

**RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA' D'ITALIA.**

**COMMITTENTE:** *Soc. MUTLEY SRL*

**VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' ALLA V.I.A.**

**Art. 48 L.R. n. 10/2010 e s.m.i.**



Sommario

- 1. **PROGETTO PRELIMINARE DELL'OPERA** ..... 2
- 2. **CONFORMITA' DEL PROGETTO CON NORME AMBIENTALI E PAESAGGISTICHE**..... 3
- Verifica conformità Regolamento Urbanistico vigente ..... 3
- Verifica conformità Piano Operativo adottato ..... 4
- 3. **VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI AMBIENTALI CONSEGUENTI ALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO ED EVENTUALI MISURE DI MITIGAZIONE** ..... 8
- 4. **MOTIVAZIONI E FINALITA' DEL PROGETTO**..... 13
- 5. **CONSIDERAZIONI FINALI**..... 14

1. PROGETTO PRELIMINARE DELL'OPERA

Il progetto ha come scopo la nuova realizzazione di una pista di prova e parata per autovetture omologate e di un Paddock adibito a locali espositivi, oltre alla ristrutturazione dello stabile esistente per la realizzazione di un ristorante (in allegato il progetto preliminare dell'opera).

L'opera che si intende realizzare rientra tra i progetti di cui all'allegato B2 (bp. Piste permanenti per corse e prove di automobili, motociclette ed altri veicoli a motore) della L.R. 10/2010, progetti sottoposti alla procedura di verifica di assoggettabilità di competenza della Provincia.

L'area in oggetto è situata in prossimità del casello autostradale Versilia ed è posizionata tra l'autostrada A1 e la strada di scorrimento Via Unità d'Italia nel Comune di Pietrasanta (LU), l'area, che una volta era occupata dalla discoteca "Canniccia", è ormai in stato di abbandono da diversi anni.

L'opera in progetto, oltre a recuperare l'area in stato di abbandono, sarà realizzata in maniera da essere integrata con l'ambiente circostante sia per le caratteristiche strutturali ed architettoniche, che per l'elevato utilizzo di specie arboree autoctone che andranno ad incrementare notevolmente il polmone verde della zona.



LEGENDA SIMBOLI ALBERI		N°	
	CIPRESSO	CUPRESSUS SEMPERVIRENS	100
	LECCO	QUERCUS ILEX	9
	SLIGHIERA	QUERCUS SUBER	30
	CARPINO	CARPINUS BETULUