.

Dall'analisi della carta **si nota che il sito di studio rientra solo parzialmente in area a pericolosità moderata (P1)** (Fig. 9b) (per una visione migliore della cartografia si rimanda all'All. 4). In base alle Norme di Attuazione **la tipologia di intervento sarebbe compatibile con la classe di pericolosità idraulica P1 nella versione delle norme tecniche di attuazione vigenti** (art. 22 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico- Difesa Alluvioni). **Poichè nella deliberazione n. 408 del 29/06/2016 vengono imposte le misure di salvaguardia solo per le aree di pericolosità P3 e P4 si può affermare che il sito di studio non rientra al momento in zona interessata da pericolosità idraulica.**

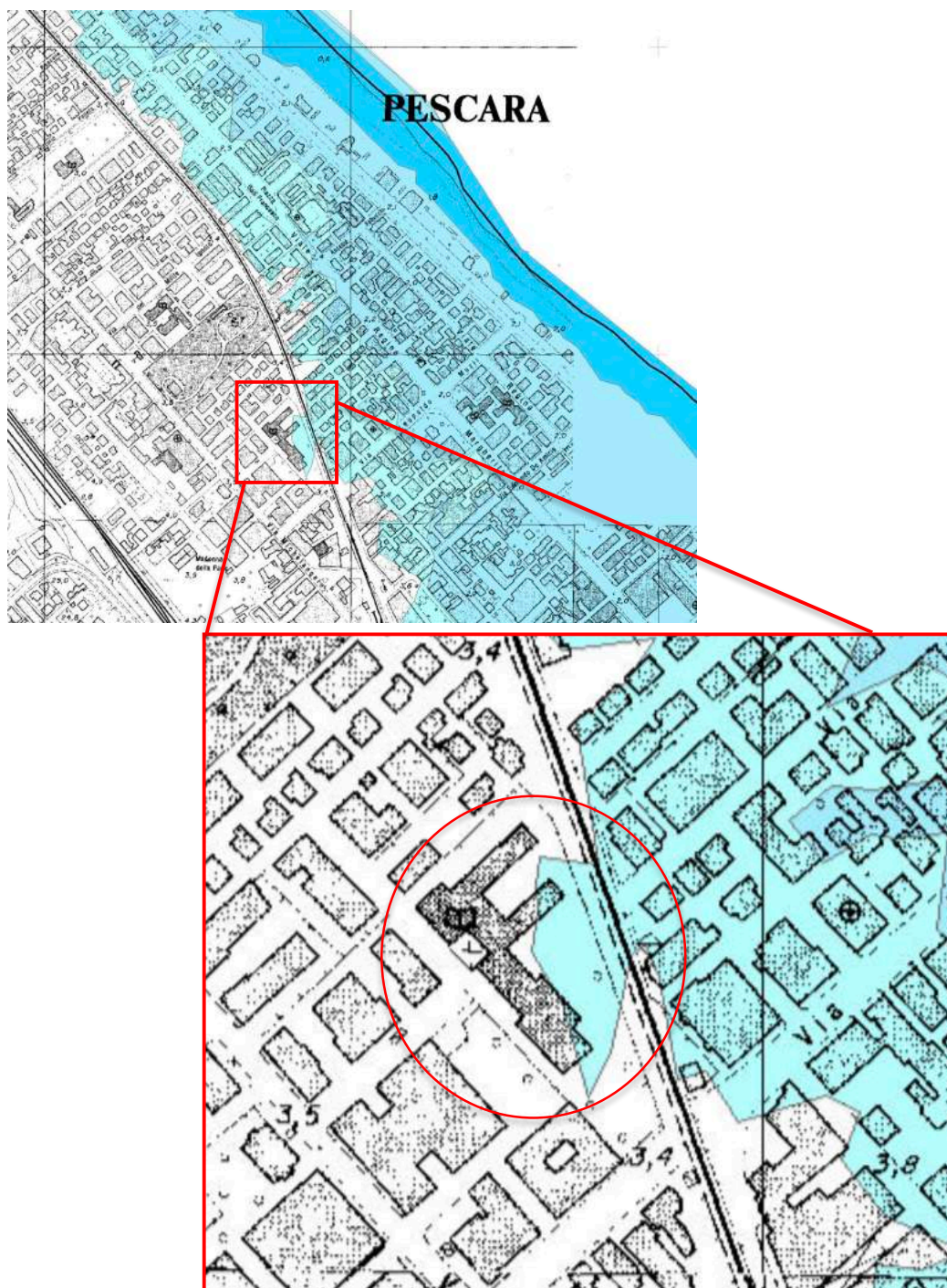


Figura 9b. Stralcio nuova Carta della Pericolosità Idraulica adottata (Elaborato cartografico n. 7.2.07.pe01_var), nel riquadro l'area di studio.

6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Le condizioni idrogeologiche di un territorio sono regolate dalle caratteristiche fisiche e meccaniche nonché dalla geologia ed assetto strutturale delle formazioni geologiche.

Poiché i terreni affioranti sono prevalentemente argillosi, ma con un alto contenuto in limo, e risultano sormontare depositi argilloso-sabbiosi organici, si creano le condizioni per la permanenza di un falda acquifera.

Infatti dalle indagini effettuate, è stata rinvenuta una falda acquifera alla profondità di circa 2,0 mt dal p.c. attuale presso il sito di Viale Bovio e di circa 3,0 mt dal p.c. nel retrostante sito in Via Raffaello.

In queste condizioni si ha formazione di piccole falde acquifere "sospese" al contatto fra gli orizzonti a prevalente componente argilloso-limosa e sabbiosa e le sottostanti formazioni argillose.

Le falde così costituite risentono in modo diretto degli apporti meteorici e delle condizioni meteoclimatiche e possono subire delle oscillazioni.

La falda è prevalentemente contenuta nei depositi alluvionali ghiaiosi e sabbiosi più recenti, ma comunque i terreni superficiali, costituiti da litologie dotate di bassa permeabilità, possono essere sede di piccole falde, in conseguenza della loro saturazione.

L'idrologia superficiale è regolata dalla presenza del fiume Pescara che funge da livello di base alla circolazione delle acque superficiali incanalate in fossi ad erosione concentrata organizzati in un reticolo ben sviluppato a vari ordini con caratteristiche che variano fra il dendritico ed il subdendritico.

Da recenti studi effettuati dall'Enea (2010) per conto della regione Abruzzo con l'obiettivo di quantificare la possibilità di innalzamento del livello del mare e, di individuarne i rimedi è emerso che data la morfologia della fascia costiera abruzzese, la suscettibilità alla sommersione è limitata a settori di spiaggia e ad alcune aree prospicienti le foci fluviali. Tenuto conto di uno scenario previsionale di minima ma più probabile ed uno di massima ma meno probabile, per i prossimi cento anni il mare abruzzese si solleverà nel primo caso di 18 cm e nel secondo caso di 59. In definitiva, le percentuali di aree a rischio, in entrambi gli scenari, oscillano tra il 25% e il 35 %.

Data la vicinanza alla linea di costa, sono possibili interazioni sotterranee tra l'acqua di falda e quella marina; infatti lungo le fasce costiere esiste il fenomeno del galleggiamento dell'acqua di falda su quella marina (relativamente più densa) che invade l'acquifero. L'equilibrio naturale tra acqua dolce ed acqua salata può essere turbato da utilizzazioni intensive ed irrazionali della falda. La forte urbanizzazione della zona può portare a sovrasfruttamenti (emungimenti superiori alle potenzialità della falda) specie nei mesi estivi, determinando un calo della superficie piezometrica con la conseguente progressiva possibilità di invasione dell'entroterra da parte dell'acqua di mare.

Si segnala la presenza di falda acquifera ad una profondità di circa 1 m dal p.c., rinvenuta grazie alle prove geotecniche effettuate.

7. MODELLAZIONE GEOLOGICO TECNICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Fondamentale, al fine di una corretta progettazione dell'opera è fornire un **Modello Geologico Tecnico**, del sito in esame (Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni - pubblicato sul Supplemento ordinario n. 42 della G.U. del 20.02.2018 - Paragrafo 6.2.1) orientato alla ricostruzione dei principali caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio in un intorno significativo del luogo d'interesse.

Il Modello Geologico Tecnico di riferimento è stato validato e supportato da indagini specifiche in funzione dell'importanza dell'opera.

La stratigrafia e le caratteristiche geologico tecniche del sito, sono state desunte dal rilevamento geologico, dal sondaggio a carotaggio continuo (**S1**), dal prelievo di campioni indisturbati, dalle prove geofisiche (**M1-HVSR1**) e dalle prove geotecniche (**DPSH-SPT**).

Le indagini hanno permesso di ricostruire le caratteristiche fisico – meccaniche delle litologie presenti al di sotto del sito e consentito lo sviluppo di un accurato **Modello Geologico Tecnico** del sottosuolo (vedi sezione Allegati).

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE UNITÀ GEOTECNICHE				
	Descrizione Unità Geotecnica	Carattere Geotecnico	Profondità (m)	Spessore massimo rilevato o desunto (m)
UNITA' GEOTECNICA 1 (UG1)	Terreno di riporto	Granulare incoerente	da 0,0 a 2 m	da 1,5 a 2,4
UNITA' GEOTECNICA 2 (UG2)	Sabbia limosa, con sottili livelli di ghiaia in profondità	Granulare incoerente	da 2 a 10,3 m	da 7 a 9
UNITA' GEOTECNICA 3 (UG3)	Argilla con limo (primi 4 m si presentano alterati)	Coesivo	da 10,3 a 20 m	9,7

NB. Per una migliore comprensione della geometria delle unità geotecniche fare riferimento all'All.1-2.

-
- **UG1 – Unità Geotecnica 1**, si caratterizza per la presenza di **Terreno di riporto**. L'unità ha carattere granulare incoerente ed è stata individuata grazie al sondaggio (S1) e alle prove geotecniche (DPSH).
 - **UG2 – Unità Geotecnica 2**, si caratterizza per la presenza di **Sabbia limosa, con sottili livelli di ghiaia in profondità**. L'unità ha carattere incoerente ed è stata individuata grazie al sondaggio (S1), al prelievo di campioni e alle prove geotecniche (DPSH-SPT).
 - **UG3 – Unità Geotecnica 3**, si caratterizza per la presenza di **Argilla con limo. I primi 4 metri si presentano alterati**. L'unità ha carattere coesivo ed è stata individuata grazie al sondaggio (S1), al prelievo di campioni e alle prove geotecniche (DPSH-SPT). La parte alterata presenta valori geotecnici leggermente più scadenti rispetto alla parte sottostante, che rappresenta il vero substrato coesivo consolidato.

Le geometrie e gli spessori delle Unità Geotecniche sopra descritte, sono state rappresentate nel **Modello Geologico Tecnico** del sottosuolo in allegato.

Sulla base dei valori ottenuti dalle prove in situ, si è proceduto alla determinazione dei valori caratteristici che, tenendo conto delle potenziali differenze tra le proprietà misurate nel corso delle prove e le proprietà del terreno che ne determinano il comportamento geotecnico, possono considerarsi rappresentativi del comportamento del terreno.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite; la stima cautelativa consiste nel 5° percentile della distribuzione della media dei valori registrati.

Per le verifiche agli SLU - Stati Limite Ultimi (SLV) deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e Rd è il valore di progetto della resistenza del terreno. Va precisato che le stime della resistenza di progetto del terreno (Rd) non sono confrontate con il valore delle azioni di progetto (Ed) che verrà direttamente fornito dal progettista. La resistenza Rd è determinata in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza del

terreno ricavati dalle prove in sito, divisi per i coefficienti parziali γ_m di seguito riportati (tab.6.2. Il NTC 2018).

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_m	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1,0	1,0

Per la definizione del peso di volume e dell'angolo di attrito è stato applicato il metodo statistico con pochi dati e varianza nota.

$$x_k = \bar{x} - 1.645 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Dove: x_k è il valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$ con barra il valore medio del campione

σ è la deviazione standard della popolazione n è la numerosità del campione

Per la coesione è stata utilizzata una varianza del 20%, mentre per gli altri parametri i valori caratteristici sono stati ricavati assegnando un coefficiente di variazione pari al 30% (COV30%) applicando il metodo statistico per ogni unità geotecnica individuata. Il valore di $G_{statico}$ è stato desunto attraverso relazioni empiriche a partire dal modulo di taglio dinamico note in bibliografia.

Per i moduli elastici si è applicato il metodo statistico a distribuzione log normale con varianza nota e diversi dati.

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}}$$

Dove: $\bar{Y}$ è il valore medio dei dati con distribuzione log normale

Z è la distribuzione normale standardizzata

t è il valore della distribuzione di student ad $n-1$ gradi di libertà

S è la deviazione standard della popolazione

n è il numero dei dati

	Parametro geotecnico	Valore nominale medio	Valore caratt. (Xk)	Metodo utilizzato	Valore di progetto (M1)	Valore di progetto (M2)
UNITA' GEOTECNICA 1	Ang. di attrito (°)	21,9	20,7	COV=5%	20,7	16,56
	Peso di Volume (t/m ³)	1,75	1,65	COV=5%	1,65	1,65
	Mod. Edometrico (kg/cm ²)	41,1	28,8	COV=30%		
	Mod. di Young (kg/cm ²)	26,8	18,8	COV=30%		
	Mod. di Poisson	0,34				
	Mod. di deform. al taglio Gstatico (kg/cm ²)	10,0	5,9	COV=30%		

	Parametro geotecnico	Valore nominale medio	Valore caratt. (Xk)	Metodo utilizzato	Valore di progetto (M1)	Valore di progetto (M2)
UNITA' GEOTECNICA 2	Ang. di attrito (°)	25,4	24,2	COV=5%	24,2	19,36
	Peso di Volume (t/m ³)	1,93	1,81	COV=5%	1,81	1,81
	Coesione efficace C' (kg/cm ²)	0,07	0,05	COV=20%	0,05	0,04
	Mod. Edometrico (kg/cm ²)	75,1	56,2	COV=30%		
	Mod. di Young (kg/cm ²)	53,4	40,0	COV=30%		
	Mod. di Poisson	0,32				
	Mod. di deform. al taglio Gstatico (kg/cm ²)	18,2	12,2	COV=30%		

	Parametro geotecnico	Valore nominale medio	Valore caratt. (Xk)	Metodo utilizzato	Valore di progetto (M1)	Valore di progetto (M2)
UNITA' GEOTECNICA 3	Ang. di attrito (°)	23,9	22,8	COV=5%	22,8	18,5
	Peso di Volume (t/m ³)	2,11	2,01	COV=5%	2,01	2,01
	Coesione non drenata Cu (kg/cm ²)	1,86	1,56	COV=20%	1,56	1,12
	Coesione efficace C' (kg/cm ²)	0,88	0,59	COV=20%	0,59	0,39
	Mod. Edometrico (kg/cm ²)	130,9	107,1	COV=30%		
	Mod. di Young (kg/cm ²)	97,6	79,7	COV=30%		
	Mod. di Poisson	0,31				
	Mod. di deform. al taglio Gstatico (kg/cm ²)	36,1	29,8	COV=30%		

8. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

L'area di studio deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Secondo quanto prescritto nelle NTC18, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesta almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di *campo libero*) minori a 0.1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, per piano campagna inteso sub-orizzontale e con strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $N_{1,60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Vista la presenza di acqua ad una profondità di circa 1 m dal p.c. si è decisi di procedere con una verifica a liquefazione del sito.

Le metodologie adottate si basano sui dati raccolti nel corso della campagna geognostica, attraverso il sondaggio, la prova DPSH, l'indagine sismica MASW e la raccolta di campioni indisturbati, elaborati con apposito software *Liquiter* di Geostru.

8.1 Verifica a liquefazione secondo Andrus & Stokoe (1998)

La verifica secondo il metodo di Andrus e Stokoe è basata sulle misure provenienti da prove sismiche.

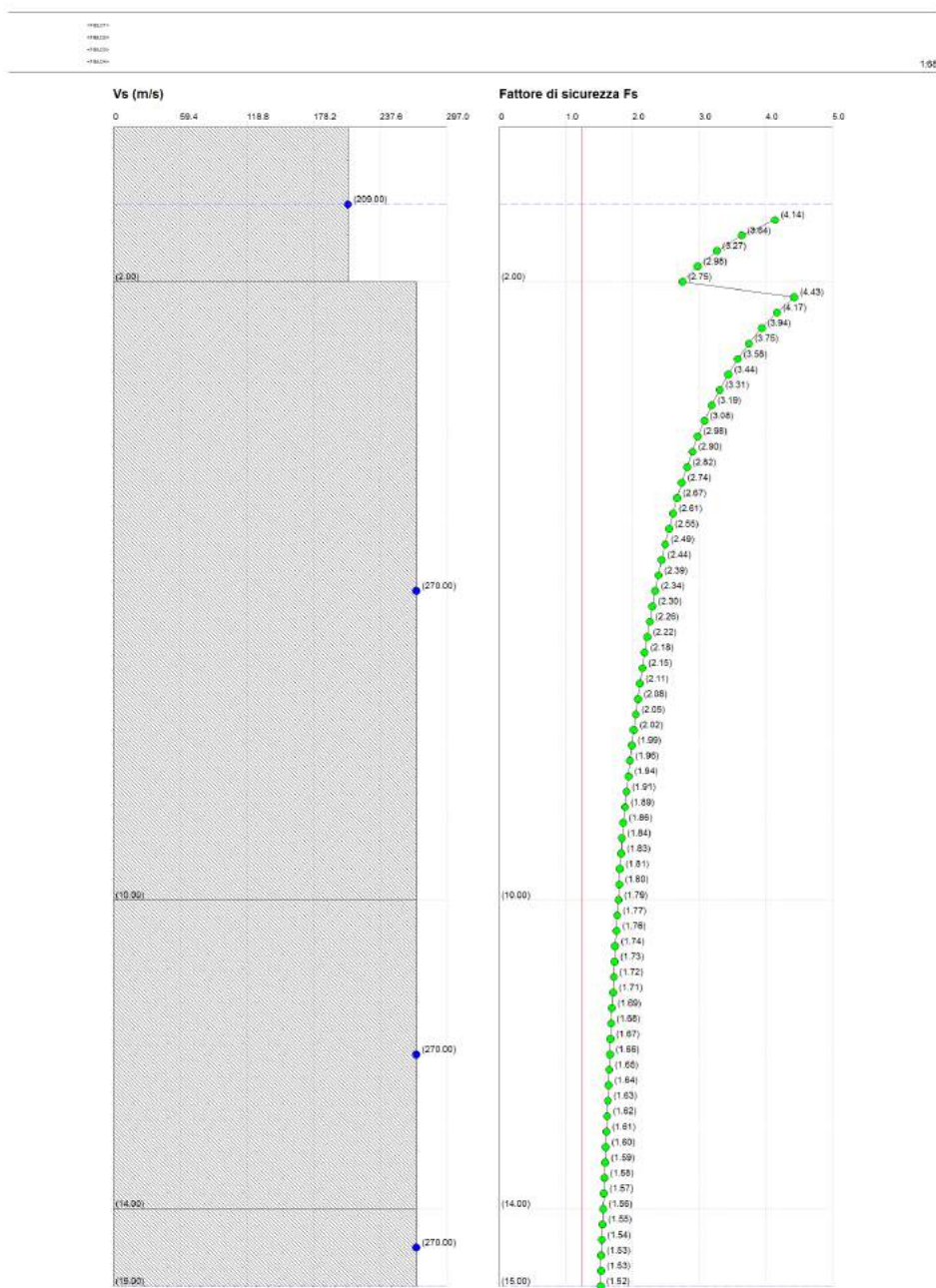


Figura 10. Verifica a liquefazione secondo Andrus & Stokoe (1998). La Linea rossa verticale indica il fattore di sicurezza F_s .

La verifica a liquefazione è stata effettuata supponendo una magnitudo pari a 5.5, valore medio più probabile, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, così come considerato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

La curva calcolata è distante dalla verticale che indica il fattore di sicurezza F_s (1.25), e l'indice di liquefazione è risultato pari a zero (vedi All. 2 Verifica a Liquefazione).

Nel caso in esame, prendendo in riferimento le caratteristiche intrinseche dei materiali investigati e vista la verifica a liquefazione effettuata, è possibile affermare che il sito non è suscettibile di liquefazione.

9. DATI GEOFISICI e AZIONE SISMICA

E' stata svolta una campagna d'indagini geofisiche atta ad ottenere il parametro fisico VsEq, utile per inquadrare la categoria di suolo (Norme Tecniche sulle costruzioni NTC 2018 - D.M. 17/01/2018) oltre che a definire dal punto di vista sismostratigrafico l'area.

In particolare si è stata eseguita un'indagine di sismica superficiale tipo MASW ed è stato definito il parametro fisico Vs30, visto il non raggiungimento del substrato sismico.

9.1 INDAGINE SISMICA MASW – M1

Dall'indagine sismica M1, realizzata sul sito in oggetto, con lunghezza di **48 m**, è stato sintetizzato il profilo di velocità delle onde S in cui si osserva un incremento delle velocità sismiche fino alla profondità di -30 m (**All.1-3**):

- **- 2 m dal p.c.**, si riscontra una velocità Vs di **209 m/s**;
- **- 30 m dal p.c.**, un aumento delle Vs, passando a **270 m/s**;

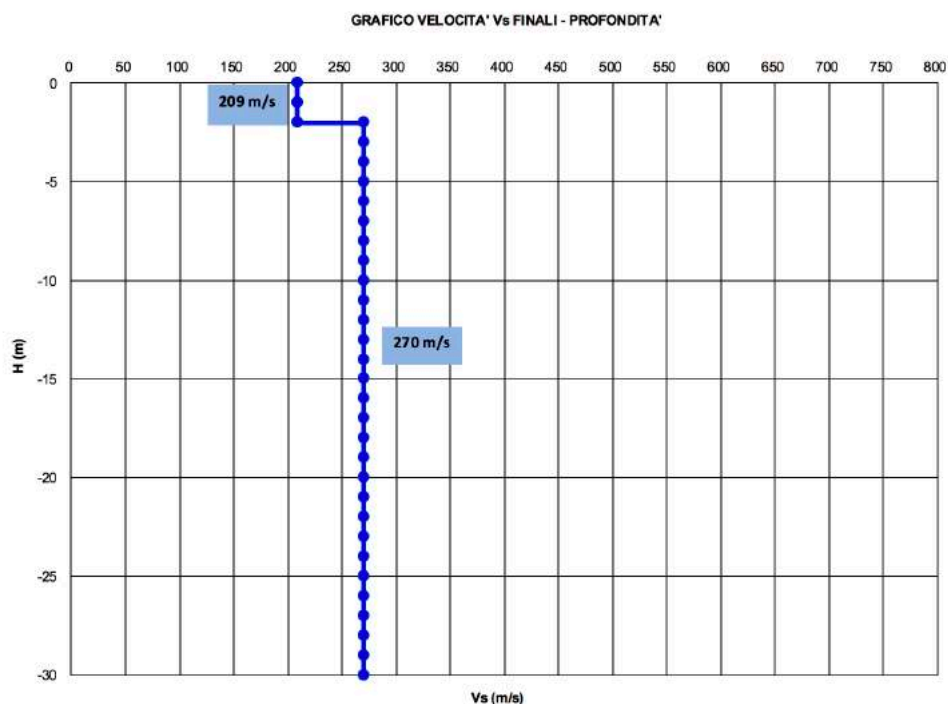


Figura 12. Profilo di Velocità ottenuto con la metodologia MASW – M1.

Dall'analisi del profilo di velocità V_s , acquisito fino a 30 m dal p.c. con la prova **M1**, è stato calcolato il parametro **$V_{sEq}(30) = 265 \text{ m/s}$** (Fig.12).

In riferimento alla nuova normativa (NTC 2018 – D.M. 17 gennaio 2018) e in base alle indagini effettuate e ai dati a disposizione del sito in esame, si assegna al suolo di fondazione la categoria **C**: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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.*

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente lavoro è stato redatto su incarico del **Comune di Pescara**, al fine di definire le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche per il sito ubicato nel comune di **Pescara (PE)**, per il progetto dal titolo: *"Lavori di ristrutturazione e ampliamento volti al recupero del fabbricato ex scuola Muzii di Via Saffi, ad uso del conservatorio L. D'Annunzio di Viale Bovio-Viale Muzii"*.

- In base al rilievo geomorfologico eseguito e dall'osservazione delle Carta Topografica l'area è stata classificata nella **categoria Topografica "T1"** in quanto il sito si trova su un'area con inclinazione '*i*' al disotto dei 15° (NTC 2018 – D.M. 17/01/2018).
- Analizzando la cartografia geologica ufficiale più recente ed a scala di dettaglio, **Foglio 351 "Pescara"** della Carta CARG in scala 1:50.000, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi di spiaggia (**OLO g2**).
- Nella cartografia più recente prodotta in occasione della **microzonazione sismica di Livello I (carta delle MOPS)** il sito si colloca sulla **Zona 10**, zona suscettibile di amplificazioni locali, caratterizzata da depositi prevalentemente sabbioso limosi e sabbioso argillosi che poggiano su substrato coesivo argilloso (Fig.5).
- Dall'analisi della Carta degli scenari di rischio frana fornita dalla Autorità di Bacino Abruzzo e Sangro si denota come **il sito non ricade in nessuna zona a rischio**.
- Dall'analisi della carta **si nota che il sito di studio rientra solo parzialmente in area a pericolosità moderata (P1)**. In base alle Norme di Attuazione **la tipologia di intervento sarebbe compatibile con la classe di pericolosità idraulica P1 nella versione delle norme tecniche di attuazione vigenti (art. 22 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico- Difesa Alluvioni)**. **Poichè nella deliberazione n. 408 del 29/06/2016 vengono imposte le misure di salvaguardia solo per le aree di pericolosità P3 e P4 si può affermare che il sito di studio non rientra al momento in zona interessata da pericolosità idraulica.**
- E' da rilevare come per l'area di studio, **la falda acquifera viene rilevata ad una profondità di 1 m dal p.c..**

-
- Tenuto conto delle caratteristiche stratigrafiche proprie del sito, dei valori geologici e geotecnici dei materiali presenti e della verifica a liquefazione effettuata, è possibile affermare che **il sito non è suscettibile di liquefazione**.
 - Il sito è stato analizzato attraverso il *Modello Geologico Tecnico* in scala di dettaglio, che restituisce l'assetto litostratigrafico locale; il terreno di fondazione è stato suddiviso dal punto di vista geotecnico in **n°3 Unità Geotecniche**, in base alle indagini eseguite:
 - **UNITÀ GEOTECNICA 1 – Terreno di riporto;**
 - **UNITÀ GEOTECNICA 2 – Sabbia limosa, con sottili livelli di ghiaia in profondità;**
 - **UNITÀ GEOTECNICA 3 – Argilla con limo (i primi 4 metri si presentano alterati).**

Le caratteristiche geotecniche delle unità riconosciute e la descrizione delle stesse sono riportate nel Paragrafo 7 della relazione.

- Dal punto di vista sismico, è stato calcolato il parametro ***VsEq(30)*** con la prova sismica M1 è risultato essere pari a **265 m/s**. Pertanto il sito è classificato come **categoria di sottosuolo C** (NTC 2018 – D.M. 17/01/2018).
- In relazione alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni individuati, la struttura non dovrà interferire con la circolazione idrica, sia superficiale che profonda; è consigliabile prevedere la raccolta delle acque percolanti e il loro allontanamento, unitamente a quelle di gronda, al sistema fognario o in direzione del più vicino canale affinché nei terreni di fondazione le caratteristiche geologico-tecniche non subiscano decadimenti nel tempo.

Gioia dei Marsi (AQ)

Gennaio 2019

Il Geologo

Dott. Michele Aureli

11. BIBLIOGRAFIA

- Bosi C. & Messina P. (1991) – Ipotesi di correlazione fra successioni morfo-litostratigrafiche plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese. Studi Geologici Camerti, vol. spec. (1991/2), CROP 11, 257-263.
- Pietromartire E. (2017) – Lavori di completamento per la realizzazione del DSB "Pescara Sud" con annesso UCCP. Relazione geologica e modellazione sismica.
- Gruppo di Lavoro MS (2008) – Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Conferenza delle Regioni e delle Provincie autonome, Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Cd-rom.
- Lavecchia G. et al. (2006) - Carta degli allineamenti di faglie quaternarie ovest-immidenti rilevanti dal punto di vista sismogenetico (area intra-appenninica umbro-marchigiano-abruzzese) (http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/P512/UR_UNICH_lav.html)
- Messina P., Moro M. & Speranza F. (2001) – Primi risultati di stratigrafia magnetica su alcune formazioni continentali dell'alta Valle dell'Aterno (Italia centrale). Il Quaternario, 14(2), 167-172.
- NTC (2018) - Norme Tecniche per le Costruzioni. DM 17 gennaio 2018, Gazzetta Ufficiale, n. 8 del 20 febbraio 2018, Supplemento Ordinario n. 30, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma (www.cslp.it).
- Scurti E. (2015) – Microzonazione sismica Livello 1. Relazione illustrativa. Comune di Pescara
- Vezzani L. & Ghisetti F. (1998) - Carta geologica dell'Abruzzo, Scala 1:100.000, S.El.Ca., Firenze.

ALLEGATI

- ❖ ALL. 1 QUADERNO TECNICO DELLE INDAGINI
- ❖ ALL. 2 VERIFICA A LIQUEFAZIONE DEL SITO
- ❖ ALL. 3 UBICAZIONE INDAGINI – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - MODELLO GEOLOGICO TECNICO – PARAMETRI SISMICA
- ❖ ALL. 4 STRALCIO NUOVA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ ADOTTATA (ELABORATO N. 7.2.07.PE.01_VAR)
- ❖ ALL. 5 CERTIFICATI DI LABORATORIO

QUADERNO TECNICO DELLE INDAGINI

Sommario

1. PREMESSA	39
2. PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE – DPSH	40
2.1 ELABORAZIONE PROVA DPSH1	41
2.1.1 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA PROVA DPSH1	45
2.2 ELABORAZIONE PROVA DPSH2	46
2.2.1 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA PROVA DPSH2	50
3. PROVA SISMICA DI SUPERFICIE - MASW.....	51
3.1 INTRODUZIONE	51
3.2 MODALITA' DI ACQUISIZIONE.....	52
3.3 RISULTATI DELL'ANALISI MASW – M1	53
4. SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO	61
4.1 ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE.....	61
4.2 UTENSILI DI PERFORAZIONE	62
4.3 MODALITA' ESECUTIVE DEL SONDAGGIO GEOTECNICO	62
4.4 FLUIDI DI CIRCOLAZIONE	63
4.5 STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1	64
4.6 CASSETTE CATALOGATRICI (S1 20 m), POSTAZIONE SONDAGGIO	65
5. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE IN FORO – (S.P.T.)	68
5.1. ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE SPT (S1)	70
6. PROVA SISMICA PASSIVA – HVSR	72
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI RAPPORTI SPETTRALI	72
6.2 CONDIZIONI DI RAPPRESENTATIVITA' DEL PICCO	73
6.3 CURVA HVSR MISURATA E RISULTATI DELL'ANALISI	75

1. PREMESSA

I giorni **20 e 21 dicembre 2018** è stata condotta un'indagine geologica geotecnica e geofisica nel **Comune di Pescara (PE)**, per il progetto dal titolo: *“Lavori di ristrutturazione e ampliamento volti al recupero del fabbricato ex scuola Muzii di Via Saffi, ad uso del conservatorio L. D'Annunzio di Viale Bovio-Viale Muzii”*.

Le indagini sono state condotte al fine di definire i caratteri geotecnici del terreno interessato dall'opera in progetto. Di seguito vengono elencate le indagini eseguite:

<i>TIPOLOGIA DI INDAGINE</i>	<i>OBIETTIVO</i>	<i>DATA</i>	<i>QUANTITA'</i>	<i>PROFONDITA'</i> <i>LUNGHEZZA</i>
Prova Penetrometrica di tipo DPSH	Ricostruzione rapporti stratigrafici, caratterizzazione geotecnica indiretta dei terreni	20/12/2018	N°2	DPSH1 –12,20 m DPSH2 –12,20 m
Prelievo di campione indisturbato	Caratterizzazione geotecnica del sito	20/12/2018	N°2	C1 – da 1,50 a 2,00 m C2 – da 14,5 a 15,0 m
Sismica di superficie tipo MASW	Caratterizzazione del parametro VsEq per la categoria di suolo (D.M. 17-01-18)	21/12/2018	N°1	M1 – 48 m
Sondaggio Geotecnico a c.c.	Ricostruzione rapporti stratigrafici	20/12/2018	N°1	S1 – 20 m
Prove Penetrometriche dinamiche in foro - SPT	Caratterizzazione geotecnica del sito	20/12/2018	N°2	SPT1 – 11,55 m SPT2 – 15,00 m
Sismica Passiva HVSR	Caratterizzazione della frequenza caratteristica del sito (D.M. 17-01-18)	21/12/2018	N°1	HVSR1 – 30 min

(*) Le indagini penetrometriche DPSH sono state eseguite con penetrometro Pagani, costruito in conformità delle norme tecniche UNI ENV 1997-3:2002 o EN ISO 22476-2:2005 e secondo quanto previsto dalle norme UNI EN/1997-1 e UNI EN/1997-2.

2. PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE – DPSH

Committente: Comune di Pescara Cantiere: conservatorio L. D'Annunzio Località: Pescara (PE)	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.472
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

2.1 ELABORAZIONE PROVA DPSH1

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 20/12/2018
 Profondità prova 12.20 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	12	0.855	107.76	126.09	5.39	6.30
0.40	17	0.801	143.04	178.62	7.15	8.93
0.60	7	0.847	57.18	67.50	2.86	3.38
0.80	5	0.843	40.66	48.22	2.03	2.41
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	2	0.833	16.06	19.29	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.37	0.45
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	11	0.811	73.92	91.10	3.70	4.55
3.00	13	0.759	81.68	107.66	4.08	5.38
3.20	9	0.806	60.08	74.54	3.00	3.73
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	10	0.801	61.95	77.36	3.10	3.87
3.80	11	0.798	67.94	85.09	3.40	4.25
4.00	9	0.796	55.42	69.62	2.77	3.48
4.20	9	0.794	55.26	69.62	2.76	3.48
4.40	8	0.791	48.98	61.88	2.45	3.09
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	7	0.787	39.98	50.80	2.00	2.54
5.00	6	0.785	34.18	43.54	1.71	2.18
5.20	8	0.783	45.46	58.06	2.27	2.90
5.40	9	0.781	51.01	65.31	2.55	3.27
5.60	11	0.779	58.57	75.18	2.93	3.76
5.80	8	0.777	42.50	54.67	2.12	2.73
6.00	10	0.775	53.00	68.34	2.65	3.42
6.20	15	0.724	74.19	102.51	3.71	5.13
6.40	10	0.772	52.76	68.34	2.64	3.42
6.60	25	0.670	108.23	161.45	5.41	8.07
6.80	23	0.669	99.33	148.53	4.97	7.43
7.00	12	0.767	59.45	77.49	2.97	3.87
7.20	12	0.766	59.33	77.49	2.97	3.87
7.40	9	0.764	44.41	58.12	2.22	2.91
7.60	9	0.763	42.02	55.09	2.10	2.75

7.80	11	0.761	51.26	67.33	2.56	3.37
8.00	8	0.760	37.21	48.97	1.86	2.45
8.20	7	0.759	32.50	42.85	1.63	2.14
8.40	10	0.757	46.35	61.21	2.32	3.06
8.60	10	0.756	43.98	58.17	2.20	2.91
8.80	12	0.755	52.68	69.81	2.63	3.49
9.00	13	0.703	53.20	75.62	2.66	3.78
9.20	9	0.752	39.39	52.36	1.97	2.62
9.40	17	0.701	69.34	98.89	3.47	4.94
9.60	20	0.700	77.59	110.85	3.88	5.54
9.80	14	0.699	54.22	77.59	2.71	3.88
10.00	12	0.748	49.73	66.51	2.49	3.33
10.20	16	0.697	61.77	88.68	3.09	4.43
10.40	21	0.646	75.13	116.39	3.76	5.82
10.60	20	0.694	73.50	105.85	3.68	5.29
10.80	21	0.643	71.51	111.14	3.58	5.56
11.00	22	0.642	74.79	116.43	3.74	5.82
11.20	12	0.741	47.08	63.51	2.35	3.18
11.40	12	0.740	47.01	63.51	2.35	3.18
11.60	13	0.689	45.37	65.83	2.27	3.29
11.80	13	0.688	45.31	65.83	2.27	3.29
12.00	18	0.687	62.64	91.15	3.13	4.56
12.20	20	0.686	69.50	101.28	3.47	5.06

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.4	4.42	44.31	Incoerente	1.6	1.9	0.19	1.47	6.5	UG1
9.2	10.5	72.3	Incoerente	1.89	1.95	0.64	1.47	15.44	UG2
12.2	16.73	89.56	Incoerente - coesivo	2.12	2.21	1.14	1.47	24.59	UG3

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
UG3	24.59	9.20-12.20	Terzaghi	1.66

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
UG3	24.59	9.20-12.20	Stroud e Butler (1975)	112.82

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
UG3	24.59	9.20-12.20	--	78.90

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
UG3	24.59	9.20-12.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
UG3	24.59	9.20-12.20	Meyerhof ed altri	2.12

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
UG3	24.59	9.20-12.20	Meyerhof ed altri	2.21

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	Gibbs & Holtz 1957	28.1
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	Gibbs & Holtz 1957	38.35
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	Gibbs & Holtz 1957	41.81

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	Meyerhof (1956)	21.86
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	Meyerhof (1956)	24.35
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	Meyerhof (1956)	25.66

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	--	26.52
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	--	78.30
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	--	47.28

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	Begemann 1974	40.82
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	Farrent 1963	108.73
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	Begemann 1974	68.12

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	Meyerhof ed altri	1.60
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	Meyerhof ed altri	1.89
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	Meyerhof ed altri	1.99

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.39

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	(A.G.I.)	0.34
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	(A.G.I.)	0.32
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
UG1	6.5	0.00-2.40	6.5	--	9.90
UG2	15.44	2.40-9.20	15.22	--	19.73
UG3	24.59	9.20-12.20	19.795	--	18.65



2.1.1 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA PROVA DPSH1

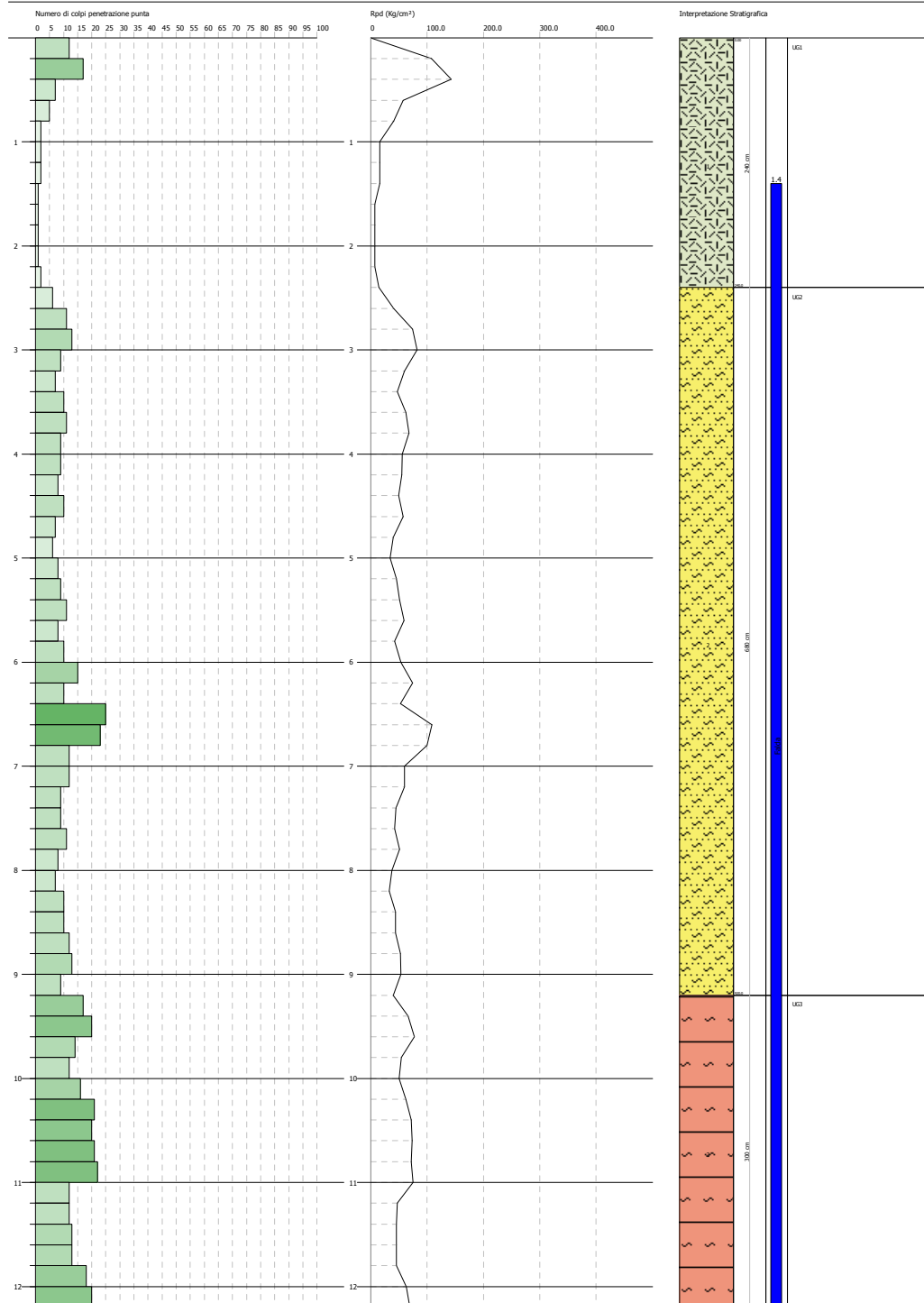
www.aurelisoil.it
AURELI SOIL snc
Via Lamarmora, 77
67055 Gioia dei Marsi (AQ)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
Strumento utilizzato: DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
Contratto:
Località:

Data: 20/12/2018

Scala 1:56



2.2 ELABORAZIONE PROVA DPSH2

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 20/12/2018
 Profondità prova 12.20 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	22	0.755	174.44	231.16	8.72	11.56
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.40	0.48
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.40	0.48
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	7	0.826	51.54	62.38	2.58	3.12
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	10	0.820	73.08	89.11	3.65	4.46
2.40	12	0.817	87.38	106.93	4.37	5.35
2.60	11	0.814	74.18	91.10	3.71	4.55
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	8	0.809	53.58	66.25	2.68	3.31
3.20	7	0.806	46.73	57.97	2.34	2.90
3.40	8	0.803	53.23	66.25	2.66	3.31
3.60	9	0.801	55.76	69.62	2.79	3.48
3.80	7	0.798	43.23	54.15	2.16	2.71
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	4	0.794	24.56	30.94	1.23	1.55
4.40	4	0.791	24.49	30.94	1.22	1.55
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	9	0.787	51.41	65.31	2.57	3.27
5.00	8	0.785	45.57	58.06	2.28	2.90
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	9	0.781	51.01	65.31	2.55	3.27
5.60	13	0.729	64.78	88.84	3.24	4.44
5.80	22	0.677	101.83	150.35	5.09	7.52
6.00	21	0.675	96.94	143.52	4.85	7.18
6.20	17	0.724	84.08	116.18	4.20	5.81
6.40	11	0.772	58.04	75.18	2.90	3.76
6.60	5	0.770	24.87	32.29	1.24	1.61
6.80	13	0.719	60.34	83.95	3.02	4.20
7.00	6	0.767	29.73	38.75	1.49	1.94
7.20	4	0.766	19.78	25.83	0.99	1.29
7.40	7	0.764	34.54	45.20	1.73	2.26
7.60	4	0.763	18.67	24.48	0.93	1.22
7.80	14	0.711	60.95	85.69	3.05	4.28
8.00	6	0.760	27.91	36.73	1.40	1.84
8.20	20	0.709	86.74	122.42	4.34	6.12
8.40	20	0.707	86.58	122.42	4.33	6.12
8.60	17	0.706	69.82	98.89	3.49	4.94
8.80	10	0.755	43.90	58.17	2.20	2.91

9.00	12	0.753	52.60	69.81	2.63	3.49
9.20	14	0.702	57.20	81.44	2.86	4.07
9.40	18	0.701	73.41	104.71	3.67	5.24
9.60	20	0.700	77.59	110.85	3.88	5.54
9.80	20	0.699	77.46	110.85	3.87	5.54
10.00	21	0.648	75.39	116.39	3.77	5.82
10.20	21	0.647	75.26	116.39	3.76	5.82
10.40	14	0.696	53.97	77.59	2.70	3.88
10.60	9	0.744	35.46	47.63	1.77	2.38
10.80	9	0.743	35.41	47.63	1.77	2.38
11.00	11	0.742	43.22	58.22	2.16	2.91
11.20	14	0.691	51.22	74.09	2.56	3.70
11.40	17	0.690	62.10	89.97	3.11	4.50
11.60	19	0.689	66.31	96.21	3.32	4.81
11.80	21	0.638	67.87	106.34	3.39	5.32
12.00	24	0.637	77.44	121.53	3.87	6.08
12.20	26	0.636	83.76	131.66	4.19	6.58

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.6	4.62	46.84	Incoerente	1.61	1.9	0.13	1.47	6.79	UG1
9.2	10.24	71.87	Incoerente	1.88	1.95	0.56	1.47	15.05	UG2
12.2	17.6	94	Incoerente - coesivo	2.12	2.25	1.11	1.47	25.87	UG3

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
UG3	25.87	9.20-12.20	Terzaghi	1.75

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
UG3	25.87	9.20-12.20	Stroud e Butler (1975)	118.69

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
UG3	25.87	9.20-12.20	--	85.70

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
UG3	25.87	9.20-12.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
UG3	25.87	9.20-12.20	Meyerhof ed altri	2.12

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
UG3	25.87	9.20-12.20	Meyerhof ed altri	2.25

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	Gibbs & Holtz 1957	30.24
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	Gibbs & Holtz 1957	38.98
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	Gibbs & Holtz 1957	43.35

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	Meyerhof (1956)	21.94
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	Meyerhof (1956)	24.29
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	Meyerhof (1956)	25.84

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	--	27.17
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	--	40.99
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	--	50.83

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	Begemann 1974	41.41
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	Begemann 1974	58.33
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	Begemann 1974	69.44

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE E ADDENSATO
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE E ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	Meyerhof ed altri	1.61
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	Meyerhof ed altri	1.88
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	Meyerhof ed altri	2.00

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.40

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	(A.G.I.)	0.34
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	(A.G.I.)	0.32
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
UG1	6.79	0.00-1.60	6.79	--	10.89
UG2	15.05	1.60-9.20	15.025	--	15.55
UG3	25.87	9.20-12.20	20.435	--	19.86



2.2.1 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA PROVA DPSH2

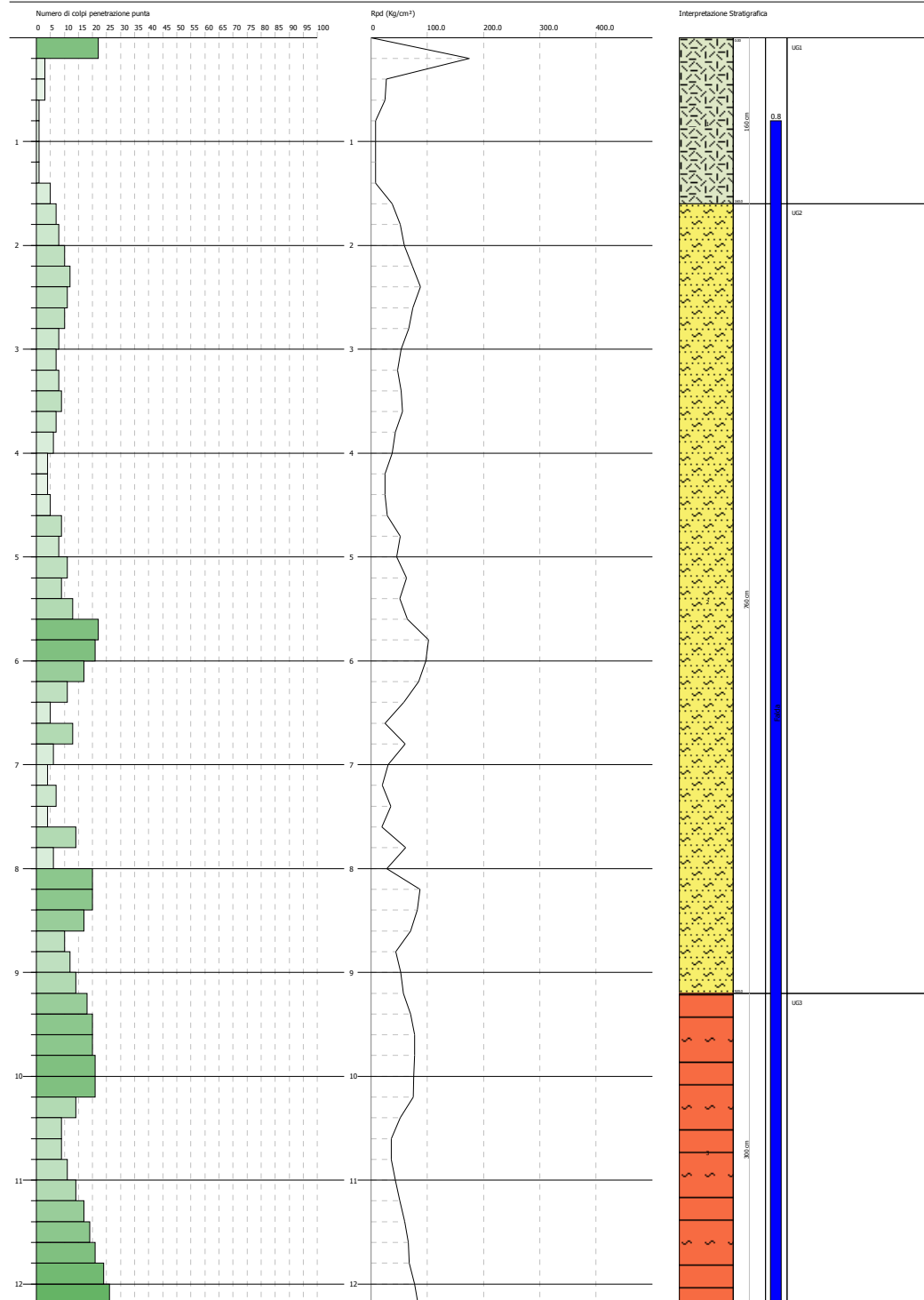
www.aurelisoil.it
AURELI SOIL snc
Via Lamarmora, 77
67055 Gioia dei Marsi (AQ)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
Strumento utilizzato: DPSH T6 63-200 PANGANT

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 20/12/2018

Scala 1:56



3. PROVA SISMICA DI SUPERFICIE - MASW

3.1 INTRODUZIONE

E' stata eseguita una indagine sismica con metodologia MASW per l'acquisizione del profilo di velocità delle onde di taglio V_{seq} (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17 Gennaio 2018).

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_{seq} (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove:

h_i è lo spessore dello strato i -esimo

V_{si} è la velocità dello strato i -esimo

N è il numero di strati

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30m$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tale parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolar modo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh, ossia onde di superficie generate dall'interazione tra onde di pressione (P) e le onde di taglio verticali (Sv) ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, che, a seguito di una trasformata di Fourier, restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio è possibile separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria ecc. Osservando lo spettro di frequenza è possibile evidenziare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della sua frequenza, come risultato del fenomeno della dispersione.

I dati ottenuti dall'acquisizione di campagna sono stati opportunamente elaborati e interpretati così da ottenere i risultati finali. Il seguente rapporto tecnico illustra le tecniche utilizzate ed i risultati conseguiti.

3.2 MODALITA' DI ACQUISIZIONE

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

a) Sismografo

Il sismografo utilizzato per l'esecuzione della linea sismica MASW è un sismografo ECHO 24/2010 SEISMIC UNIT a 24 canali (Foto 1) caratterizzato dai seguenti parametri di acquisizione:

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE:

Sismografo: ECHO 24/2010SEISMIC UNIT

Numero canali utilizzati: 24

Numero geofoni per canale: 1

Impedenza geofoni: 430 Ω

Frequenza naturale: 4,5 Hz (verticali)

Lungh. di registrazione: 1000ms



GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO:

Offset: 2.0 m

Foto 1: Sismografo Echo 24/2010

Distanza intergeofonica: 2.0 m

b) Sistema energizzante

Come sorgente energizzante è stato utilizzato una mazza del peso di 8 Kg, battente su una piastra di alluminio, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia con forme d'onda ripetibili e direzionali, cioè con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione.

Tale metodologia ha consentito di ottenere ovunque registrazioni di buona qualità.

Per questa linea sismica sono state effettuate diverse energizzazioni in modo da poter avere più possibilità di analizzare una buona registrazione.

c) Trigger

Il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un geofono starter nell'istante in cui il sistema energizzante (cannoncino, maglio, mazza etc.) colpisce la base di battuta determinando l'inizio della registrazione.

d) Apparecchiatura di ricezione

Per la ricezione del segnale si sono utilizzati Geofoni verticali con frequenza di 4,5 Hz.

3.3 RISULTATI DELL'ANALISI MASW – M1

Il metodo MASW adottato nella fase di elaborazione consiste in più fasi (Roma, 2002):

- (1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale e la valutazione dello spettro f-k;
- (2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica, invertendo la curva di dispersione mediante picking e successiva applicazione di algoritmi genetici;
- (3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson ν), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

La sovrapposizione delle curve teoriche e sperimentali fornisce un parametro indicativo sull'attendibilità del modello geofisico risultante.

Software redatto da MASW

(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

Fase 1 – Analisi dei dati sperimentali

Numero di ricevitori	24
Numero di campioni temporali	7800
Passo temporale di acquisizione	0.128ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a	0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	1000ms

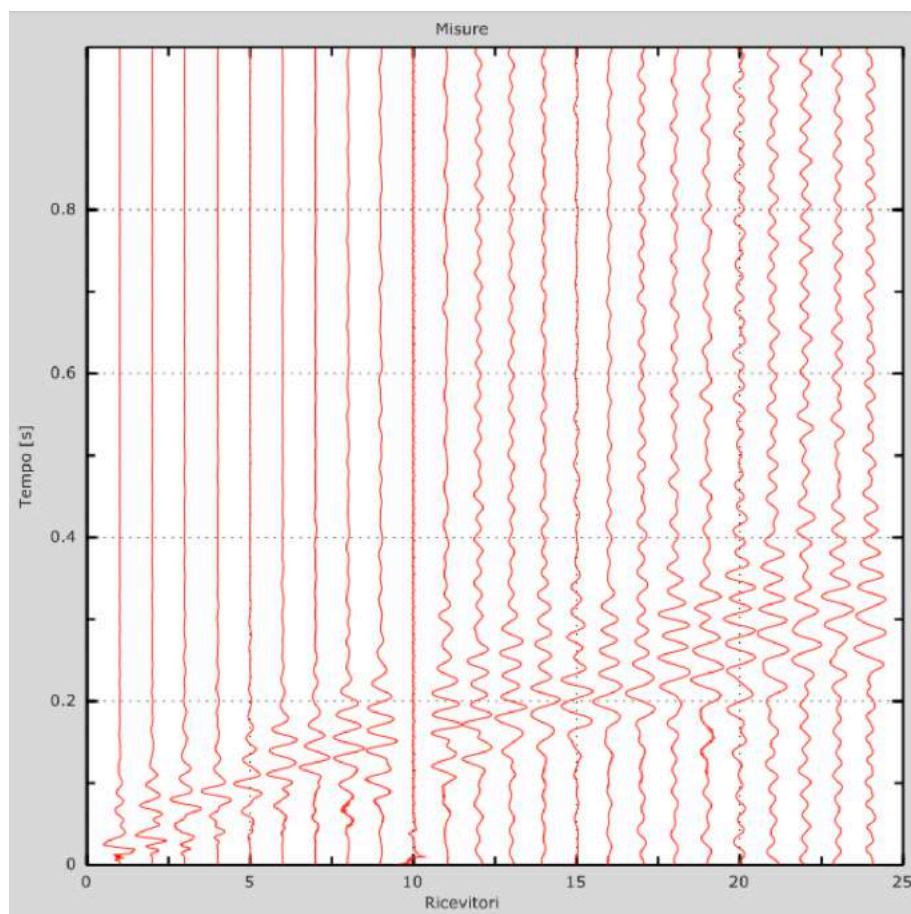


Figura 1: Tracce sperimentali

Fase 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 70 Hz

Frequenza iniziale 05 Hz

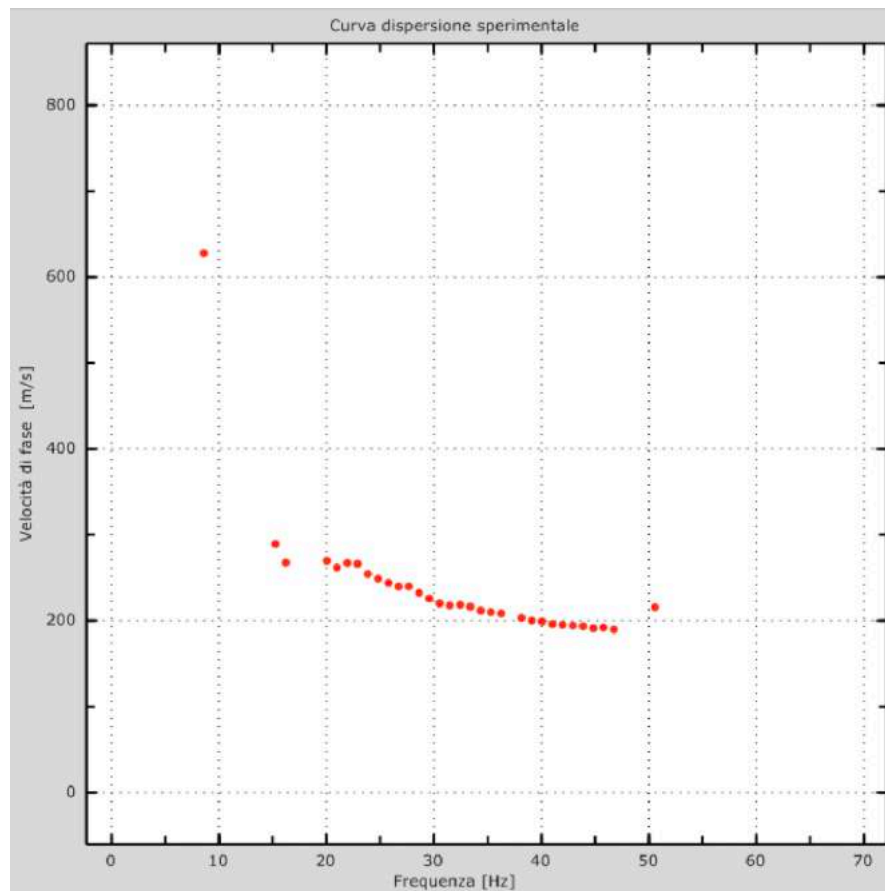


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

Fase 3 - Curva di dispersione

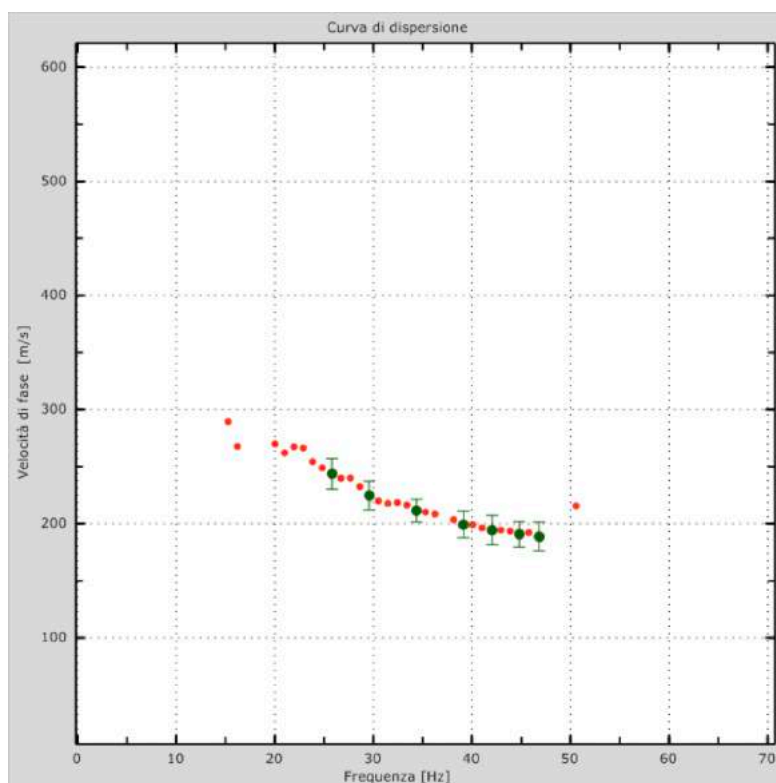


Figura 3: Curva di dispersione

Fase 4 – Profilo sismostratigrafico del sito

Numero di strati (escluso semispazio)	2
Spaziatura ricevitori [m]	2.0 m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi	1
Numero iterazioni.....	20
Massimo errore [%].....	10

Strato 1

h [m]	2.0
z [m]	-2.0
Vs fin.[m/s]	209.130

Strato 2

h [m]	0
z [m]	-∞
Vs fin.[m/s]	270.790

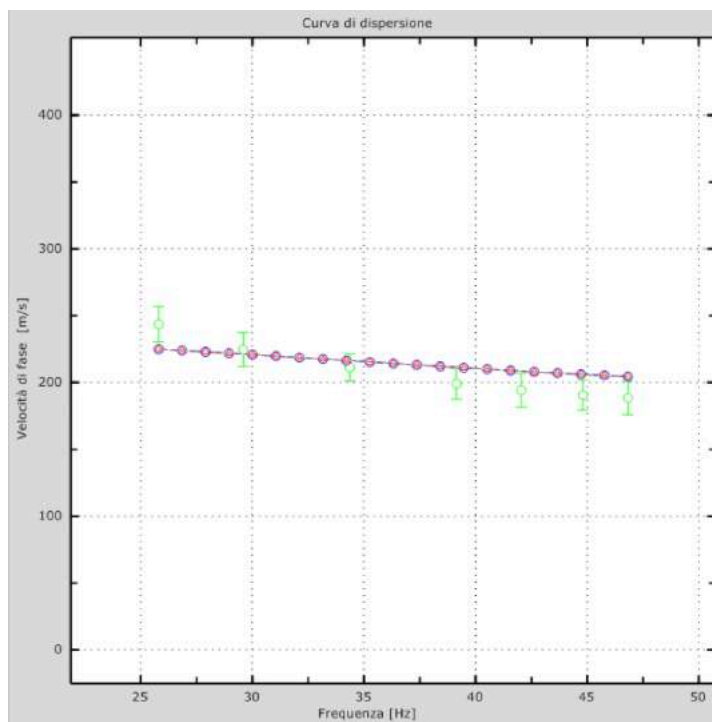


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

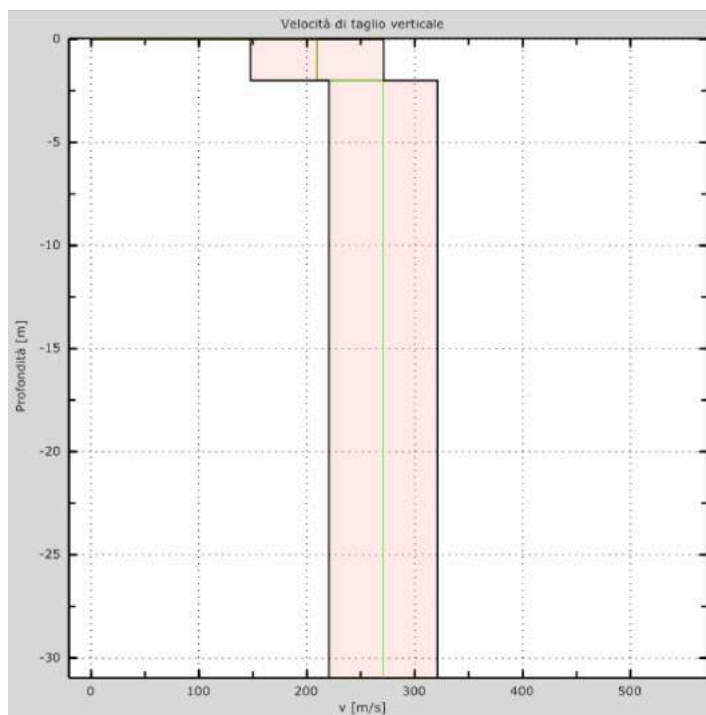


Figura 5: Velocità

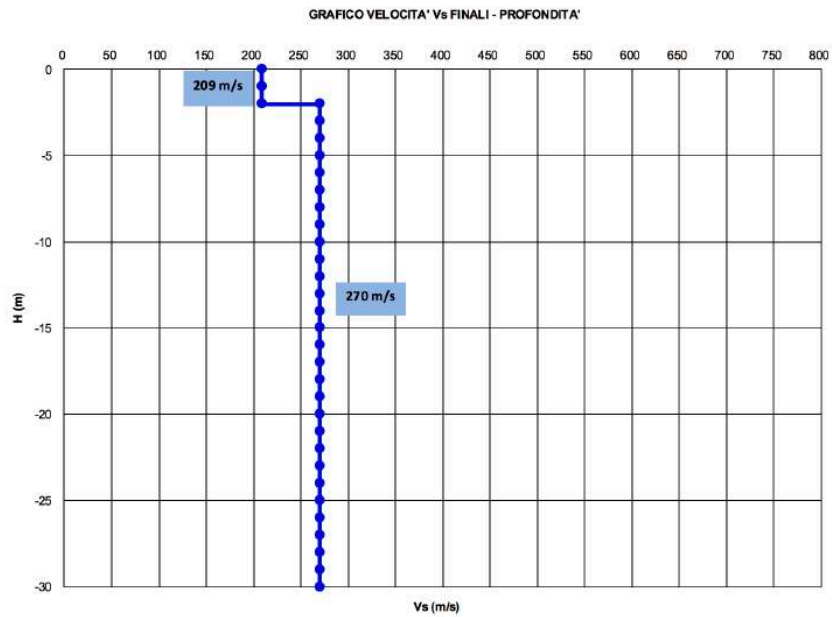


Figura 6: Grafico Velocità Vs finali

Fase 5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m]0

Vs30 [m/s].....265

La normativa applicata è il DM 17 Gennaio 2018

Appendice

Tipo di suolo

Tipo A: *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Tipo B: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Tipo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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.

Tipo D: *Depositi 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 m/s e 180 m/s.

Tipo E: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

4. SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO

L'esecuzione della perforazione a fini geotecnici, è stata eseguita con le attrezzature aventi le caratteristiche e la potenza idonea allo scopo.

Si definisce sondaggio geotecnico una perforazione caratterizzata dalle seguenti modalità esecutive:

- carotaggio continuo e rappresentativo del terreno attraversato;
- descrizione stratigrafica a carattere geotecnico dei terreni attraversati;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno;
- determinazione del livello piezometrico della falda, se presente;
- annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno.

4.1 ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda a rotazione CK 600 SL carro cingolata.

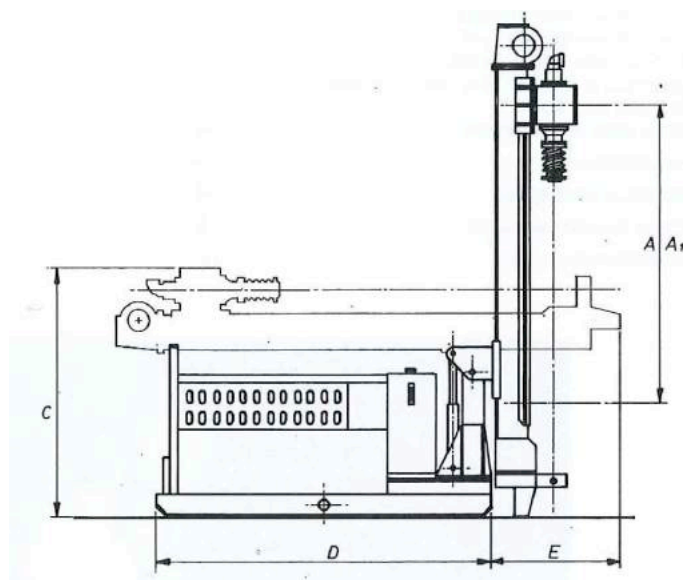


Fig.1 – Sonda perforatrice tipo “CK 600 SL”

La macchina è progettata e costruita in conformità ai seguenti regolamenti:

- Direttiva 98/37 CE
- EN 791
- EN 292
- EN 60204-1
- EN 563
- ISO 4872-1978

4.2 UTENSILI DI PERFORAZIONE

La perforazione è stata eseguita a rotazione a “carotaggio continuo” secondo le norme tecniche prescritte:

- **Carotieri semplici, con valvola di testa a sfera e calice**

Diametro nominale $\varnothing_{est} = 101\text{ mm}$

Lunghezza utile = 150 cm

- **Corone di perforazione in widia**
- **Aste di perforazione in acciaio con filettatura tronco-conica**

Diametro esterno $\varnothing_{est} = 76\text{ mm}$.

- **Rivestimento provvisorio in acciaio**

Spessore tubo = 10 mm

Diametro interno $\varnothing_{int} = 127\text{ mm}$

Lunghezza spezzoni $l = 150\text{ cm}$

4.3 MODALITA' ESECUTIVE DEL SONDAGGIO GEOTECNICO

Il carotaggio è rappresentativo del terreno attraversato, con percentuale di recupero >85%, il carotiere semplice utilizzato è stato azionato da aste in acciaio.

La perforazione è stata seguita dal rivestimento provvisorio del foro solo in assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti. Le manovre di rivestimento sono state eseguite con l'uso di fluido in circolazione, la pressione del fluido è stata mantenuta la minore possibile e controllata mediante manometro.

Il disturbo arrecato al terreno è stato contenuto al minimo, fermando la scarpa del rivestimento a circa 50 cm dal fondo foro in modo da non investirlo in forma eccessivamente diretta con il getto di fluido in pressione.

Il battente di fluido in colonna è mantenuto prossimo a bocca foro mediante rabbocchi progressivi specialmente durante l'estrazione del carotiere e delle aste, che avviene con velocità iniziale molto bassa ($1 \div 2\text{ cm/sec}$), al fine di evitare effetti di risucchio che possono anche verificarsi nel caso di brusco sollevamento della batteria di rivestimento, qualora occlusa all'estremità inferiore dal terreno per insufficiente circolazione di fluido durante l'infissione.

La quota del fondo foro è stata misurata con scandaglio a filo graduato prima di ogni manovra di campionamento indisturbato e di prova geotecnica SPT.

Apposite manovre di pulizia vengono eseguite qualora la differenza tra quota raggiunta con la perforazione e quota misurata con scandaglio superi le seguenti tolleranze:

- 7 cm, prima dell'uso di campionatori privi di pistone fisso o sganciabile meccanicamente e di prove SPT

- 15 cm, prima dell'uso di campionatori con pistone fisso o sganciabile meccanicamente.

La lunghezza esatta delle batterie di aste inserite nel foro è stata misurata e riportata, in una apposita tabella, onde prevenire imprecisioni nella definizione delle profondità raggiunte. E' stata compilare una scheda stratigrafica del sondaggio completa di tutte le indicazioni necessarie alla descrizione con criteri geotecnici del materiale carotato.

4.4 FLUIDI DI CIRCOLAZIONE

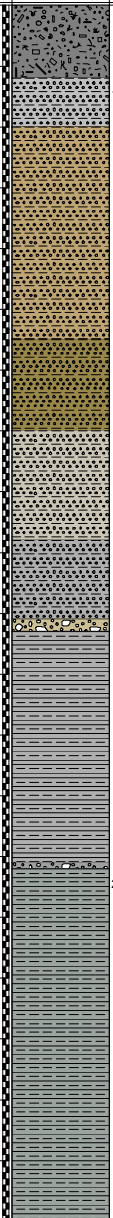
Il fluido di circolazione nelle fasi di perforazione e di rivestimento, è costituito da acqua e fanghi polimerici.

Il fluido ha la funzione di raffreddamento, asportazione detriti ed eventuale sostentamento del foro, senza in alcun modo pregiudicare la qualità del carotaggio, l'esito delle prove geotecniche ed il funzionamento della strumentazione.

4.5 STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: conservatorio di musica Luisa D'Annunzio										Sondaggio: S1						
Località: Pescara (PE)										Quota: 4 m/slm						
Impresa esecutrice: Aureli Soil Srl					Perforatore: Daniele Berardi					Data: 20/12/2018						
Coordinate: 42°283122 14°120627										Redattore: Dott. Geol. Michele Aureli						
Perforazione: Sondaggio a carotaggio continuo, aste e carotiere																
Ø mm	R v	A r	Pz	metri butt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE		
										S.P.T.	N					
101														Terreno di riporto costituito da ghiaia sabbiosa con conci in laterizio		
														1	1.2	Sabbia con limo deb. argillosa di colore grigio olivastro
														2	2.0	Sabbia debolmente limosa avana
														3		
														4		
														5		
														6	5.5	Sabbia limosa deb. ghiaiosa di colore marroncino grigiastro
														7	7.0	Sabbia debolmente limosa di colore avana-grigio
														8		
														9	8.8	Sabbia limosa di colore grigio
														10	10.1	
														10.3	Ghiaia sabbiosa di colore avana	
														11	3.6	Argilla limosa di colore grigio
														12	3.5	
														13	3.4	9-14-20 34
														14	4.3	
														15	2.7	
														16	3.3	
														17	4.2	
														18	3	
19	3.2	14.1	Ghiaia in matrice argilloso sabbiosa, di colore grigio													
20	3.5	18-22-25 47	Argilla con limo di colore grigio-verdastro													

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo, eseguito con carotiere semplice (101), rivestimento fino alla profondità di 15 m dal p.c. (127).

La profondità investigata è pari a 20 m dal p.c., le carote sono state riposte in n.4 cassette catalogatrici.

Durante la perforazione sono state effettuate n.2 prove SPT e sono stati prelevati n.2 campioni indisturbati.

4.6 CASSETTE CATALOGATRICI (S1 20 m), POSTAZIONE SONDAGGIO

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C.	S1 (20 m)
COMUNE DI PESCARA (AQ)	N 42,283122 E 14,120627 (WGS84 Gradi decimali)
CASSETTA C1 (0 - 5 m)	
	
CASSETTA C2 (5 - 10 m)	
	

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C.	S1 (20 m)
COMUNE DI PESCARA (AQ)	N 42,283122 E 14,120627 (WGS84 Gradi decimali)
CASSETTA C3 (10 - 15 m)	
	
CASSETTA C4 (15 - 20 m)	
	

POSTAZIONE SONDAGGIO



5. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE IN FORO – (S.P.T.)

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite **n°2** prove di resistenza alla penetrazione “SPT” utilizzando un’attrezzatura standard secondo le modalità di esecuzione indicate dalle “Raccomandazioni dell’Associazione Geotecnica Italiana” del 1977.

	PROVA	PROFONDITA (m)	NUMERO DI COLPI
S1	SPT 1	11,55	9-14-20
S1	SPT 2	15,00	18-22-25

Tali prove si eseguono preferibilmente in terreni granulari (sabbie e ghiaie fini), tuttavia si possono eseguire in qualsiasi terreno sciolto e su alcune rocce tenere allo scopo di determinare grado di addensamento / consistenza / resistenza.

Si riassumono brevemente le caratteristiche tecniche della prova “SPT”:

Campionatore:

- Raymond di diametro esterno 51 mm, diametro interno 35 mm, lunghezza minima 457 mm, con scarpa standard a punta aperta come utensile di penetrazione;
- Aste collegate al campionatore di lunghezza 1.50 m, diametro esterno 50 mm e peso di 7.47 kg/ml.

Dispositivo di battuta avente peso non superiore a 115 Kg, comprende:

- testa di battuta in acciaio avvitata all'estremità della batteria di aste;
- massa battente o maglio di 63.5 kg;
- dispositivo di guida e rilascio del maglio, a sganciamento automatico, che assicura una corsa a caduta libera di 76 cm.

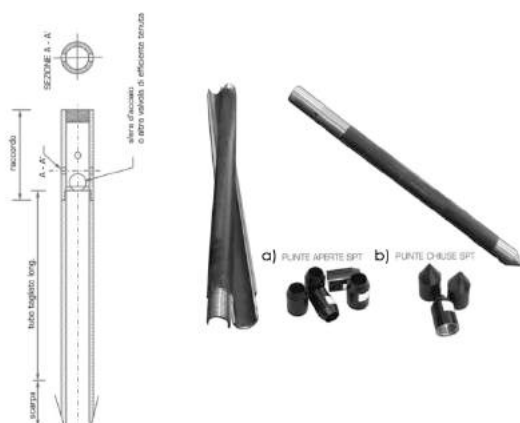


Fig.2 – Campionatore a punta aperta (a) - a punta chiusa (b)

Ogni determinazione di prova è stata preceduta dalla pulizia del fondo foro con verifica della coincidenza della quota di attestazione della punta con profondità misurata dopo la pulizia del foro (tolleranza di +/- 7 cm); la prova consiste nel fare penetrare il campionatore posato al fondo foro per tre tratti successivi di 15 cm registrando ogni volta il numero dei colpi necessari (N1, N2, N3).

Con il primo tratto detto avviamento si intende superare la zona di terreno rimaneggiato in fase di perforazione. Nel caso di un terreno molto addensato con $N1 = 50$ ed avanzamento minore di 15 cm l'infissione deve essere sospesa: la prova dichiarata conclusa in base alle raccomandazioni AGI 1977 e si annota la relativa penetrazione.

Se il tratto di avviamento viene superato si conteggiano N2 e N3 (da 15 a 30 e da 30 a 45 cm) fino ad un limite complessivo di 100 colpi ($N2+N3$) raggiunto il quale si sospende la prova annotando l'avanzamento ottenuto.

Pertanto il parametro caratteristico della prova, prescindendo dai casi particolari di rifiuto è: $N_{spt} = N2 + N3$ che esprime il numero di colpi caratteristico per 30 cm utili di perforazione.

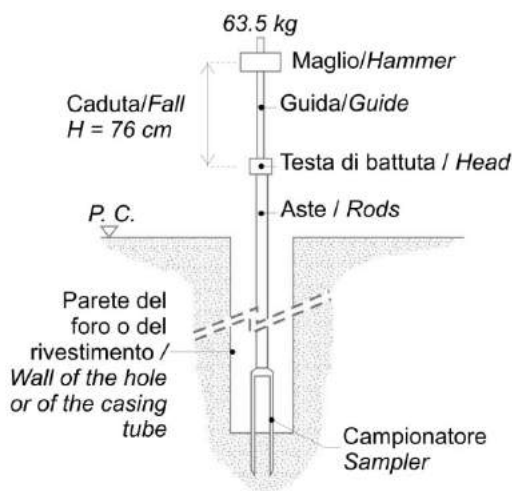


Fig.3 – Modalità di esecuzione della prova SPT

5.1. ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE SPT (S1)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SPT HOLE

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4.2 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N (30)
Coeff. Correlazione	0.997
Rivestimento/fanghi	No

Strumento utilizzato SPT HOLE
 Prova eseguita in data 20/12/2018
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
11.70	9
11.85	14
12.00	20
15.15	18
15.30	22
15.45	25

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
SPT (1)	33.898	0.00-12.00	Shioi - Fukui 1982	1.70
SPT (2)	46.859	12.00-15.45	Shioi - Fukui 1982	2.34

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
SPT (1)	33.898	0.00-12.00	Stroud e Butler (1975)	155.52
SPT (2)	46.859	12.00-15.45	Stroud e Butler (1975)	214.99

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
SPT (1)	33.898	0.00-12.00	--	118.98
SPT (2)	46.859	12.00-15.45	--	175.59

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
SPT (1)	33.898	0.00-12.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
SPT (2)	46.859	12.00-15.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
SPT (1)	33.898	0.00-12.00	Meyerhof ed altri	2.25
SPT (2)	46.859	12.00-15.45	Meyerhof ed altri	2.25

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
SPT (1)	33.898	0.00-12.00	Meyerhof ed altri	2.50
SPT (2)	46.859	12.00-15.45	Meyerhof ed altri	2.50

6. PROVA SISMICA PASSIVA – HVSR

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI RAPPORTI SPETTRALI

La principale informazione fornita dai rapporti spettrali H/V, è rappresentata dalla frequenza naturale di oscillazione del sottosuolo, data dal picco della curva H/V, la cui variabilità aumenta con la larghezza della sua base. Viceversa, nessuna informazione utile è fornita dall'ampiezza, se non un'indicazione approssimativa del contrasto di impedenza presente nel sito (SESAME Del.23.12).

Per ottenere i rapporti spettrali H/V a partire dai dati rappresentati da misure di rumore sismico nelle 3 componenti, si è utilizzato il Software HVSR realizzato da Vitantonio Roma che consente di:

1. analizzare le misure in sito per il calcolo della curva HVSR sperimentale e quindi le frequenze di risonanza sperimentali del sito;
2. determinare la frequenza di risonanza teorica del sito associata ad un modello geotecnico sismico preventivamente definito attraverso il metodo MASW-REMI o altro metodo, per le onde S verticali;
3. confrontare le frequenze sperimentale e teorica calcolate ai punti 1) e 2) ma volutamente non affronta in maniera “automatica” il processo di inversione del profilo di velocità delle onde di taglio Vs.

L'obiettivo principale quindi del metodo HVSR è di valutare la frequenza di risonanza del sito per le onde S verticali, piuttosto che il profilo di velocità delle onde di taglio Vs.

Disponendo di informazioni aggiuntive sul modello geologico-geotecnico oppure tramite altre indagini oppure tramite informazioni sul sito in esame (per es. la profondità del bedrock sismico, oppure la successione stratigrafica delle unità geotecniche, oppure le formazioni geologiche presenti, oppure il profilo di Vs da una prova MASW o di sismica a rifrazione, etc..), allora il metodo HVSR può essere usato come strumento complementare per determinare il profilo di Vs e stimare così il parametro Vs30.

Le ampiezze misurate non sono ricollegabili alle effettive amplificazioni di sito; se lo spessore dei sedimenti al di sopra del bedrock è noto, la velocità delle onde S in questo strato superficiale è approssimativamente $V_{s,av} \approx f_0 \cdot 4h$.

Per il sito in esame stata effettuata 1 misura di microtremore sismico sul terreno di fondazione dell'opera.

La misura è stata effettuata per mezzo del sismografo utilizzato per l'acquisizione della sismica RF1 con l'utilizzo di un geofono tricomponente AMBROGEO con **frequenza propria di 2,3 Hz** registrando per **30 minuti il microtremore ambientale**.

6.2 CONDIZIONI DI RAPPRESENTATIVITA' DEL PICCO

Le seguenti condizioni di rappresentatività sono state stabilite grazie al progetto SESAME (Site Effects Assessment Using Ambient Excitations), a seguito dei numerosi studi condotti (SESAME).

La prima condizione necessaria per ritenere una curva H/V rappresentativa, è la sua riproducibilità nello stesso sito con altre sorgenti e tipologie di rumore ambientale e mediante una differente selezione di finestre. Inoltre devono essere verificate le seguenti condizioni:

1. $f_0 > 10 / l_w$, ovvero che alla frequenza di interesse devono trovarsi almeno 10 cicli significativi nella finestra selezionata.;
2. $n_c = l_w \cdot n_w \cdot f_0 > 200$, ossia che il numero di cicli significativi sia maggiore di 200;
3. un basso livello di scattering tra le finestre. Deviazioni standard troppo elevate sono riportabili a situazioni di scarsa stazionarietà ed alta perturbazione del segnale, quindi ad una bassa rappresentatività. Sono raccomandate deviazioni standard < 2 per $f_0 > 0.5$ Hz.

Nel migliore dei casi, la curva mostra un singolo picco 'netto', definibile in termini di ampiezza deviazione standard relativa ed assoluta.

In termini di ampiezza deve soddisfare le seguenti condizioni:

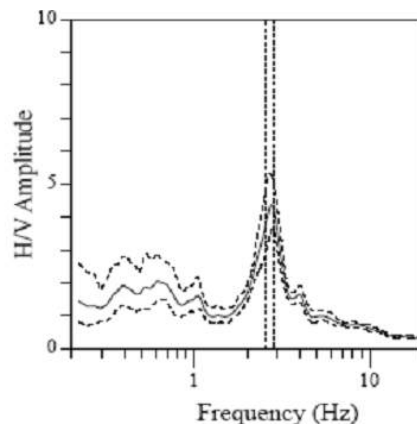
1. esistenza di una frequenza f^- tra $f_0/4$ ed f_0 tale che $A_0 / A_{H/V}(f^-) > 2$;
2. esistenza di un'altra frequenza f^+ , compresa tra f_0 e $4f_0$, tale che $A_0 / A_{H/V}(f^+) > 2$;
3. $A_0 > 2$.

Quindi se la curva H/V per un dato sito soddisfa almeno 5 di queste 6 condizioni, il valore di f_0 è da considerarsi rappresentativo della frequenza fondamentale; se l'ampiezza di picco A_0 è maggiore di 4 o 5, si può affermare con certezza che esiste una discontinuità ed un contrasto di velocità ad una qualche profondità.

Bisogna infine verificare che:

1. la frequenza f_0 è consistente con la frequenza di cut-off del sensore e con la sensibilità;
2. il picco non ha origine industriale.

In basso si riporta un esempio di curva H/V, con picco 'netto' che soddisfa le condizioni di stabilità.



Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows			
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$
41	14	1561	2.72	0.11	4.4	1.2

Fig. 1- 4 – Esempio di picco netto, da SESAME Del.23.12.

Non sempre la curva H/V mostra dei picchi netti. Talora sono poco chiari o allargati, e non soddisfano le condizioni sopra citate.

In questi casi sono imputabili a diversi fattori quali: un contrasto di impedenza moderato o alla bassa frequenza delle vibrazioni ambientali; condizioni di misura ventose e perturbate; un disaccoppiamento suolo-sensore; disturbi a bassa frequenza (camion, macchine a grande distanza); parametri di smoothing inadeguati; sensore a frequenza e sensibilità troppo basse.

6.3 CURVA HVSR MISURATA E RISULTATI DELL'ANALISI

File/Parametri

Passo temporale: 6.41026 ms
 Numero di campioni: 280800
 Istante finale: 1800.6 s
 Numero di sotto-intervalli: 30

 Finestra temporale: 60 s
 Frequenza massima: 20 Hz
 Numero di campioni: 50
 Passo in frequenza: 0.4 Hz

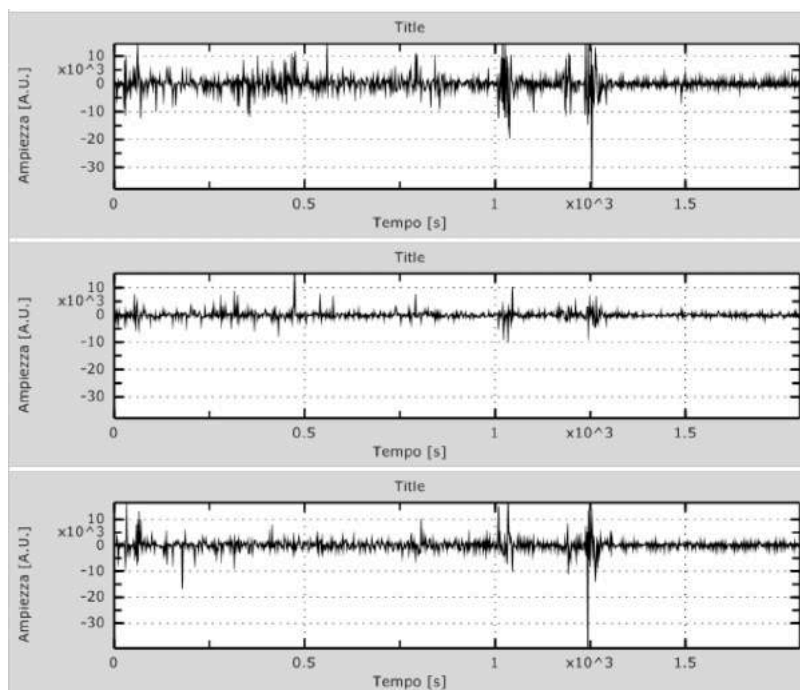


Fig. 2-4: Dati sperimentali in direzione Z (alto), N-S (centro) e E-W (basso).

Sulle finestre del segnale scelte, si sono effettuate altre operazioni di processing, prima di eseguire il calcolo dei rapporti spettrali. Si è proceduto all'analisi della curva e di seguito si riportano i risultati conseguiti.

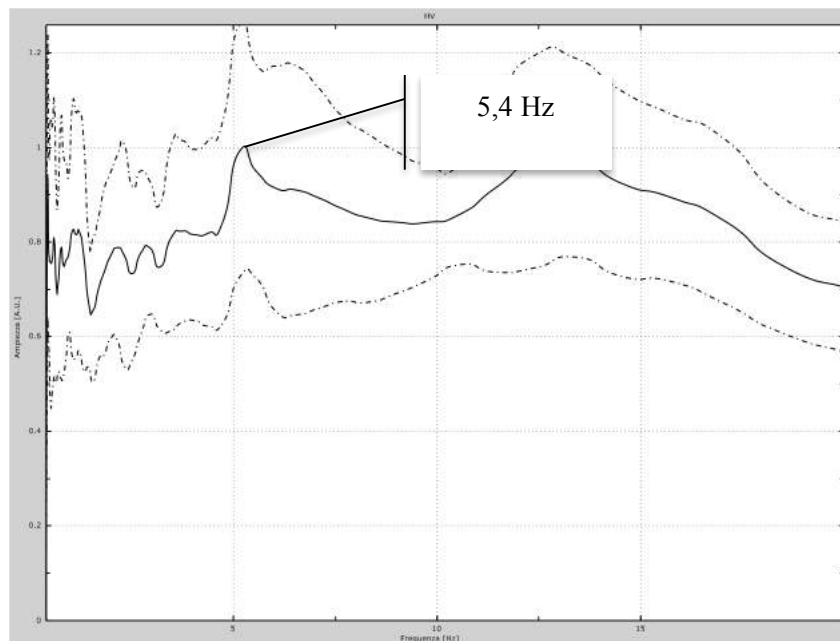


Fig. 3-4: Curva HVSR; Curva H/V sperimentale (nero).

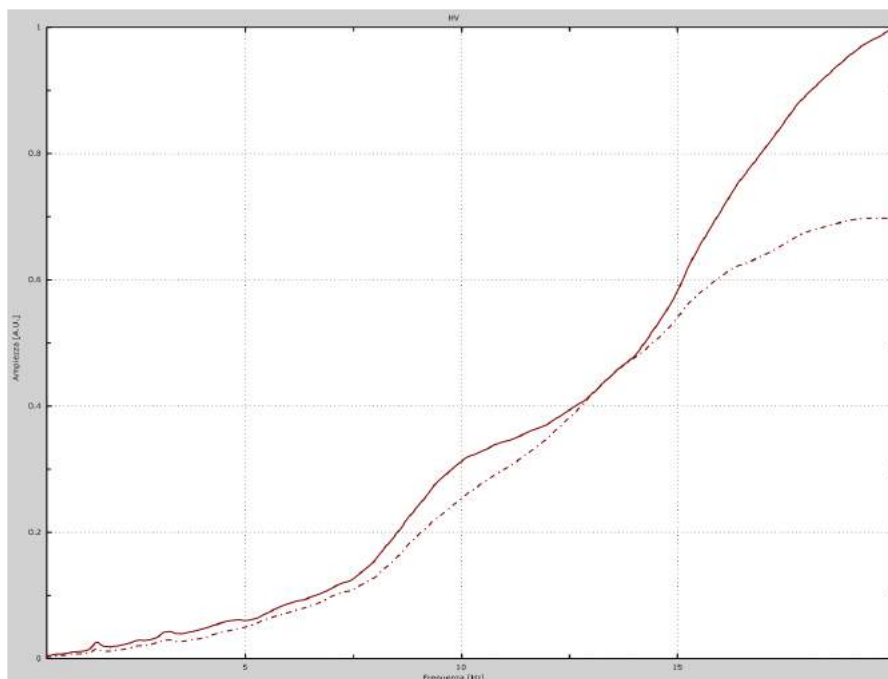


Fig.4-4 Spettro di risposta delle singole componenti: Orizzontale (linea tratteggiata) e Verticale (linea continua).

Frequenza del picco della curva H/V sperimentale [Hz]	5,4 Hz
Criterio 1	OK
Criterio 2	OK
Criterio 3	OK
Criterio 4	NO
Criterio 5	NO
Criterio 6	NO
Criterio 7	NO

Tabella 1: Esito dell'analisi del picco H/V principale del sito secondo le linee guida SESAME (2005).

Nella misura sono presenti n°1 picchi significativi dal punto di vista litostratigrafico (Fig. 3-4):

- **5,4 Hz**, con ampiezza nel rapporto H/V inferiore a 2 (Ampiezza); tale picco è ritenuto indicativo ai fini litostratigrafici, relativo ad un contatto stratigrafico compreso tra 10 e 20 m di profondità.

E' necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero, a dir poco, gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula:

- **freq. Naturale edificio $\approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani}$**

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

- **freq. naturale edificio $\approx$ freq. fondamentale di risonanza del sito**

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

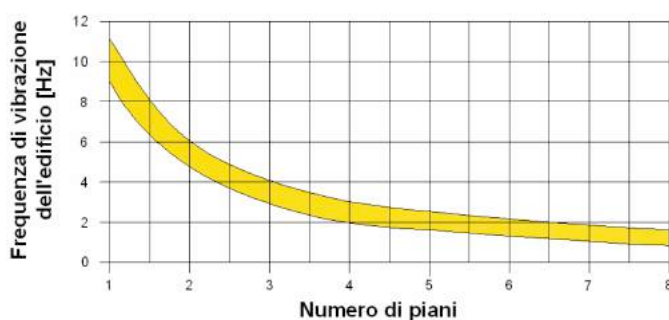


Fig.5-4 Grafico che mette in relazione la Freq. Di vibrazione dell'edificio con il numero di piani che possono oscillare.

Il Direttore Tecnico

DIRETTORE TECNICO
 Dott. Geol. Michele Aureli

VERIFICA A LIQUEFAZIONE DEL SITO

Andrus e Stokoe (1998)

Il 'metodo di Andrus e Stokoe' è basato sulle misure provenienti da prove sismiche a rifrazione, (V_s).

La velocità delle onde di taglio viene corretta dalla sovrappressione, usando l'equazione (*Robertson et alii*, 1992):

$$V_{S1} = V_S \left(\frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

dove

V_{S1} velocità delle onde di taglio corretta dalla sovrappressione;

V_S velocità delle onde di taglio misurate in situ;

P_a pressione atmosferica (circa 100 kPa);

σ'_{vo} pressione effettiva iniziale nelle stesse unità di misura della P_a .

Per il calcolo della resistenza alla liquefazione, Andrus e Stokoe hanno proposto la seguente relazione:

$$CRR = 0,03 \left(\frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{S1})_{cs} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{cs}} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) interviene nel modello di calcolo tramite le seguenti indicazioni:

$(V_{S1})_{CS} = 220$ per $FC \leq 5\%$

$220 < (V_{S1})_{CS} \leq 200$ per $5\% < FC \leq 35\%$

$(V_{S1})_{CS} = 200$ per $FC > 35\%$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR_{7,5}**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau'_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie contenente gli effetti amplificativi di sito. Utilizzando le raccomandazioni del **NCEER**, per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*) (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

Tabella 1- Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **r_d** vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (*National Center for Earthquake Engineering Research*):

per $z < 9,15$ m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

per $9,15 \leq z < 23$ m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

mentre l'**indice e il rischio di liquefazione** vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii** (1978; 1984).

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Verifica a liquefazione

Indirizzo, Coordinate: Pescara - conservatorio

Data 15/01/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 1 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	5.5
Distanza epicentro	30 Km
Peak ground acceleration (PGA)	0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unià volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	2	15.7	18.6	6.6	0	0	0	209
2		2	10	18.6	19.12	15.2	0	0	0	270
3		10	14	19.6	23.5	29.4	0	0	0	270
4		14	15	19.6	21	46.8	0	0	0	270

Frazione fine (%)	Validità
40	Valido
35	Valido
82	Valido
96	Valido

Correzione per la magnitudo (MSF) 2.21

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale e effettiva (KPa)	Velocità normalizzata Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	19.420	17.459	323.328	200.000	0.991	0.302	0.073	4.14	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.40	23.140	19.217	315.663	200.000	0.989	0.287	0.079	3.64	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.60	26.860	20.976	308.827	200.000	0.988	0.273	0.084	3.27	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

Conservatorio di musica "Luisa D'Annunzio"

1.80	30.580	22.735	302.673	200.000	0.986	0.262	0.088	2.98	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.00	34.300	24.493	297.087	200.000	0.985	0.251	0.091	2.75	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.20	38.124	26.356	376.829	200.000	0.983	0.416	0.094	4.43	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.40	41.948	28.219	370.450	200.000	0.982	0.402	0.096	4.17	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.60	45.772	30.081	364.577	200.000	0.980	0.389	0.099	3.94	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.80	49.596	31.944	359.142	200.000	0.979	0.377	0.100	3.75	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.00	53.420	33.807	354.090	200.000	0.977	0.366	0.102	3.58	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.20	57.244	35.669	349.373	200.000	0.976	0.356	0.103	3.44	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.40	61.068	37.532	344.956	200.000	0.974	0.346	0.105	3.31	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

									bile di liquefaz ione		
3.60	64.892	39.395	340.804	200.000	0.972	0.338	0.106	3.19	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
3.80	68.716	41.257	336.890	200.000	0.971	0.329	0.107	3.08	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
4.00	72.540	43.120	333.192	200.000	0.969	0.322	0.108	2.98	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
4.20	76.364	44.983	329.687	200.000	0.968	0.315	0.109	2.90	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
4.40	80.188	46.845	326.360	200.000	0.966	0.308	0.109	2.82	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
4.60	84.012	48.708	323.194	200.000	0.965	0.302	0.110	2.74	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
4.80	87.836	50.571	320.176	200.000	0.963	0.296	0.111	2.67	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
5.00	91.660	52.433	317.294	200.000	0.962	0.290	0.111	2.61	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso

Conservatorio di musica "Luisa D'Annunzio"

5.20	95.484	54.296	314.537	200.000	0.960	0.284	0.112	2.55	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.40	99.308	56.159	311.896	200.000	0.959	0.279	0.112	2.49	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.60	103.132	58.021	309.362	200.000	0.957	0.274	0.112	2.44	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.80	106.956	59.884	306.928	200.000	0.956	0.270	0.113	2.39	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.00	110.780	61.747	304.586	200.000	0.954	0.265	0.113	2.34	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.20	114.604	63.609	302.332	200.000	0.953	0.261	0.113	2.30	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.40	118.428	65.472	300.158	200.000	0.951	0.257	0.114	2.26	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.60	122.252	67.335	298.060	200.000	0.950	0.253	0.114	2.22	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.80	126.076	69.197	296.034	200.000	0.948	0.249	0.114	2.18	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

Conservatorio di musica "Luisa D'Annunzio"

									bile di liquefaz ione		
7.00	129.900	71.060	294.075	200.000	0.946	0.245	0.114	2.15	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
7.20	133.724	72.923	292.178	200.000	0.945	0.242	0.115	2.11	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
7.40	137.548	74.785	290.342	200.000	0.943	0.238	0.115	2.08	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
7.60	141.372	76.648	288.562	200.000	0.942	0.235	0.115	2.05	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
7.80	145.196	78.511	286.835	200.000	0.940	0.232	0.115	2.02	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
8.00	149.020	80.373	285.158	200.000	0.939	0.229	0.115	1.99	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
8.20	152.844	82.236	283.529	200.000	0.937	0.226	0.115	1.96	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
8.40	156.668	84.099	281.946	200.000	0.936	0.223	0.115	1.94	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso

Conservatorio di musica "Luisa D'Annunzio"

8.60	160.492	85.961	280.406	200.000	0.934	0.220	0.115	1.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.80	164.316	87.824	278.908	200.000	0.933	0.217	0.115	1.89	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.00	168.140	89.687	277.448	200.000	0.931	0.215	0.115	1.86	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.20	171.964	91.549	276.026	200.000	0.928	0.212	0.115	1.84	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.40	175.788	93.412	274.640	200.000	0.923	0.210	0.115	1.83	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.60	179.612	95.275	273.287	200.000	0.918	0.207	0.114	1.81	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.80	183.436	97.137	271.968	200.000	0.912	0.205	0.114	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.00	187.260	99.000	270.679	200.000	0.907	0.203	0.113	1.79	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.20	191.960	101.739	268.839	200.000	0.902	0.199	0.112	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

Conservatorio di musica "Luisa D'Annunzio"

									bile di liquefaz ione		
10.40	196.660	104.478	267.060	200.000	0.896	0.196	0.112	1.76	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
10.60	201.360	107.216	265.338	200.000	0.891	0.193	0.111	1.74	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
10.80	206.060	109.955	263.670	200.000	0.886	0.190	0.110	1.73	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
11.00	210.760	112.694	262.053	200.000	0.880	0.187	0.109	1.72	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
11.20	215.460	115.432	260.485	200.000	0.875	0.184	0.108	1.71	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
11.40	220.160	118.171	258.962	200.000	0.870	0.181	0.107	1.69	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
11.60	224.860	120.910	257.483	200.000	0.864	0.179	0.106	1.68	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
11.80	229.560	123.648	256.045	200.000	0.859	0.176	0.105	1.67	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso

Conservatorio di musica "Luisa D'Annunzio"

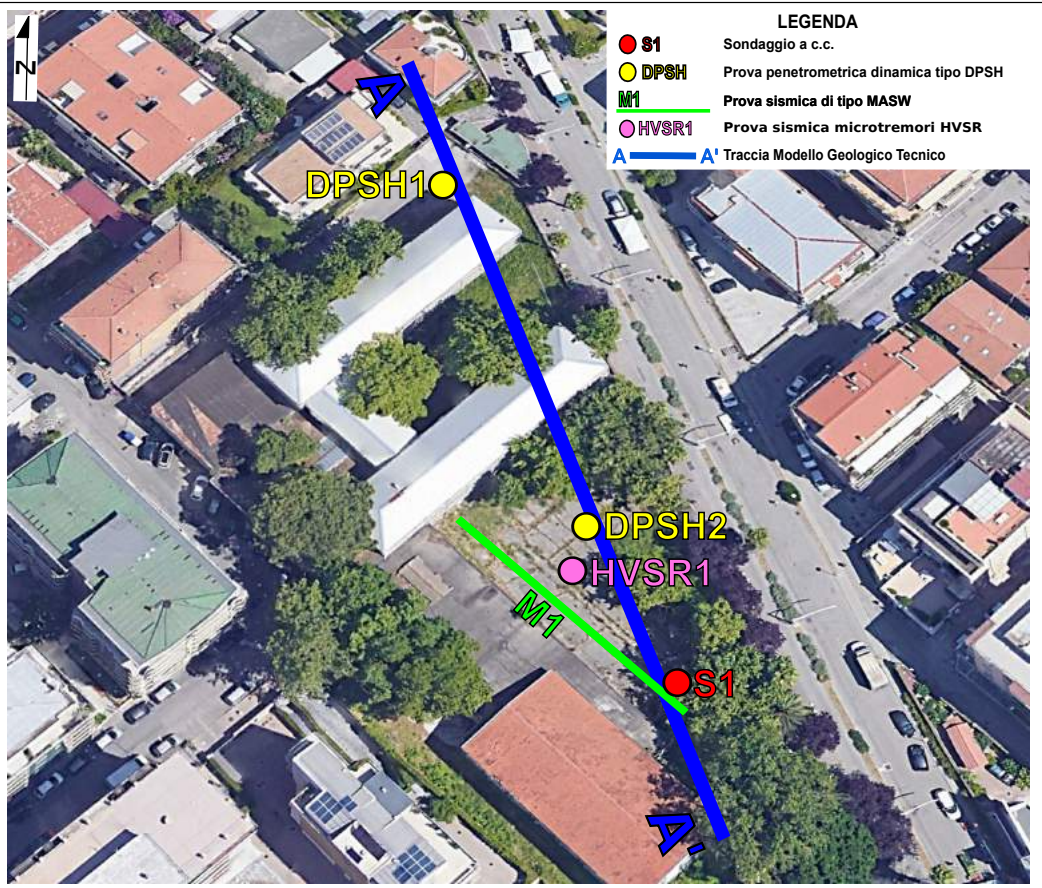
12.00	234.260	126.387	254.647	200.000	0.854	0.174	0.105	1.66	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.20	238.960	129.126	253.286	200.000	0.848	0.171	0.104	1.65	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.40	243.660	131.864	251.960	200.000	0.843	0.169	0.103	1.64	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.60	248.360	134.603	250.669	200.000	0.838	0.166	0.102	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.80	253.060	137.342	249.410	200.000	0.832	0.164	0.101	1.62	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.00	257.760	140.080	248.182	200.000	0.827	0.162	0.101	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.20	262.460	142.819	246.983	200.000	0.822	0.159	0.100	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.40	267.160	145.558	245.813	200.000	0.816	0.157	0.099	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.60	271.860	148.296	244.670	200.000	0.811	0.155	0.098	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

									bile di liquefaz ione		
13.80	276.560	151.035	243.554	200.000	0.806	0.153	0.098	1.57	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
14.00	281.260	153.774	242.462	200.000	0.800	0.151	0.097	1.56	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
14.20	285.460	156.012	241.587	200.000	0.795	0.149	0.096	1.55	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
14.40	289.660	158.251	240.728	200.000	0.790	0.147	0.096	1.54	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
14.60	293.860	160.490	239.884	200.000	0.784	0.146	0.095	1.53	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
14.80	298.060	162.728	239.055	200.000	0.779	0.144	0.094	1.53	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso
15.00	302.260	164.967	238.240	200.000	0.774	0.142	0.094	1.52	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki) = 0 Zcrit= 20 m Rischio = Molto basso

UBICAZIONE DELLE INDAGINI
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
MODELLO GEOLOGICO TECNICO
PARAMETRI SISMICI

UBICAZIONE



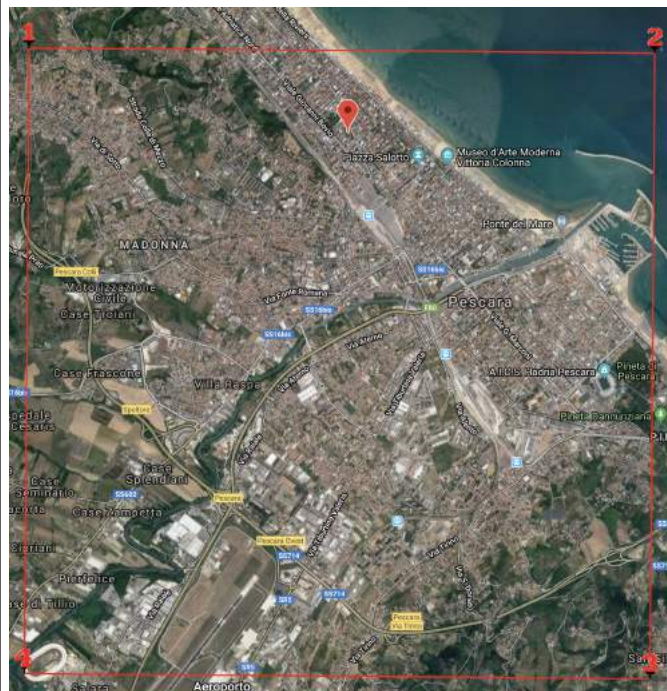
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



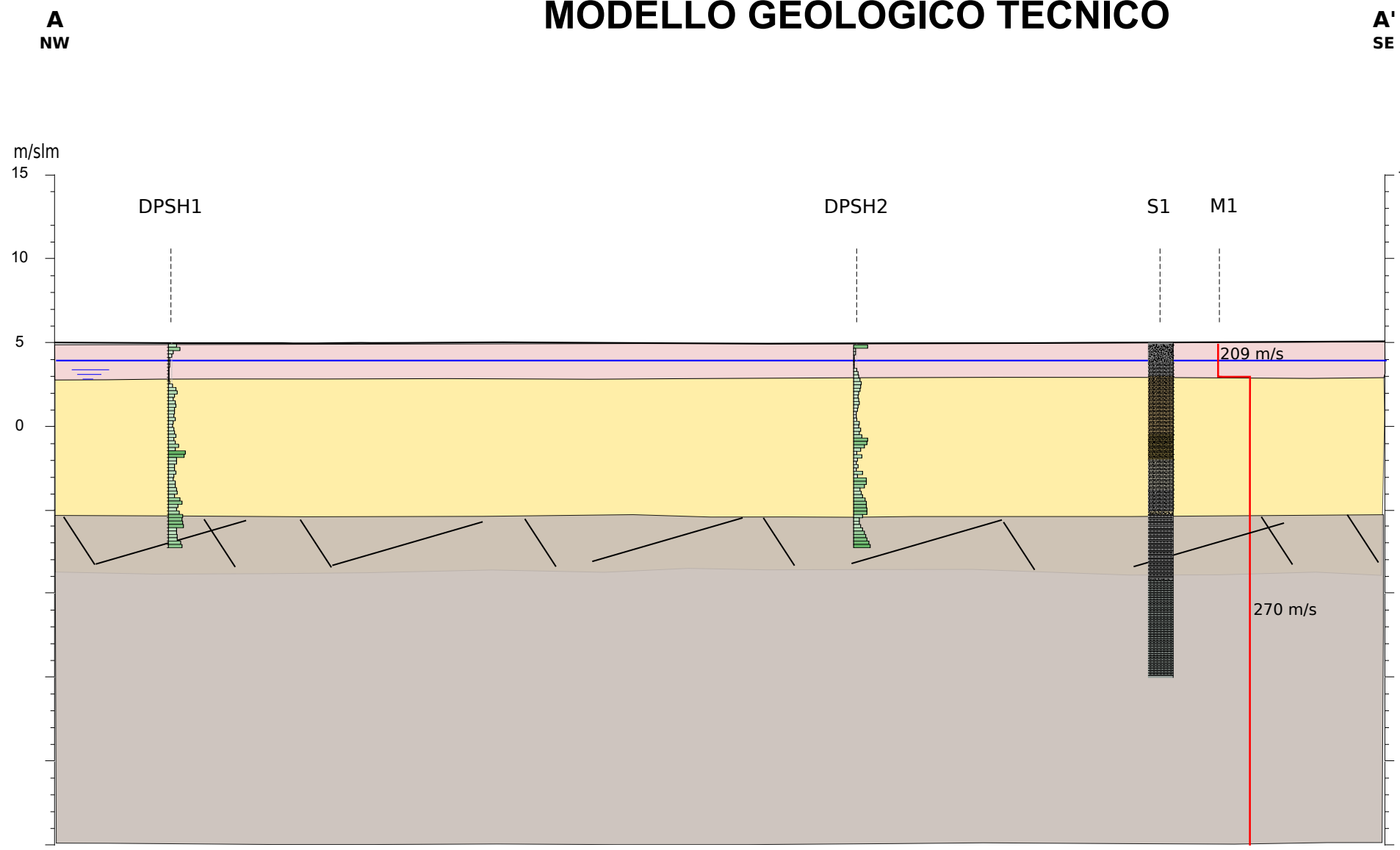
ALLEGATO 3

REGIONE ABRUZZO
PROVINCIA DI PESCARA
COMUNE DI
PESCARA
Conservatorio Luisa D'Annunzio
Via Caduti sul lavoro

PARAMETRI SISMICI



MODELLO GEOLOGICO TECNICO



LEGENDA					
UNITA' GEOTECNICHE					
UG1 Terreno di riporto					
Parametro geotecnico	Valore nominale medio	Valore caratt. (Xk)	Metodo utilizzato	Valore di progetto (M1)	Valore di progetto (M2)
UNITA' GEOTECNICA 1					
Ang. di attrito (°)	21,9	20,7	COV=5%	20,7	16,56
Peso di Volume (t/m³)	1,75	1,65	COV=5%	1,65	1,65
Mod. Edometrico (kg/cm²)	41,1	28,6	COV=30%		
Mod. di Young (kg/cm²)	26,8	18,8	COV=30%		
Mod. di Poisson	0,34				
Mod. di deform. al taglio Gstatico (kg/cm²)	10,0	5,9	COV=30%		
UG2 Sabbia limosa con sottili livelli di ghiaia in profondità					
Parametro geotecnico	Valore nominale medio	Valore caratt. (Xk)	Metodo utilizzato	Valore di progetto (M1)	Valore di progetto (M2)
UNITA' GEOTECNICA 2					
Ang. di attrito (°)	25,4	24,2	COV=5%	24,2	19,36
Peso di Volume (t/m³)	1,93	1,81	COV=5%	1,81	1,81
Coesione efficace C' (kg/cm²)	0,07	0,05	COV=20%	0,05	0,04
Mod. Edometrico (kg/cm²)	75,1	56,2	COV=30%		
Mod. di Young (kg/cm²)	53,4	40,0	COV=30%		
Mod. di Poisson	0,32				
Mod. di deform. al taglio Gstatico (kg/cm²)	18,2	12,2	COV=30%		
UG3 Argilla con limo (primi 4m si presentano alterati)					
Parametro geotecnico	Valore nominale medio	Valore caratt. (Xk)	Metodo utilizzato	Valore di progetto (M1)	Valore di progetto (M2)
UNITA' GEOTECNICA 3					
Ang. di attrito (°)	23,9	22,8	COV=5%	22,8	18,5
Peso di Volume (t/m³)	2,11	2,01	COV=5%	2,01	2,01
Coesione non drenata Cu (kg/cm²)	1,86	1,56	COV=20%	1,56	1,12
Coesione efficace C' (kg/cm²)	0,88	0,59	COV=20%	0,59	0,39
Mod. Edometrico (kg/cm²)	130,9	107,1	COV=30%		
Mod. di Young (kg/cm²)	97,6	79,7	COV=30%		
Mod. di Poisson	0,37				
Mod. di deform. al taglio Gstatico (kg/cm²)	36,1	29,8	COV=30%		
Categoria Topografica T1 Categoria Sottosuolo C Vs30 = 265 m/s Falda piezometrica					

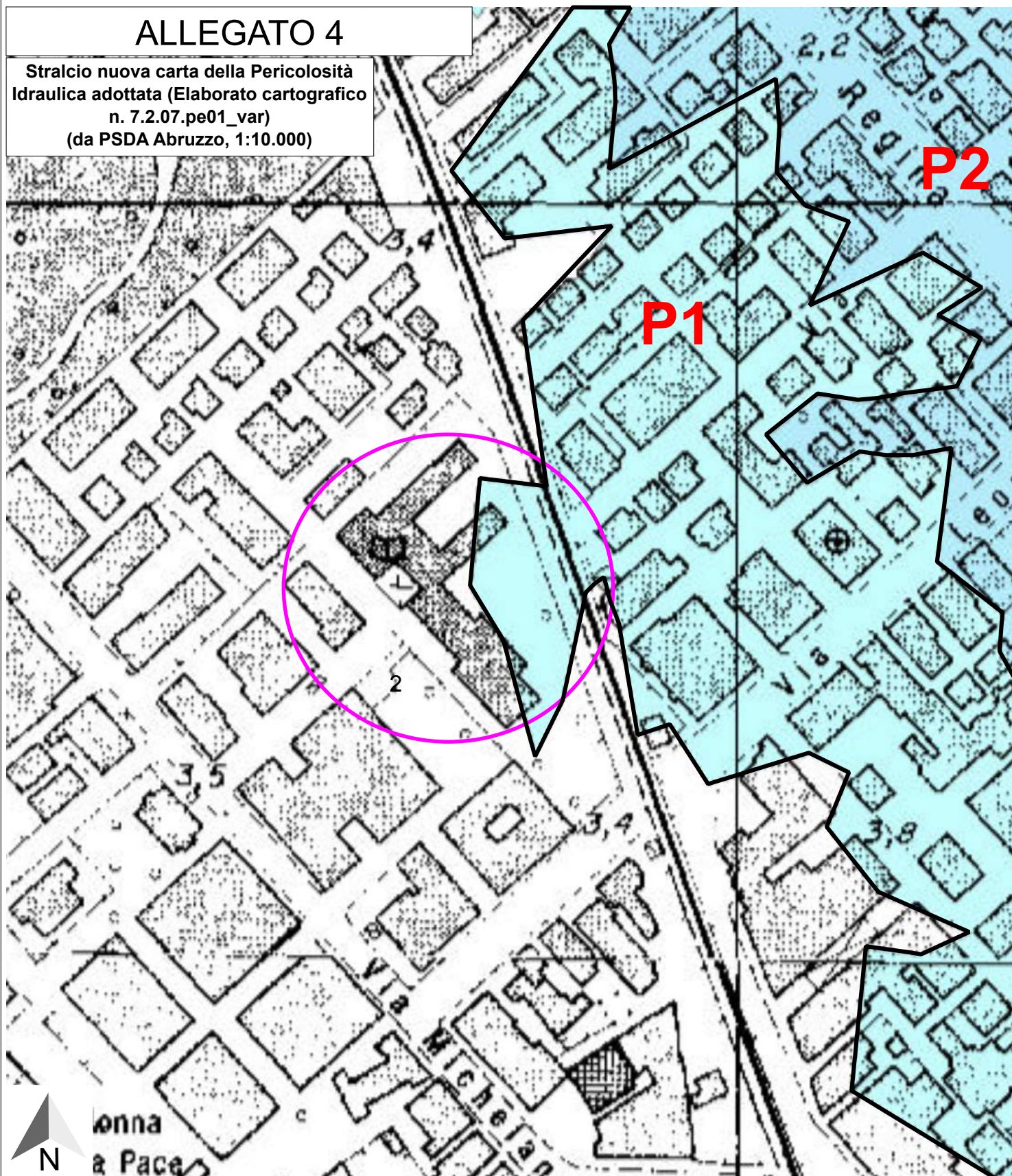
		Probabilità di superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo	Tc* (s)
SLE	SLO Operatività	81	30	0,045	2,471	0,284
	SLD Danno	63	50	0,056	2,475	0,310
SLU	SLV Salvaguardia della vita	10	475	0,135	2,519	0,367
	SLC Prevenzione dal collasso	5	975	0,175	2,516	0,386

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
SLO	1,500	1,590	1,000	0,013	0,007	0,655	0,200
SLD	1,500	1,550	1,000	0,017	0,008	0,817	0,200
SLV	1,500	1,460	1,000	0,049	0,024	1,991	0,240
SLC	1,440	1,440	1,000	0,060	0,030	2,469	0,240

Stralcio nuova carta della
Pericolosità adottata
(elaborato n. 7.2.07.pe.01_var)

ALLEGATO 4

Stralcio nuova carta della Pericolosità
Idraulica adottata (Elaborato cartografico
n. 7.2.07.pe01_var)
(da PSDA Abruzzo, 1:10.000)



Legenda

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

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1m$ $v_{50} > 1m/s$		Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1m > h_{50} > 0.5 m$ $h_{100} > 1m$ $v_{100} > 1m/s$		
	Pericolosità media $h_{100} > 0m$		
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0m$		

ELABORATO N.

7.2.07.pe.01_var

SCALA

1: 10000

CODICE DOCUMENTO

C070207pe01

FILE

C070207pe01_var.pdf

TITOLO

STUDI IDRAULICI PER LA MAPPATURA DELLE AREE INONDABILI
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
Bacino del Aterno Pescara
Fiume Pescara

Sito di Studio

P2 Pericolosità media
P1 Pericolosità moderata

RELAZIONE SISMICA

RELAZIONE SISMICA

1	PREMESSA.....	97
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	97
3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO	97
3.1	Valutazione 'pericolosità sismica'	97
3.2	Valutazione del parametro Tempo di ritorno - T_r	98
3.3	Probabilità di superamento dello stato limite richiesto	99
3.4	Definizione della terna di valori a_g , F_0 , T_c^*	99
3.5	Effetto della risposta sismica locale	99
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE	100
5	SPETTRI DI PROGETTO	100

1 PREMESSA

Il presente lavoro è stato redatto su incarico del **Comune di Pescara**, per il progetto dal titolo: *"Lavori di ristrutturazione e ampliamento volti al recupero del fabbricato ex scuola Muzii di Via Saffi, ad uso del conservatorio L. D'Annunzio di Viale Bovio-Viale Muzii"*.

.

Zona sismica	III
Classe uso (Cu)*	II -> 1,0
Vita nominale*	50 anni
Lat. (ED50)	N 42,476238
Long. (ED50)	E 14,202725

*Come indicato dal progettista

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Risultano vigenti le seguenti norme:

- DM 17/01/2018 'Norme tecniche delle costruzioni (NTC)'
- OPCM n°3274 del 20.03.2003
- Eurocodici in versione normata UNI
- LR n°28/2011 (aggiornamento aprile 2016)
- DGR n° 1009 del 29.10.2008

3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO

3.1 Valutazione 'pericolosità sismica'

Le azioni sismiche di progetto sono state definite in primo luogo dalla valutazione della "pericolosità sismica di base" riferita al sito di costruzione.

La normativa adottata (D.M. 17/01/18 Testo Unico – Norme tecniche per le costruzioni) suddivide il territorio nazionale in un reticolo di punti di coordinate geografiche assegnate.

Per ogni punto del reticolo vengono assegnate le 9 terne di valori:

$$a_g \quad F_0 \quad T^*_c$$

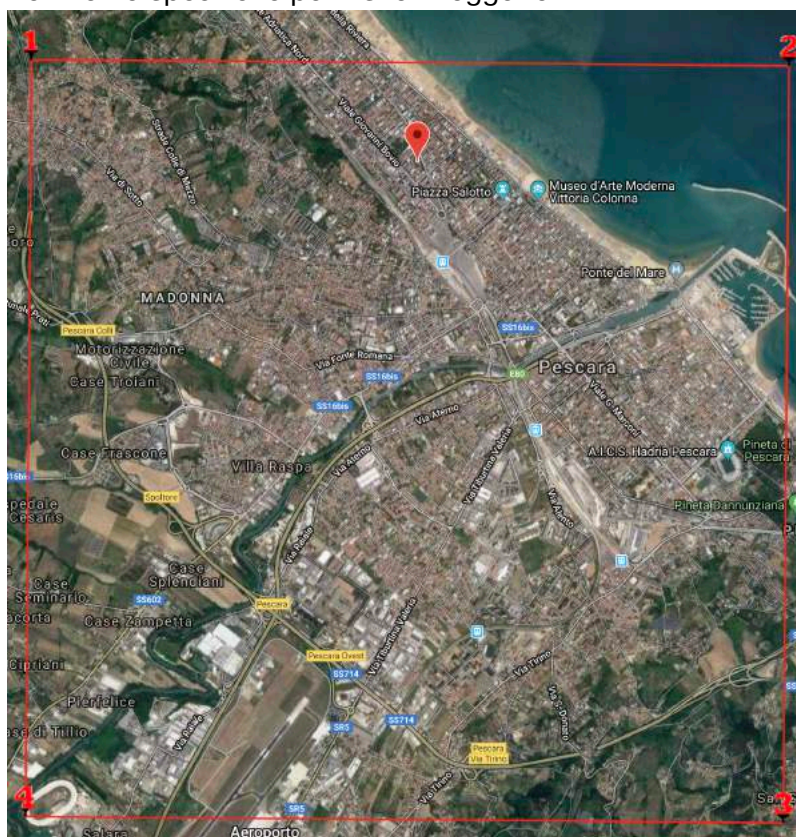
per i periodi di ritorno (T_r) di riferimento dove:

a_g è l'accelerazione massima al sito su suolo di riferimento rigido;

F_0 è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c è il periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La posizione geografica di riferimento del sito rientra all'interno di una specifica quaterna di punti notevoli del reticolo; interpolando i valori si ottengono le terne di valori per i periodi di ritorno di riferimento specifiche per il sito in oggetto.



Sito 1 ID: 25873 Lat: 42,4830 Lon: 14,1682 Distanza: 2934,005

Sito 2 ID: 25874 Lat: 42,4826 Lon: 14,2359 Distanza: 2814,554

Sito 3 ID: 26096 Lat: 42,4326 Lon: 14,2354 Distanza: 5541,805

Sito 4 ID: 26095 Lat: 42,4330 Lon: 14,1676 Distanza: 5601,185

Fig.1 Nodi di riferimento intorno al sito

3.2 Valutazione del parametro Tempo di ritorno - T_r

La scelta del periodo di ritorno da utilizzare, sono da valutare due fattori: la valutazione del **periodo di riferimento (V_r)** e la probabilità di superamento dello stato limite di progetto, in altre parole la richiesta prestazionale che la struttura deve soddisfare.

Dove il **periodo di riferimento (V_r)** dell'evento sismico (par. 2.4.3. – NTC18) è dato dal prodotto della **vita nominale (V_n)** e il **coefficiente d'uso (C_u)**: **$V_r = V_n \times C_u$**

$$V_r = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni}$$

3.3 Probabilità di superamento dello stato limite richiesto

Gli stati limite della struttura sono raccolti nella successiva tabella suddivisa per stati limite di esercizio e stati limite ultimi.

Nelle NTC18, al Cap. 7.1 sotto l'effetto dell'azione sismica si considerano rispettati tutti gli stati limite di esercizio, qualora sia rispettato il solo **SLD**.

Per le verifiche in termini di stati limite ultimi è sufficiente rispettare il solo **SLV**.

3.4 Definizione della terna di valori a_g , F_0 , T_c^*

In ultima analisi, le scelte progettuali introdotte ai due paragrafi precedenti, definiscono la massima accelerazione orizzontale al sito su suolo di riferimento rigido.

		Probabilità di superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo	Tc* (s)
SLE	SLO Operatività	81	30	0,045	2,471	0,284
	SLD Danno	63	50	0,056	2,475	0,310
SLU	SLV Salvaguardia della vita	10	475	0,135	2,519	0,367
	SLC Prevenzione dal collasso	5	975	0,175	2,516	0,386

3.5 Effetto della risposta sismica locale

Occorre valutare le condizioni geomorfologiche del sito che su cui si sviluppa l'opera, vengono per tanto individuati due parametri amplificativi dell'azione sismica, riferiti al sottosuolo ed alla configurazione topografica del sito.

Categoria di sottosuolo	C
-------------------------	---

Categoria topografia	T1
-----------------------------	-----------

	Ss (-)	Cc (-)	St (-)	Kh (-)	Kv (-)	Amax (-)	Beta (-)
SLO	1,500	1,590	1,000	0,013	0,007	0,655	0,200
SLD	1,500	1,550	1,000	0,017	0,008	0,817	0,200
SLV	1,500	1,460	1,000	0,049	0,024	1,991	0,240
SLC	1,440	1,440	1,000	0,060	0,030	2,469	0,240

Dalle suddette categorie vengono definiti sia il **coefficiente di amplificazione stratigrafica** correlato alla categoria di sottosuolo (**Ss**) che il **coefficiente di amplificazione topografica**, correlato alla configurazione topografica del sito (**St**).

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

Vista l'elevata rigidezza della struttura si considera che il movimento del terreno venga trasmesso alla struttura senza subire sfasamenti, altresì si considera un periodo proprio di oscillazione delle strutture prossimo allo 0. Per questo motivo, ed in accordo con la normativa tecnica adottata, il comportamento della struttura sotto l'effetto sismico non prende in conto i parametri q (fattore di duttilità della tipologia struttura) e ξ (fattore di duttilità funzione del materiale), in quanto tali parametri influenzano la risposta sismica solo nel caso in cui un'opera può oscillare con un proprio periodo diverso da quello del suolo ($T > 0$).

Per completezza nella trattazione, ed ai fini della redazione dello spettro di progetto utilizzato i due valori precedenti vengono posti in una configurazione di default, rispettivamente pari a 1 e 5%.

5 SPETTRI DI PROGETTO

Lo spettro di progetto utilizzato ha come ipotesi alla base:

- Smorzamento ξ non considerato (Posto pari a 5%)
- Fattore di struttura componenti orizzontali non considerato (Posto pari a 1)
- Fattore di struttura componenti verticali posto pari a 1

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

☐ Ricerca per comune

LONGITUDINE
14,20272

LATITUDINE
42,47623

REGIONE
Abruzzo

PROVINCIA
Pescara

COMUNE
Pescara

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione
media pond

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N 50 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U 1 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R 50 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	30
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	50
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	475
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	975

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

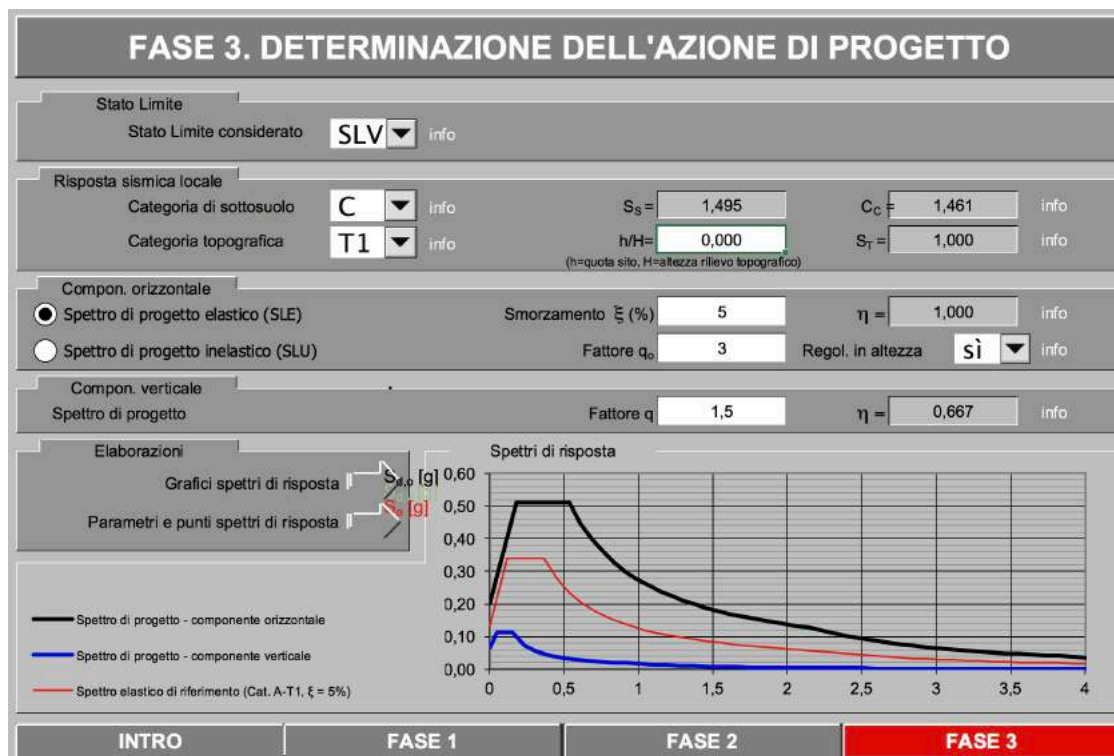


Fig.2 Fase 1,2,3 determinazione azione di progetto (Spettri-NTCver.1.0.3.xls)

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite:**SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,135 g
F_o	2,519
T_C	0,367 s
S_S	1,495
C_C	1,461
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,495
η	1,000
T_B	0,179 s
T_C	0,537 s
T_D	2,141 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

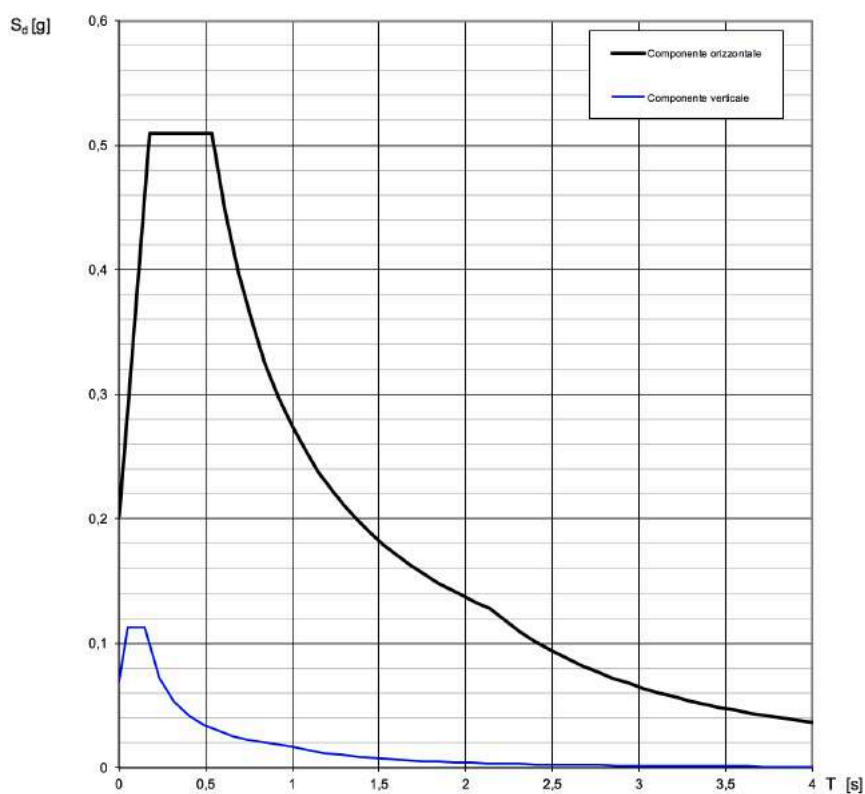
Lo spettro di progetto $S_e(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	
$T_B \leftarrow$	0,179	0,510
$T_C \leftarrow$	0,537	0,510
	0,613	0,446
	0,689	0,397
	0,766	0,357
	0,842	0,325
	0,919	0,298
	0,995	0,275
	1,071	0,255
	1,148	0,238
	1,224	0,223
	1,301	0,210
	1,377	0,199
	1,454	0,188
	1,530	0,179
	1,606	0,170
	1,683	0,163
	1,759	0,156
	1,836	
	1,912	0,143
	1,988	0,138
	2,065	0,132
$T_D \leftarrow$	2,141	0,128
	2,230	0,118
	2,318	0,109
	2,407	0,101
	2,495	0,094
	2,584	0,088
	2,672	0,082
	2,761	0,077
	2,849	0,072
	2,938	0,068
	3,026	0,064
	3,115	0,060
	3,203	0,057
	3,292	0,054
	3,380	0,051
	3,469	0,049
	3,557	0,046
	3,646	0,044
	3,734	0,042
	3,823	0,040
	3,911	0,038
	4,000	0,037

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Fig.3 Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Fig.4 Spettri di risposta delle componenti orizzontali e verticali per lo stato limite SLV

Gioia dei Marsi (AQ)

Il Geologo

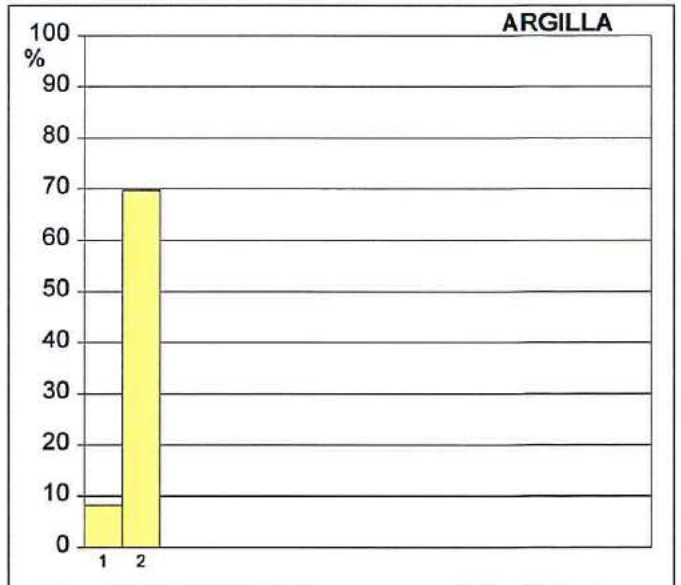
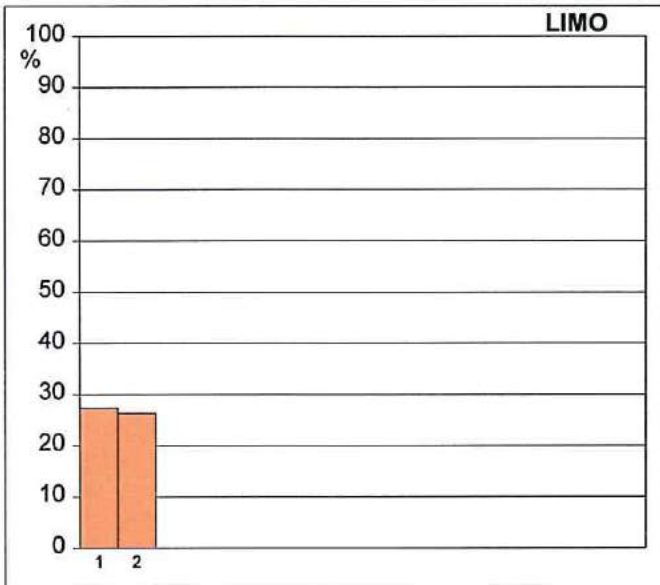
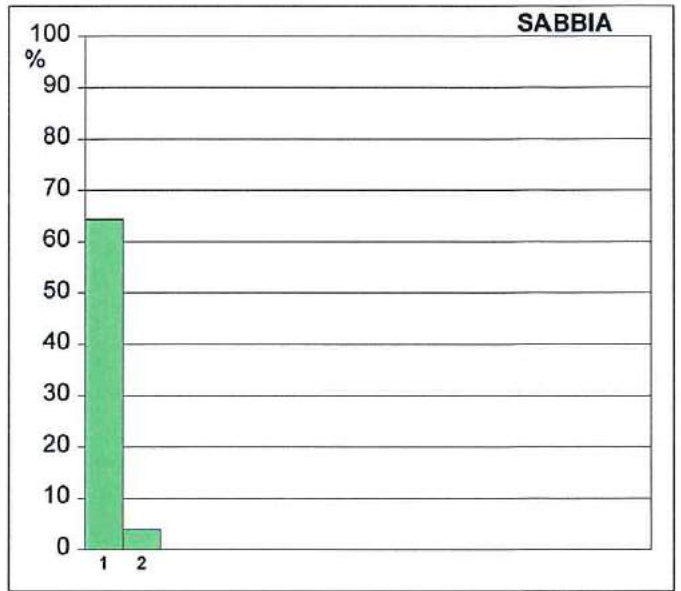
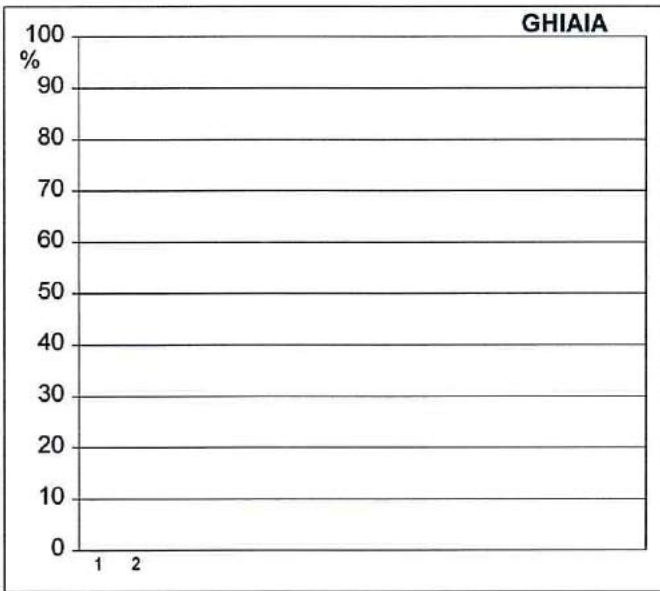
Gennaio 2019

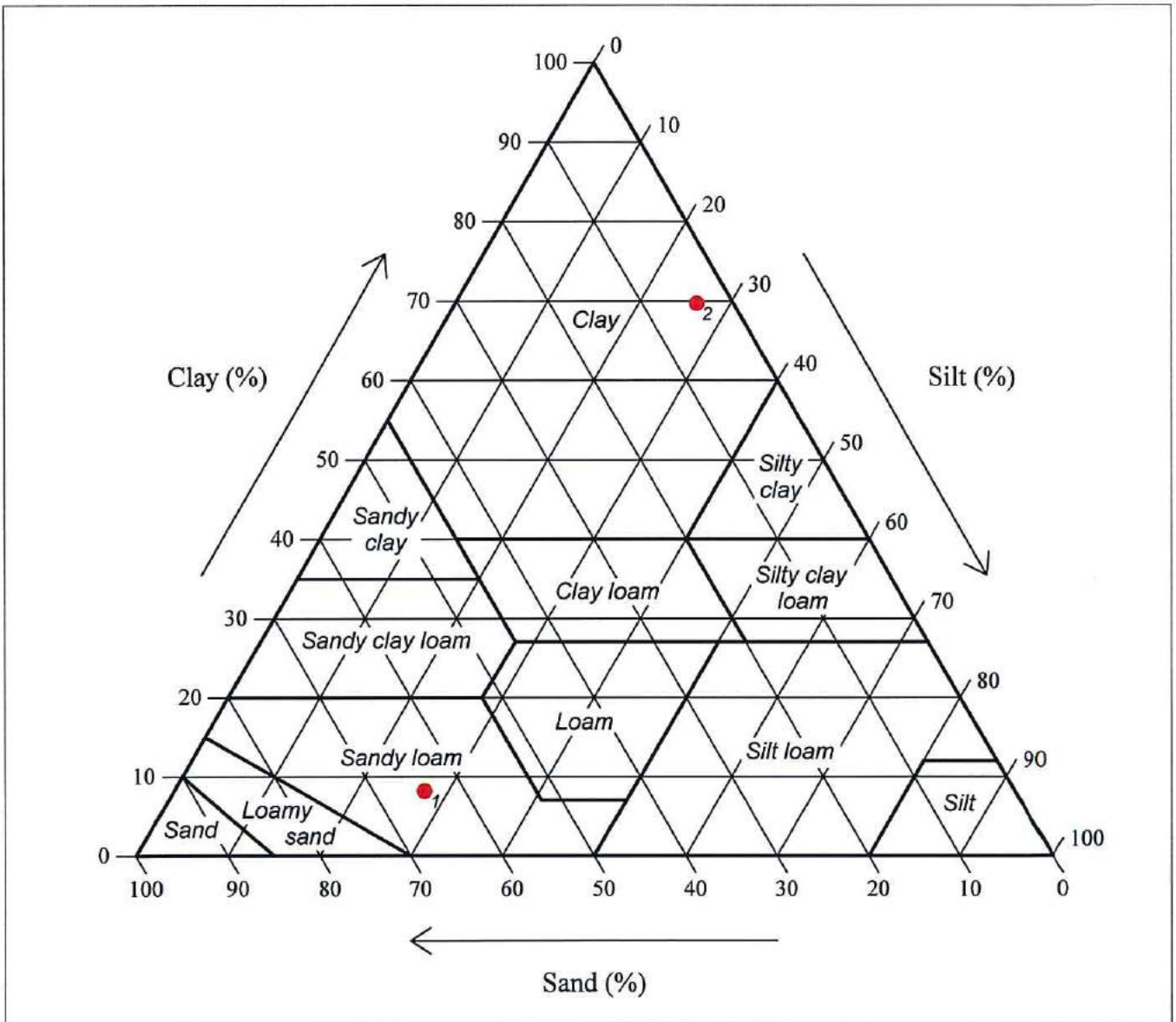
Dott. Michele Aureli

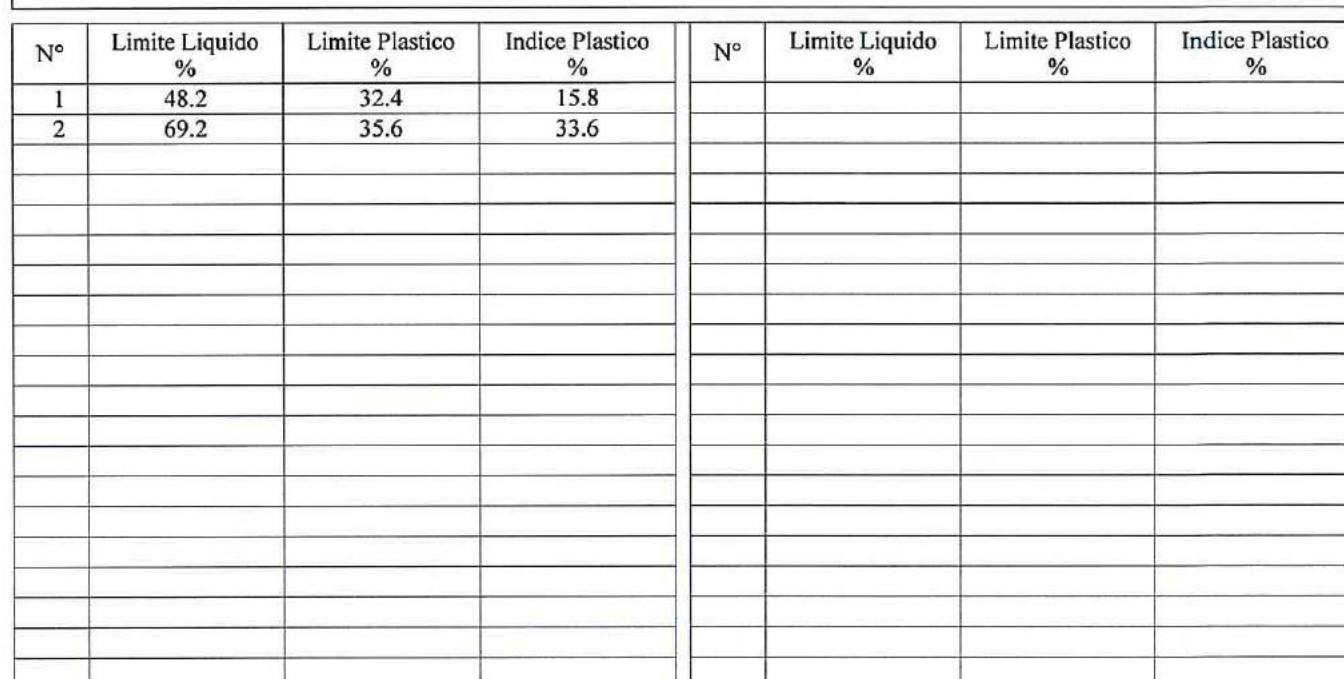
CERTIFICATI DI LABORATORIO

QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Riferimento			Caratteristiche fisiche								Limiti di consistenza					Granulometria				Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m³	γ _{sec} kN/m³	γ _{sat} kN/m³	γ _s kN/m³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	LL %	LP %	IP %	IC %	LR %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	φ °	c kPa	24.5 kPa	49.0 kPa	98.0 kPa	196.0 kPa	392.0 kPa
S1	C1	1.50 - 2.00	26.5	18.9	15.0	19.2	26.4	0.77	43.4	93.1	48.2	32.4	15.8	1.37	19.8		64.4	27.4	8.2	27.5	7	3010	2792	2840	4182	7906
S1	C2	14.50 - 15.00	19.0	19.3	16.2	20.1	26.7	0.65	39.2	80.1	69.2	35.6	33.6	1.49	14.7		4.0	26.3	69.7	20.2	87		5076	6298	7644	10542

[illegible]

[illegible]



COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA, 77 - GIOIA DEI MARSI

RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	26.5	%
Peso di volume	18.9	kN/m ³
Peso di volume secco	15.0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.2	kN/m ³
Peso specifico	26.4	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.767	
Porosità	43.4	%
Grado di saturazione	93.1	%
Limite di liquidità	48.2	%
Limite di plasticità	32.4	%
Indice di plasticità	15.8	%
Indice di consistenza	1.37	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	19.8	%
CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 1

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	64.4	%
Limo	27.4	%
Argilla	8.2	%
D 10	0.006698	mm
D 50	0.128108	mm
D 60	0.186030	mm
D 90	0.993073	mm
Passante set. 10	96.2	%
Passante set. 42	77.0	%
Passante set. 200	35.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	6.7	kPa	ϕ' 27.5 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 24.5	3010	0.001470	4.79E-08
24.5 ÷ 49.0	2792	0.001560	5.48E-08
49.0 ÷ 98.0	2840	0.001504	5.19E-08
98.0 ÷ 196.0	4182	0.001840	4.32E-08
196.0 ÷ 392.0	7906	0.001454	1.80E-08
392.0 ÷ 784.0	14790	0.001502	9.96E-09
784.0 ÷ 1568.0	28213	0.001482	5.15E-09

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI

RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

Posizione delle prove				cm	Rp	VT	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
GR	CF	ED	TD		kPa	kPa		
				0				SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO. MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità dell'abaco di plasticità di Casagrande. MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 4/2 Olive gray
				10		9		
				20		9		
				30		9		
				40		9		
				50			50	



TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

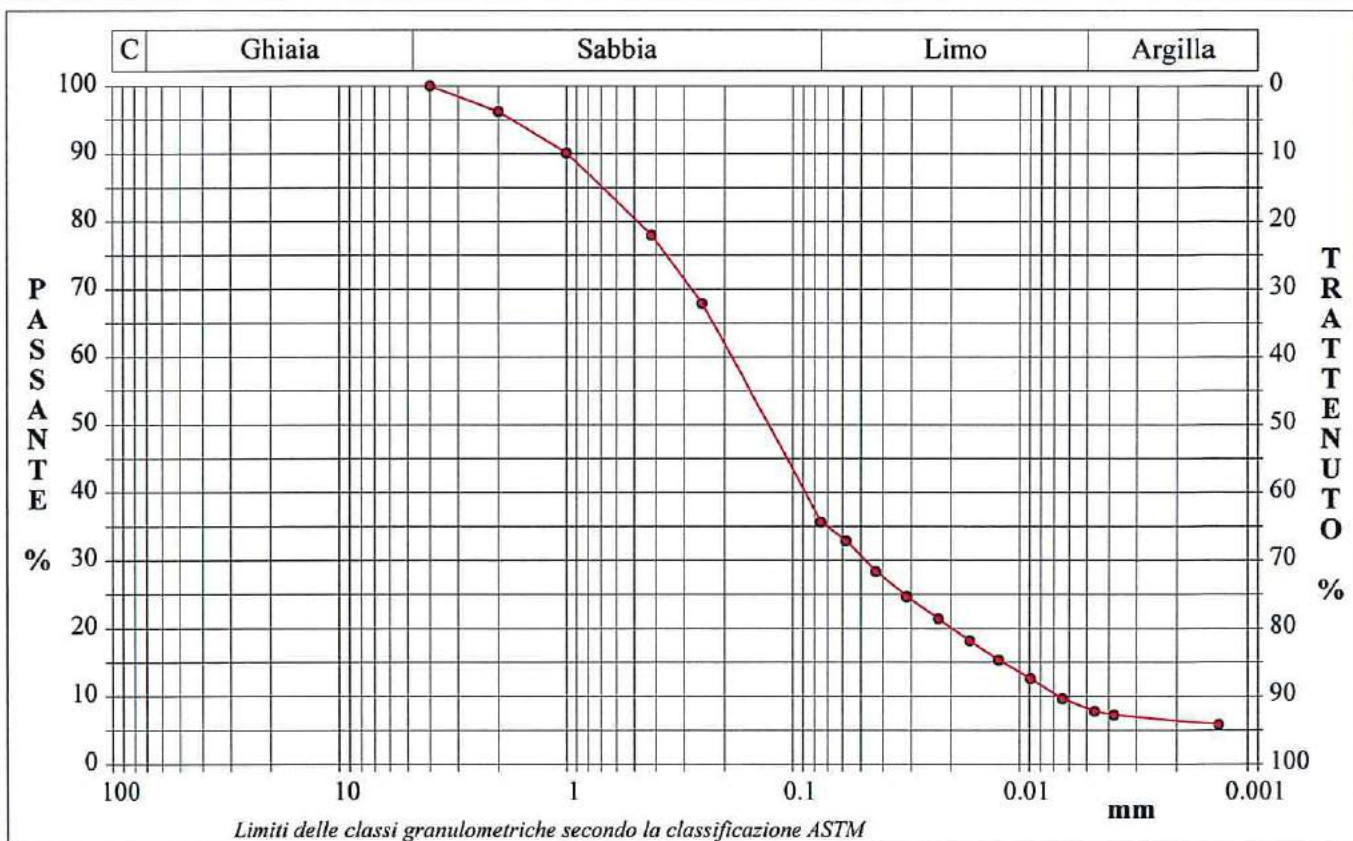
CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/gr/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI				
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96.2 %	D10	0.00670 mm	
Sabbia	64.4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	77.0 %	D30	0.04799 mm	
Limo	27.4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	35.6 %	D50	0.12811 mm	
Argilla	8.2 %			D60	0.18603 mm	
Coefficiente di uniformità		27.77	Coefficiente di curvatura	1.85	D90	0.99307 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4.0000	100.00	0.0750	35.65	0.0166	18.14	0.0038	7.23		
2.0000	96.23	0.0582	32.88	0.0124	15.31	0.0013	5.81		
1.0000	90.10	0.0430	28.34	0.0089	12.61				
0.4200	77.97	0.0314	24.66	0.0064	9.64				
0.2500	67.92	0.0228	21.40	0.0046	7.79				

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/gr/19	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: SI CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

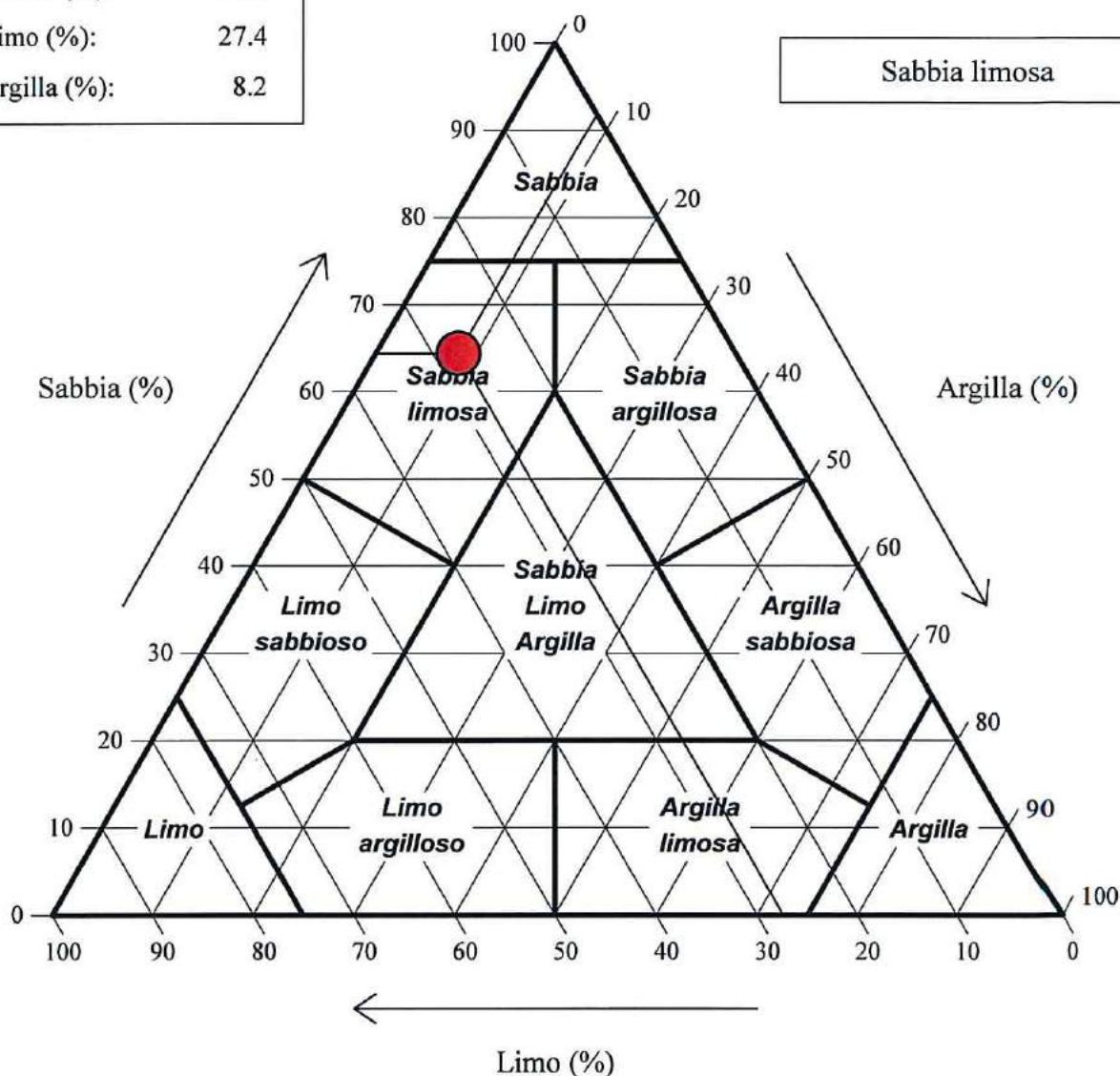
ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 64.4
Limo (%): 27.4
Argilla (%): 8.2

Diagramma di Shepard

Sabbia limosa



SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/u/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 08/01/19
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1.50 - 2.00	
<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma UNI EN ISO 17892-1			

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 26.5 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/pdv/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 07/01/19
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1.50 - 2.00	
<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T15/D			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.9 kN/m³

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/ps/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 08/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 08/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma UNI EN ISO 17892-3

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26.4 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26.4 kN/m³

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/1c/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 09/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI				
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

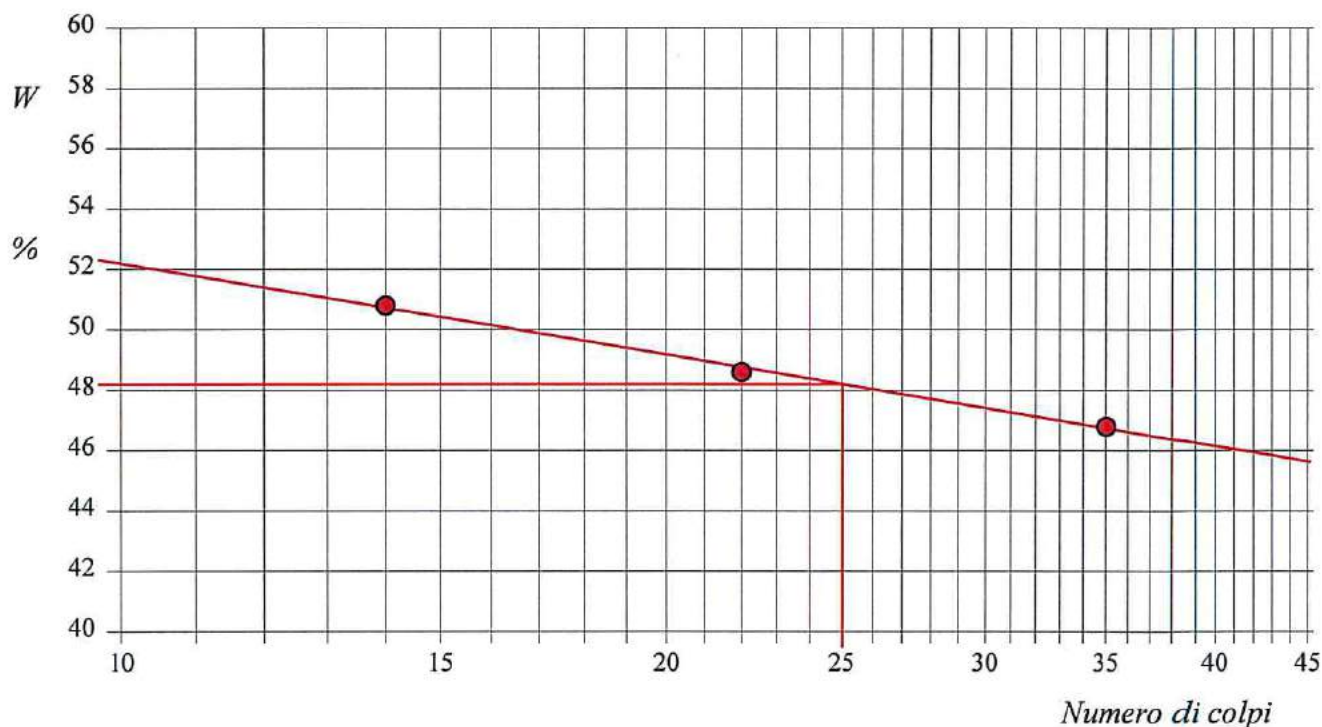
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	48.2 %
Limite di plasticità	32.4 %
Indice di plasticità	15.8 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	14	22	35		Umidità (%)	32.0	32.7
Umidità (%)	50.8	48.6	46.8		Umidità media	32.4	

Determinazione del Limite di liquidità



SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/lc/19	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 09/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

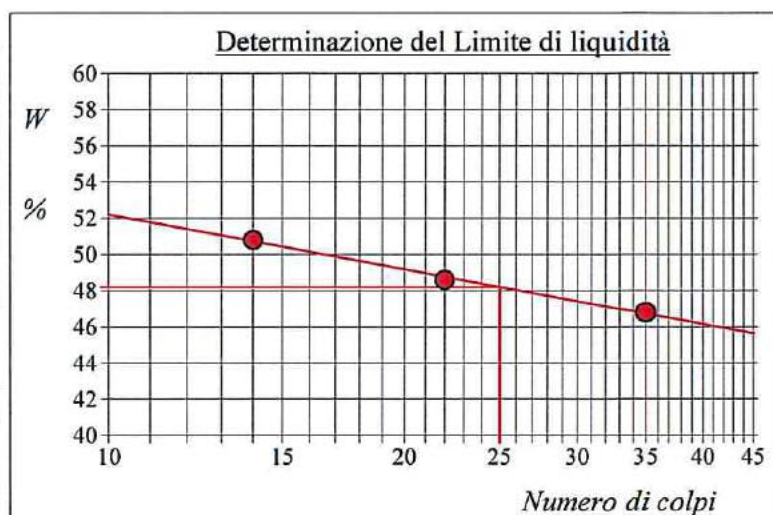
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI				
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

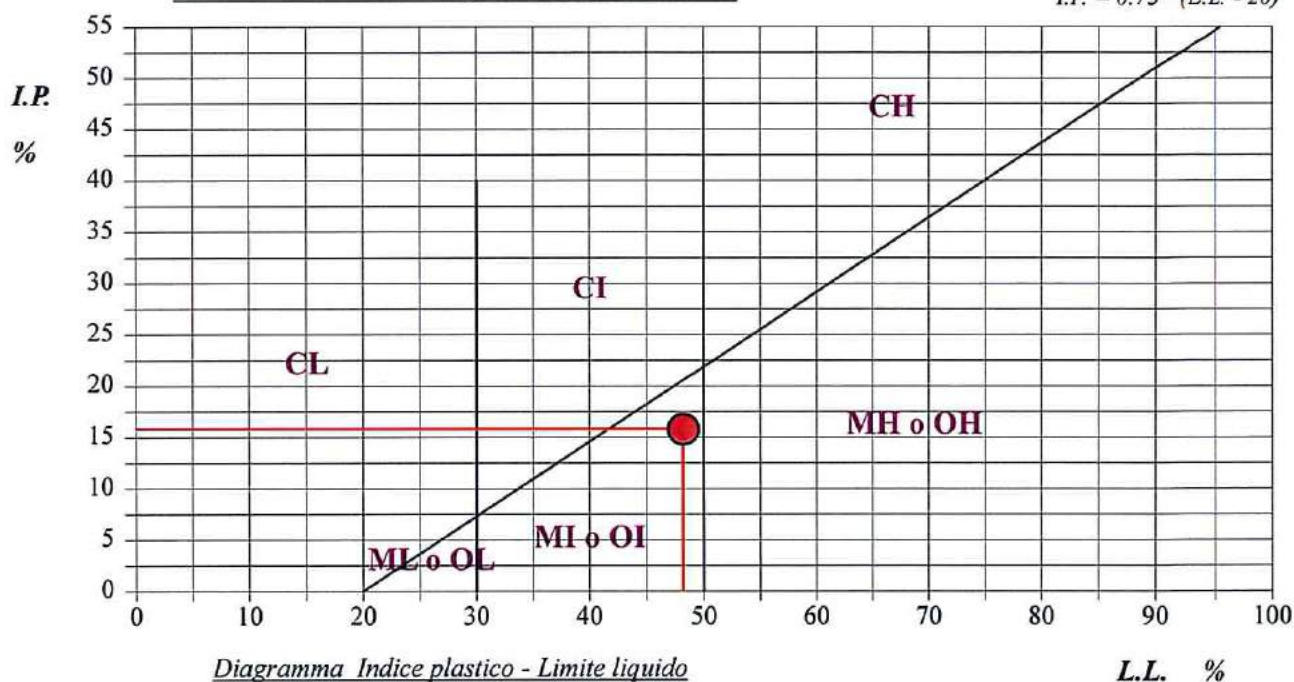
Limite di liquidità	48.2	%
Limite di plasticità	32.4	%
Indice di plasticità	15.8	%
Indice di consistenza	1.37	
Passante al set. n° 40	SI	

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



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/gr/19 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19	Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	96.2	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	77.0	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	35.6	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	48.2	%
Limite di plasticità	32.4	%
Indice di plasticità	15.8	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5 INDICE DI GRUPPO: 1

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/lr/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 10/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 11/01/19
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1.50 - 2.00
LIMITE DI RITIRO			
Modalità di prova: Norma ASTM D 4943			

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 77 %

Limite di ritiro = 19.8 %

Coefficiente di ritiro = 4.78

Ritiro di volume = 76.54

Ritiro lineare = 17.26

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

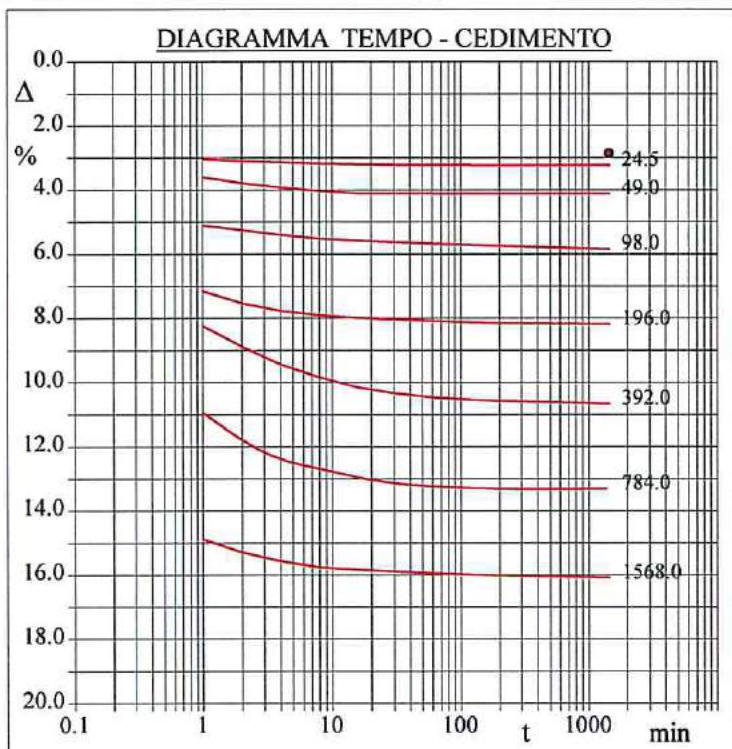
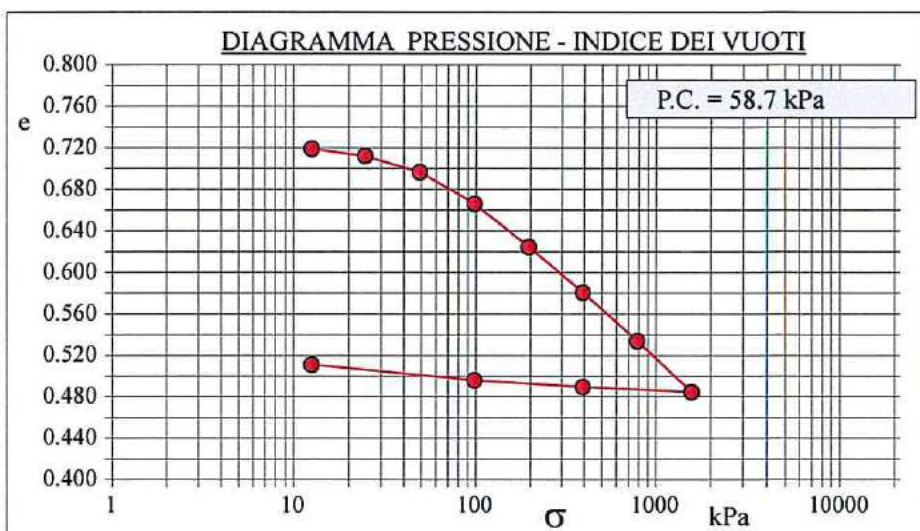
CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/ed/19	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 14/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1.50 - 2.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m³)	18.92
Umidità (%)	26.8
Peso specifico (kN/m³)	26.42
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm²)	19.63
Volume provino (cm³)	39.27
Volume dei vuoti (cm³)	17.08
Indice dei vuoti	0.77
Porosità (%)	43.49
Saturazione (%)	93.6



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	57.0	0.719	
24.5	65.0	0.712	0.023
49.0	82.5	0.697	0.052
98.0	117.0	0.666	0.101
196.0	163.9	0.625	0.138
392.0	213.5	0.581	0.146
784.0	266.5	0.534	0.156
1568.0	322.1	0.485	0.163
392.0	316.5	0.490	
98.0	309.4	0.496	
12.5	292.3	0.511	

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/td/19	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 11/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI				
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	51	115	153
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.00 -0.15	3.50 -0.16	3.50 -0.17
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.8 22.2	26.3 21.9	26.0 22.7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.9 19.4	18.9 19.9	18.9 20.6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	93.5 90.1	92.7 95.2	92.2 100.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

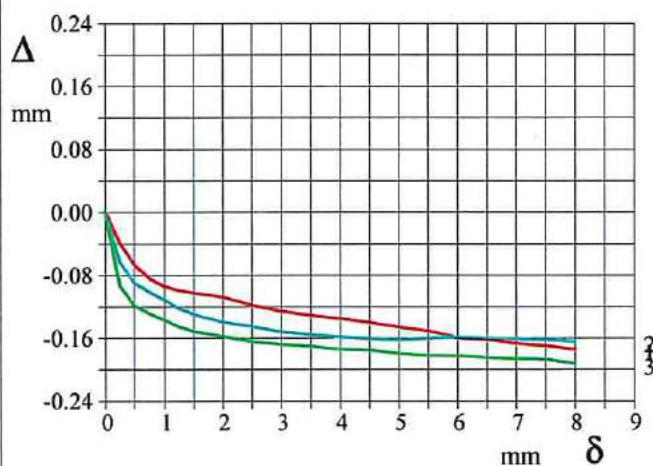
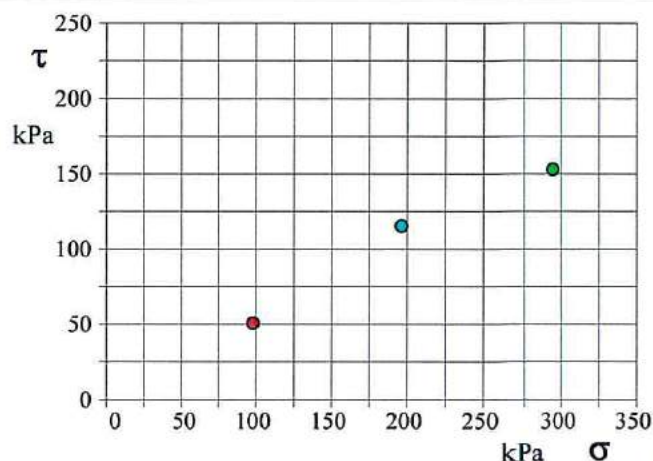


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

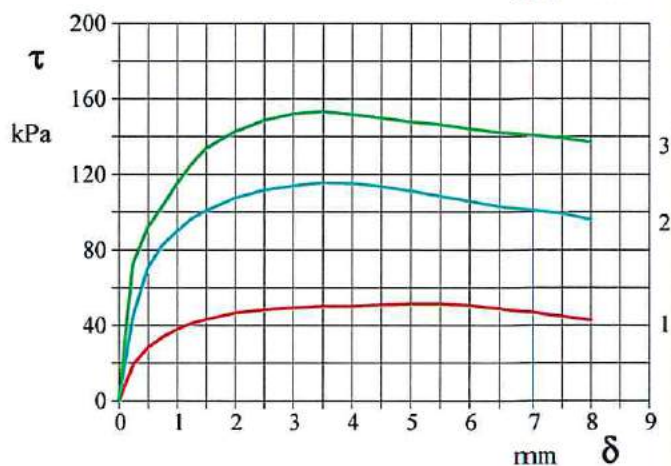


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/td/19	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 11/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI				
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 27/td/19	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 11/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1.50 - 2.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.878
Sezione (cm²):	19.63
T ₅₀ (min)	1.4
Df (mm)	6
Vs (mm/min)	0.085

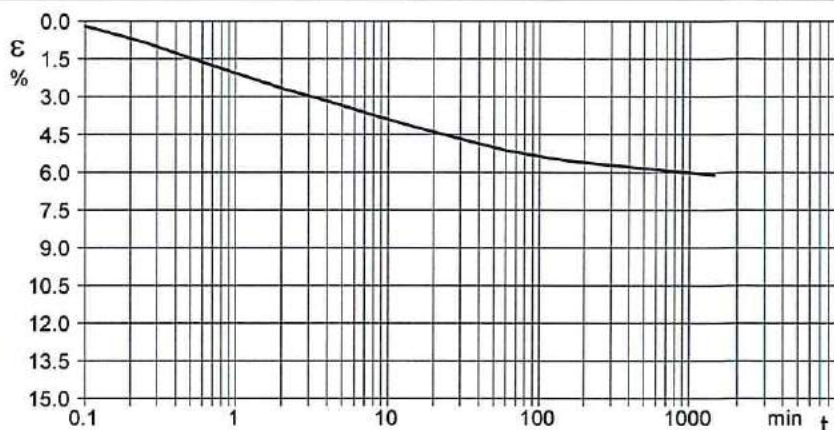


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.836
Sezione (cm²):	19.63
T ₅₀ (min)	0.9
Df (mm)	6
Vs (mm/min)	0.133

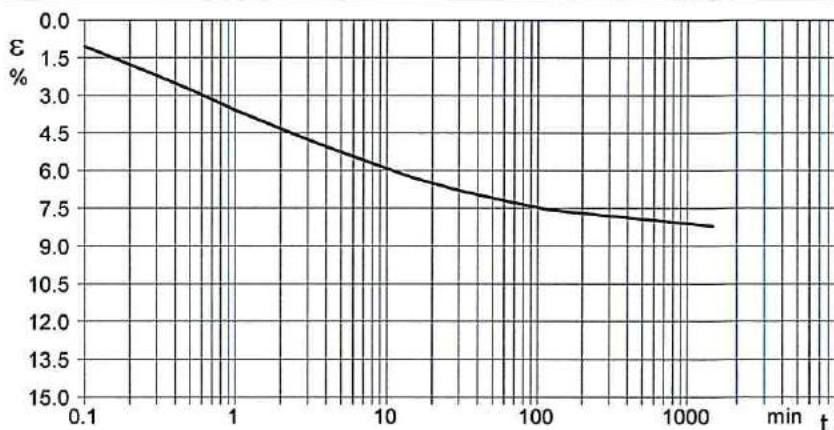
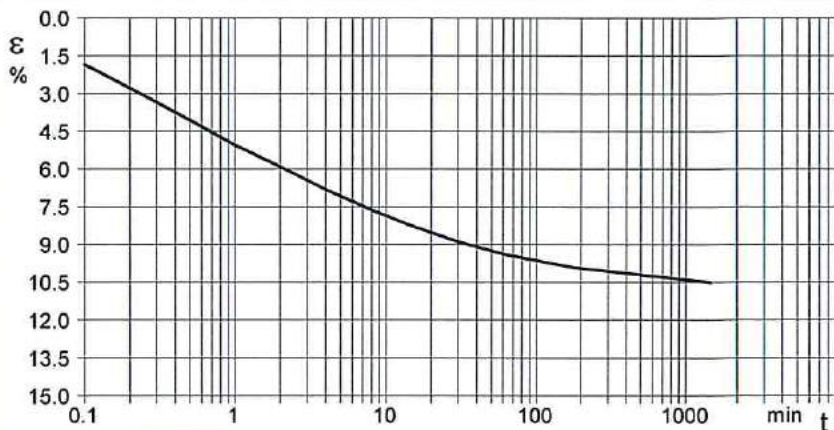


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.790
Sezione (cm²):	19.63
T ₅₀ (min)	0.6
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.169



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

tf = 50 x T₅₀ Vs = Df / tf

pag. 126 di 145

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSÌ

RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

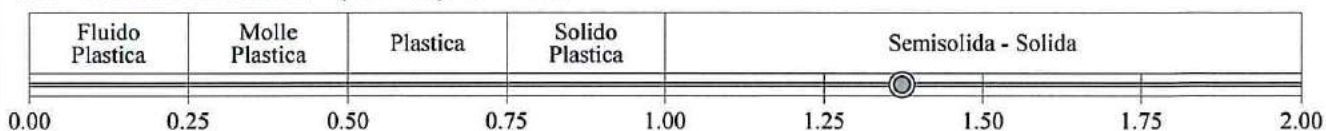
Sabbia con limo debolmente argillosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

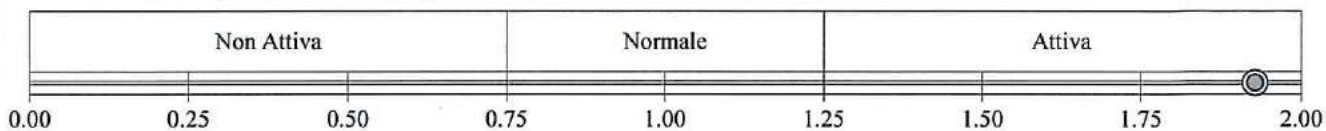
Abaco di plasticità di Casagrande

MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1.37$



A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 1.93



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa

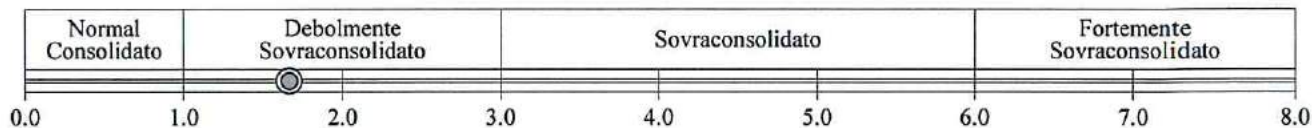


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 35.3kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 58.7kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1.67



SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI

RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19.0	%
Peso di volume	19.3	kN/m ³
Peso di volume secco	16.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.1	kN/m ³
Peso specifico	26.7	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.646	
Porosità	39.2	%
Grado di saturazione	80.1	%
Limite di liquidità	69.2	%
Limite di plasticità	35.6	%
Indice di plasticità	33.6	%
Indice di consistenza	1.49	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	14.7	%
CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 20

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	4.0	%
Limo	26.3	%
Argilla	69.7	%
D 10		mm
D 50	0.001193	mm
D 60	0.002372	mm
D 90	0.035138	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	99.2	%
Passante set. 200	96.0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	86.5	kPa	ϕ' 20.2 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24.5 ÷ 49.0	5076	0.001596	3.08E-08
49.0 ÷ 98.1	6298	0.001642	2.56E-08
98.1 ÷ 196.1	7644	0.001526	1.96E-08
196.1 ÷ 392.3	10542	0.001122	1.04E-08
392.3 ÷ 784.5	17205	0.001197	6.82E-09
784.5 ÷ 1569.1	33173	0.001064	3.15E-09

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.

RIF.MUNSELL 5GY 6/2

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI

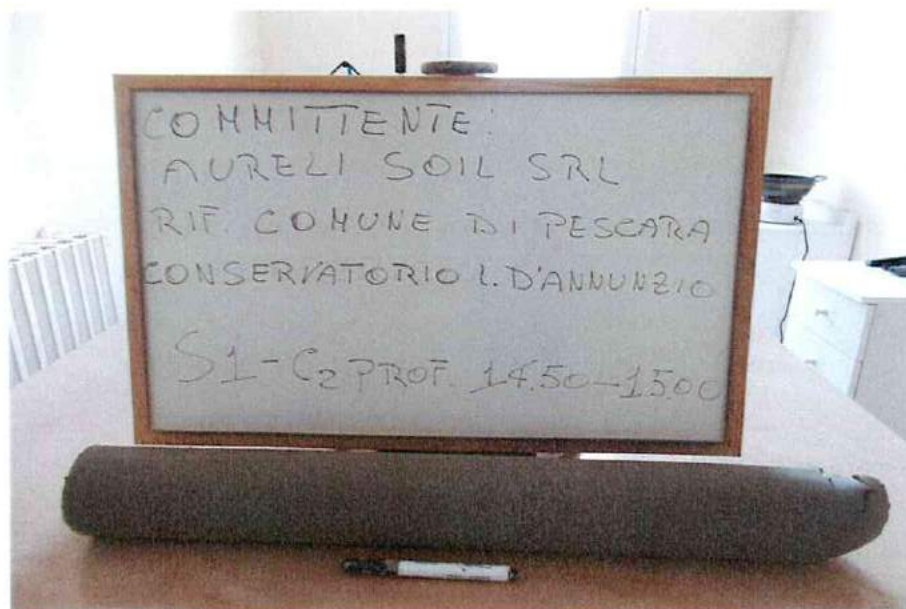
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

Posizione delle prove GR ED CF TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.
	10		127		
	20				MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità dell'abaco di plasticità di Casagrande
	30		117		
	40		117		MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 4/2 Olive gray
	50			50	



TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.

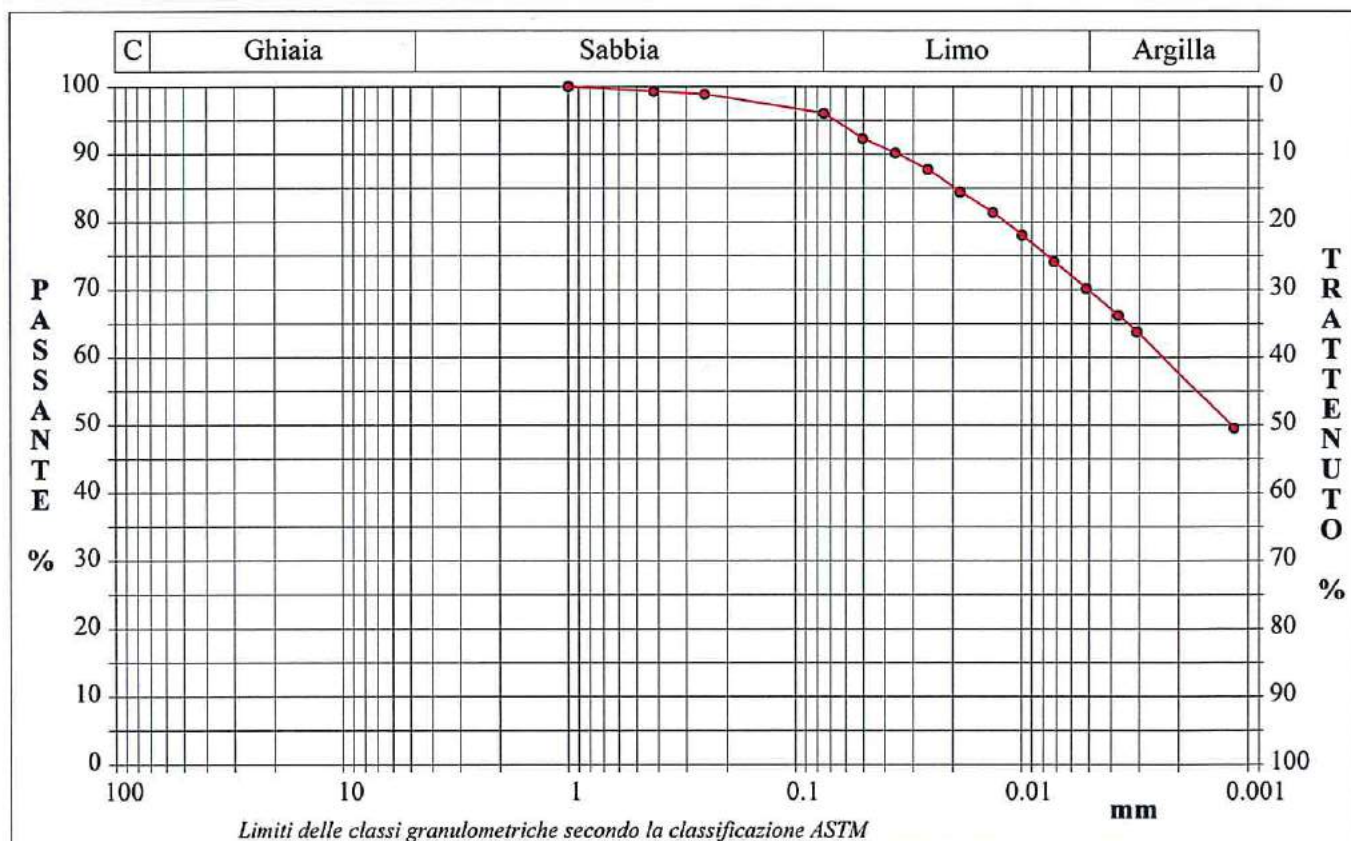
CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/gr/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm
Sabbia	4.0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.2 %	D30	---	mm
Limo	26.3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96.0 %	D50	0.00119	mm
Argilla	69.7 %			D60	0.00237	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.03514 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1.0000	100.00	0.0362	90.21	0.0072	74.11				
0.4200	99.27	0.0259	87.78	0.0052	70.16				
0.2500	98.87	0.0187	84.44	0.0037	66.21				
0.0750	96.05	0.0134	81.40	0.0031	63.78				
0.0505	92.34	0.0100	78.06	0.0012	49.51				

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/gr/19	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

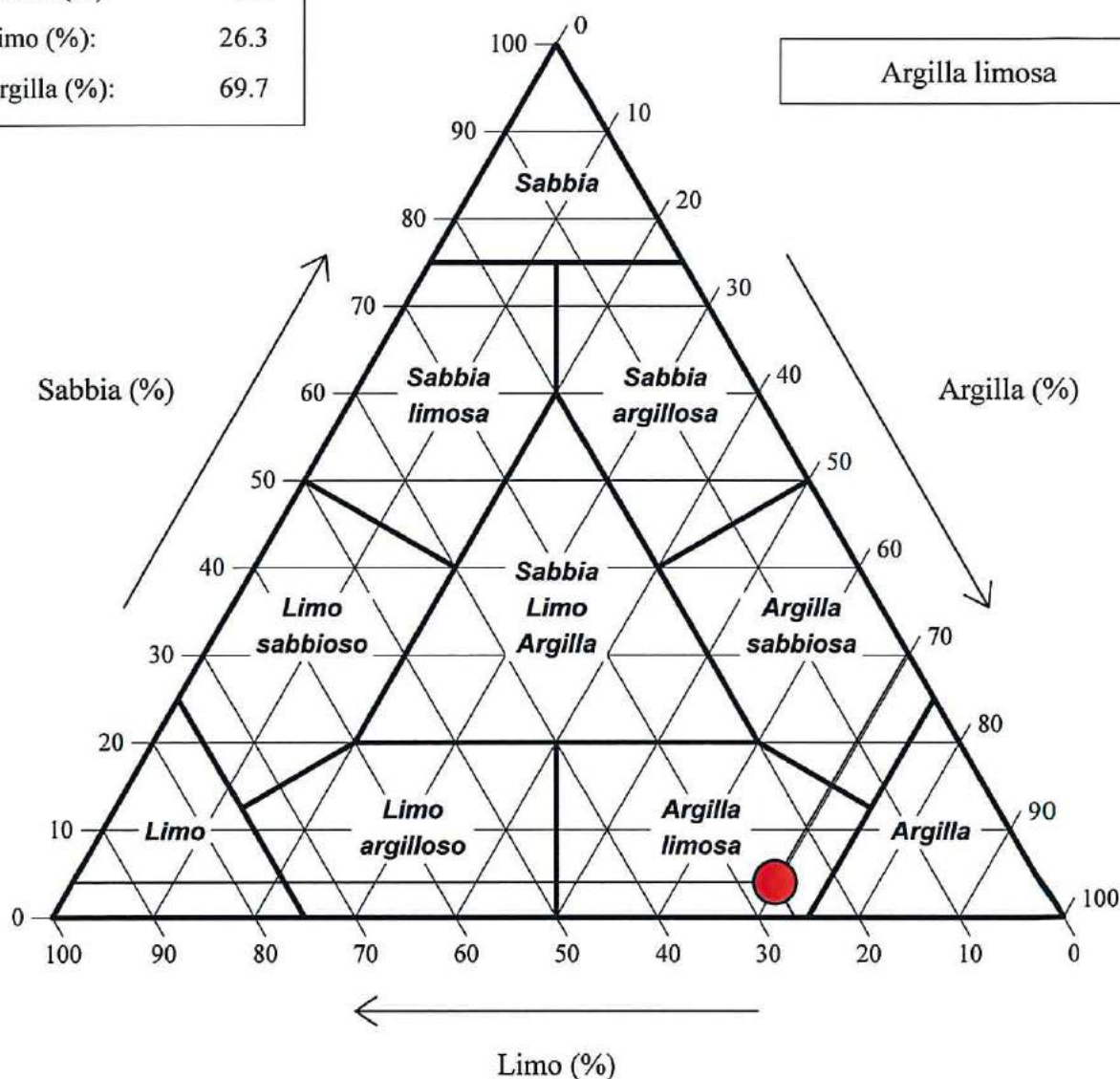
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%):	4.0
Limo (%):	26.3
Argilla (%):	69.7

Diagramma di Shepard



ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/u/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 08/01/19
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 14.50 - 15.00	
<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma UNI EN ISO 17892-1			

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19.0 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0.42 mm

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/pdv/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 07/01/19
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 14.50 - 15.00
<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T15/D			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19.3 kN/m³

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018



Tecnico di laboratorio
Dott. Raffaele Corvaglia

GEOPROVE S.R.L.
Direttore del laboratorio
Dott. Marcello De Donatis
DI LABORATORIO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/ps/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 08/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 08/01/19
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 14.50 - 15.00	
<u>PESO SPECIFICO DEI GRANULI</u>			
Modalità di prova: Norma UNI EN ISO 17892-3			

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26.7 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26.7 kN/m³

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0.42 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018



Tecnico di laboratorio
Dott. Raffaele Corvaglia

GEOPROVE S.R.L.
Direttore del laboratorio
Dott. Marcello De Donatis
DI LABORATORIO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/lc/19	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 09/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

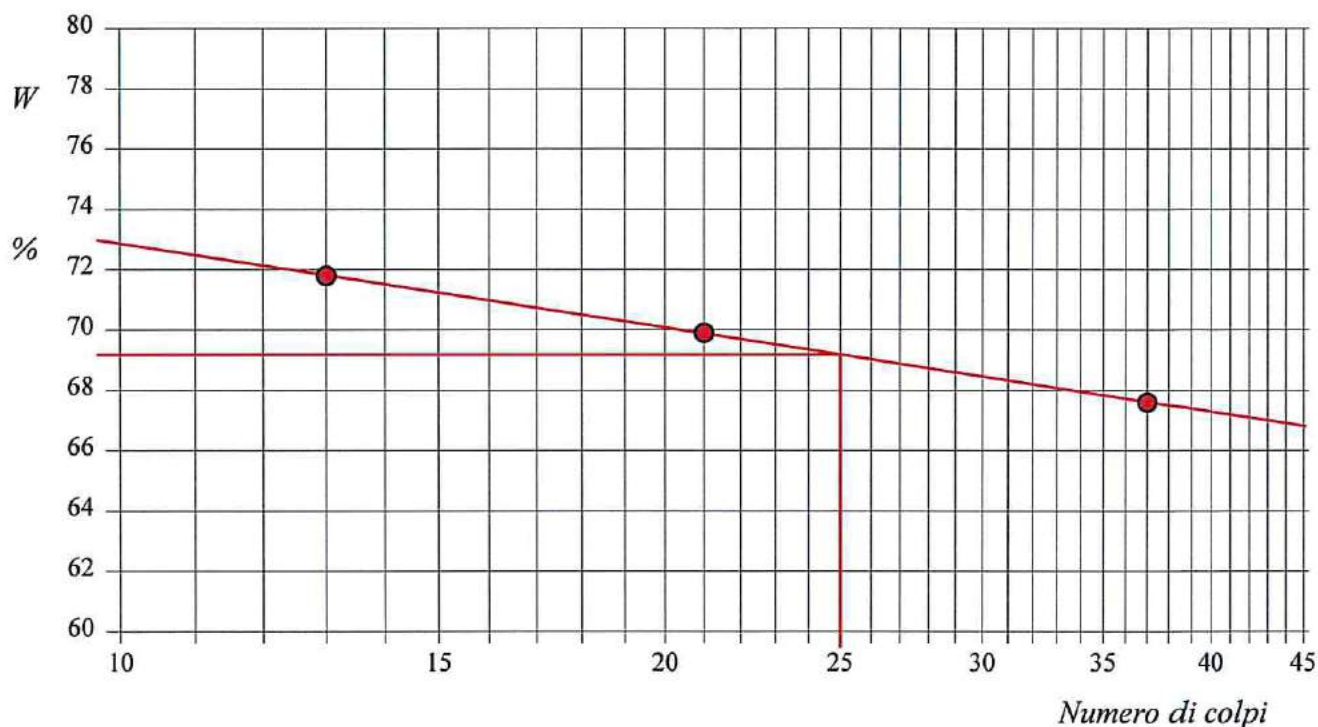
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	69.2 %
Limite di plasticità	35.6 %
Indice di plasticità	33.6 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	13	21	37		Umidità (%)	35.9	35.2
Umidità (%)	71.8	69.9	67.6		Umidità media	35.6	

Determinazione del Limite di liquidità



ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/1c/19	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 09/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 10/01/19

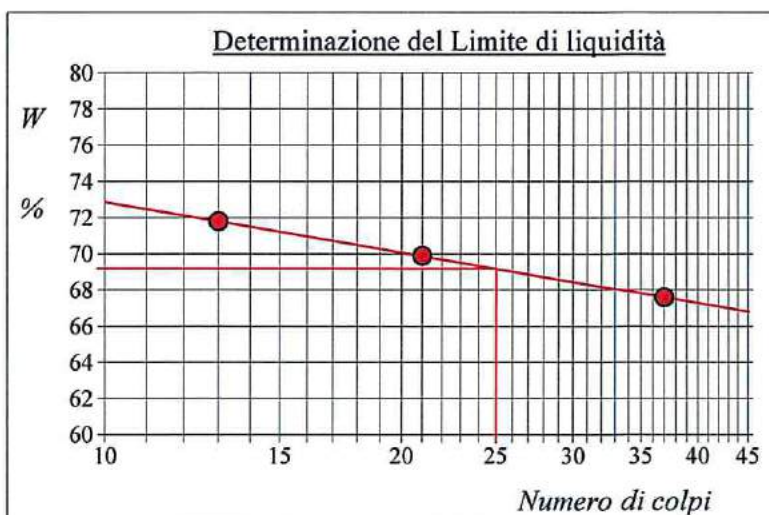
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	14.50 - 15.00

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

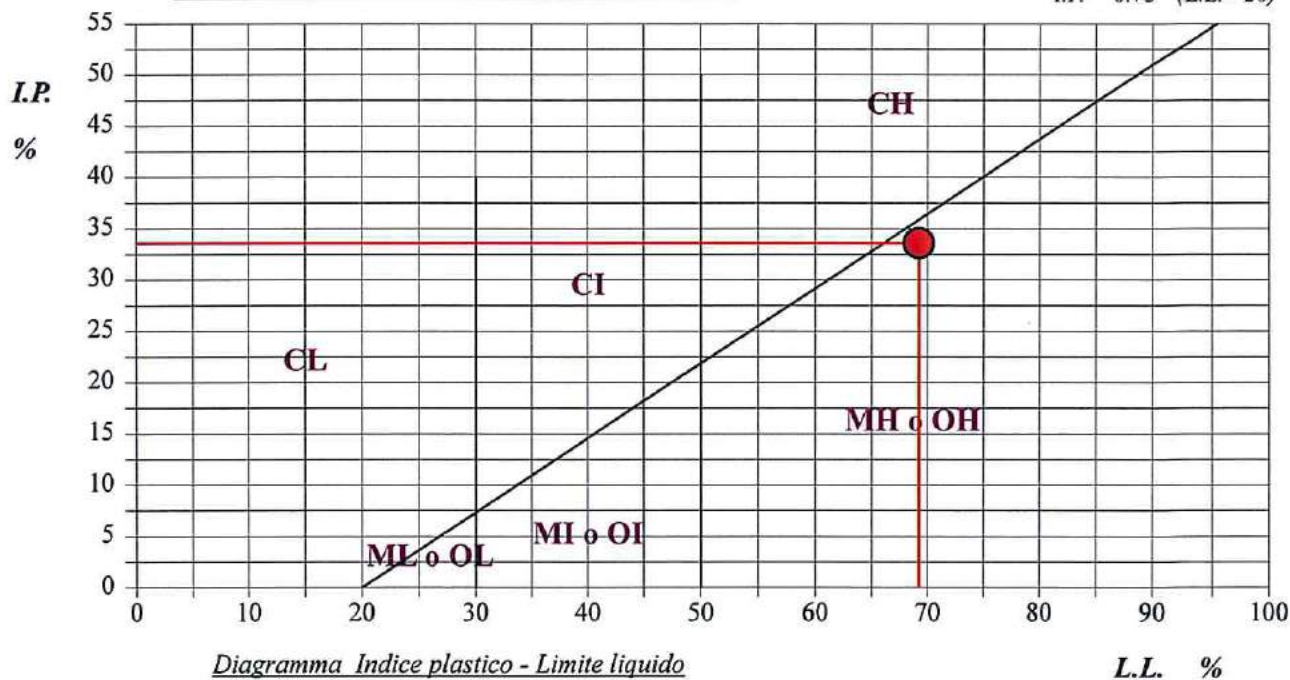
Limite di liquidità	69.2	%
Limite di plasticità	35.6	%
Indice di plasticità	33.6	%
Indice di consistenza	1.49	
Passante al set. n° 40	SI	

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



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/gr/19	Allegato I	DATA DI EMISSIONE:	14/01/19	Inizio analisi:	07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione:	07/01/19	Fine analisi:	10/01/19

COMMITTENTE:	AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI				
RIFERIMENTO:	CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA': m	14.50 - 15.00

<u>CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO</u>

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00
--

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.2	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96.0	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	69.2	%
Limite di plasticità	35.6	%
Indice di plasticità	33.6	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5	INDICE DI GRUPPO: 20
--	-----------------------------

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/lr/19		Pagina 1/1		DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 10/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19				Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 11/01/19
COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI					
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)					
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 14.50 - 15.00	
LIMITE DI RITIRO					
Modalità di prova: Norma ASTM D 4943					

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 99 %

Limite di ritiro = 14.7 %

Coefficiente di ritiro = 8.00

Ritiro di volume = 133.15

Ritiro lineare = 24.59

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.

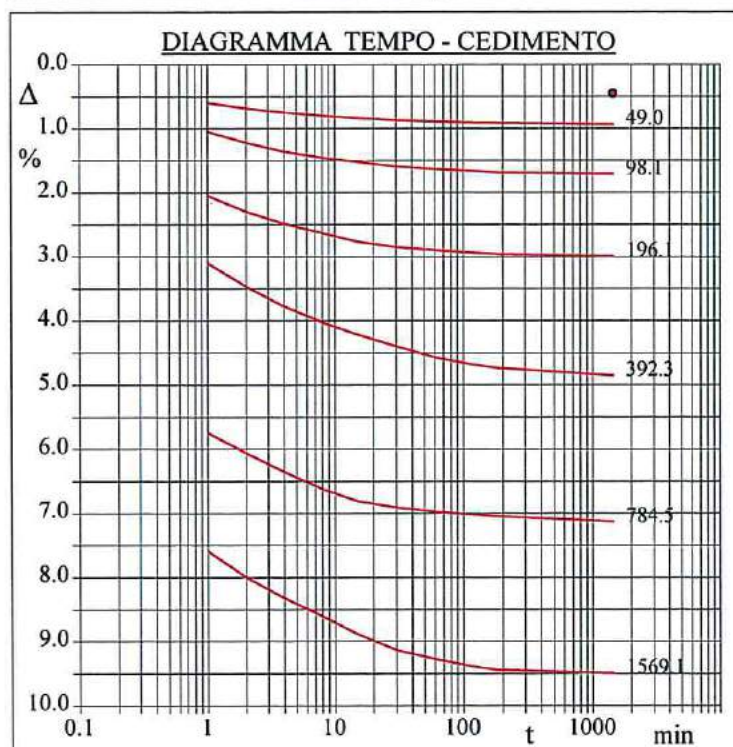
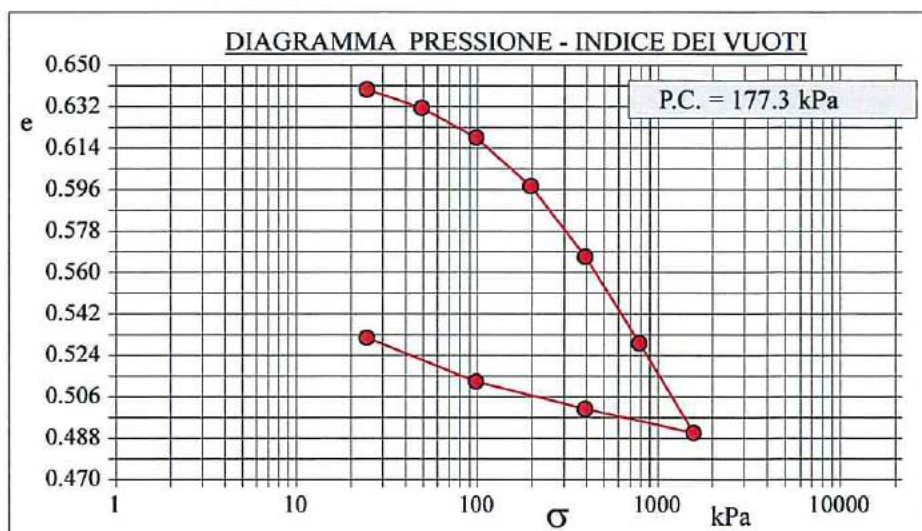
CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/ed/19	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 14/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m³)	19.29
Umidità (%)	19.1
Peso specifico (kN/m³)	26.68
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm²)	19.63
Volume provino (cm³)	39.27
Volume dei vuoti (cm³)	15.42
Indice dei vuoti	0.65
Porosità (%)	39.28
Saturazione (%)	80.2



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
24.5	9.0	0.639	
49.0	18.7	0.631	0.026
98.1	34.2	0.619	0.043
196.1	59.9	0.597	0.070
392.3	97.1	0.567	0.102
784.5	142.7	0.529	0.125
1569.1	190.0	0.490	0.129
392.3	177.4	0.501	
98.1	162.8	0.513	
24.5	139.8	0.532	

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/ed/19	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 07/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 14/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 49.0 kPa		Pressione 98.1 kPa		Pressione 196.1 kPa		Pressione 392.3 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	9.0	0.00	18.7	0.00	34.2	0.00	59.9
1.00	12.0	1.00	21.0	1.00	41.0	1.00	62.0
2.00	13.7	2.00	24.5	2.00	46.0	2.00	69.4
4.00	15.0	4.00	27.2	4.00	49.7	4.00	75.5
8.00	16.0	8.00	29.1	8.00	52.7	8.00	80.6
15.00	16.7	15.00	30.5	15.00	55.3	15.00	84.3
30.00	17.4	30.00	31.8	30.00	57.0	30.00	88.0
60.00	17.8	60.00	32.7	60.00	57.9	60.00	91.4
120.00	18.1	120.00	33.3	120.00	58.7	120.00	93.7
180.00	18.3	180.00	33.6	180.00	59.2	180.00	94.7
1440.00	18.7	1440.00	34.2	1440.00	59.9	1440.00	97.1

Pressione 784.5 kPa		Pressione 1569.1 kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	97.1	0.00	142.7				
1.00	115.0	1.00	152.0				
2.00	121.4	2.00	160.3				
4.00	127.3	4.00	166.7				
8.00	132.7	8.00	172.4				
15.00	136.4	15.00	178.0				
30.00	138.4	30.00	182.8				
60.00	139.7	60.00	185.7				
120.00	140.5	120.00	188.1				
180.00	141.0	180.00	189.0				
1440.00	142.7	1440.00	190.0				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/td/19	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 11/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 14/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA, 77 - GIOIA DEI MARSI
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	115	166	187
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.00 -0.24	5.50 -0.25	6.00 -0.20
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19.3 16.3	19.0 16.8	19.1 16.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.3 19.2	19.3 19.6	19.3 19.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	80.7 71.6	79.9 77.2	80.2 77.2

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

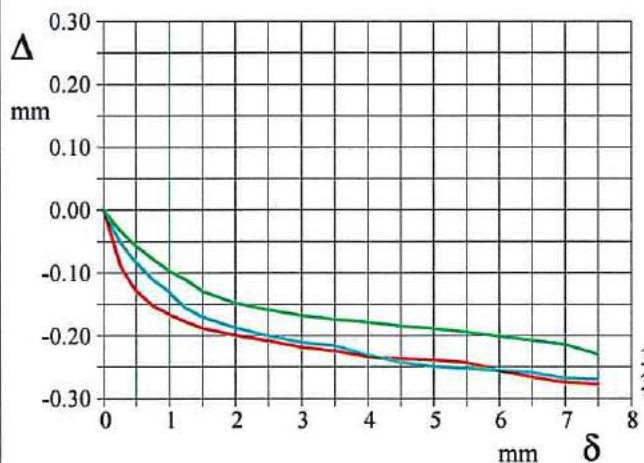
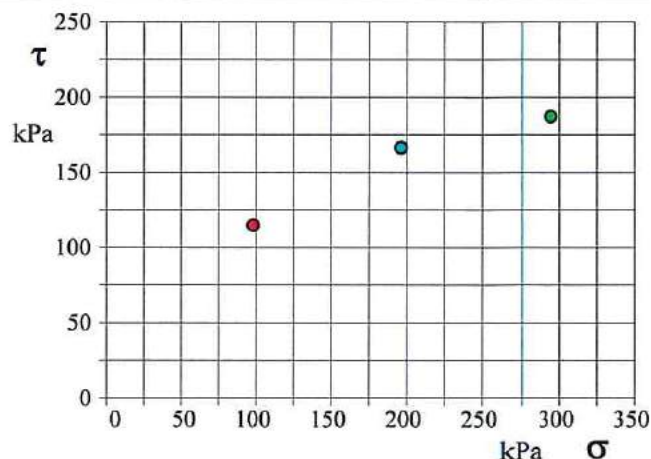


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

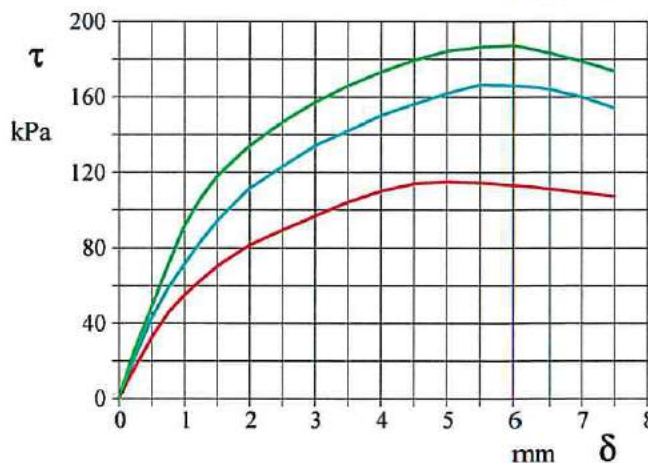


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 28/td/19	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 14/01/19	Inizio analisi: 11/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 2 del 02/01/19		Apertura campione: 07/01/19	Fine analisi: 14/01/19

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSÌ
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.961
Sezione (cm²):	19.63
T ₅₀ (min)	1.8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.054

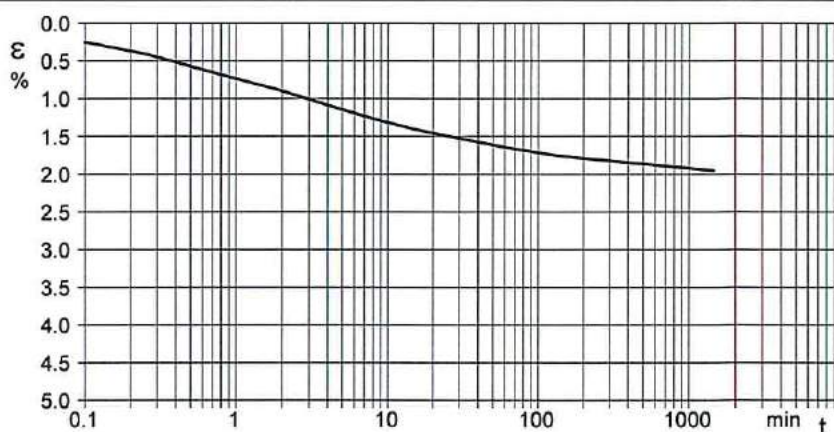


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.936
Sezione (cm²):	19.63
T ₅₀ (min)	3.0
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.033

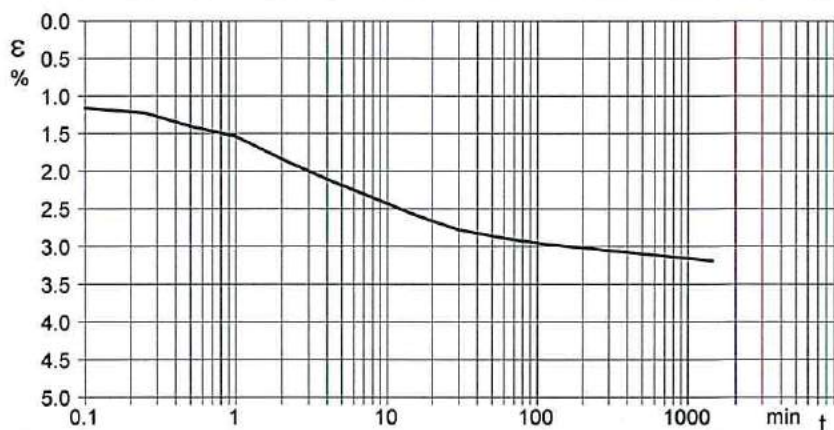
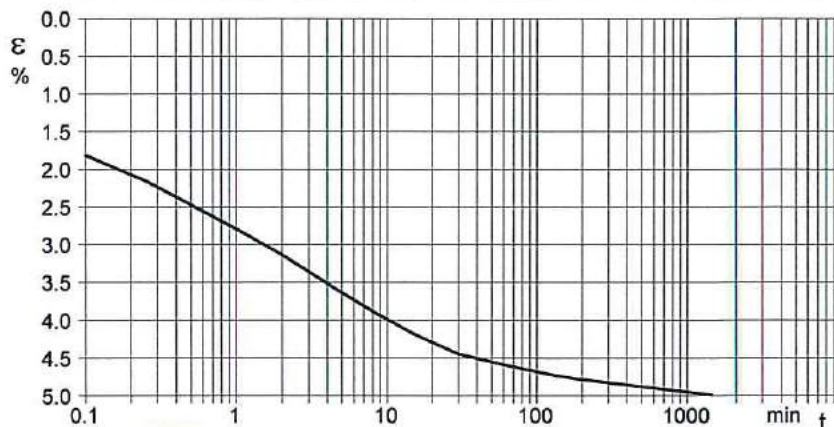


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.900
Sezione (cm²):	19.63
T ₅₀ (min)	1.1
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.091



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

tf = 50 x T₅₀ Vs = Df / tf

COMMITTENTE: AURELI SOIL SRL - VIA LAMARMORA,77 - GIOIA DEI MARSI			
RIFERIMENTO: CONSERVATORIO DI MUSICA L. D'ANNUNZIO - PESCARA (PE)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	14.50 - 15.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Argilla con limo
-------------------	------------------

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

Abaco di plasticità di Casagrande	MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità
$I.C. = \text{Indice di consistenza} = (LL - W_n) / IP = 1.49$	
$A = \text{Attività (Skempton)} = IP / CF \text{ (clay fraction)} = 0.48$	

CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa	
1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto	

CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 280.0kPa	
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 177.3kPa	
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.63	

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-VERDASTRO.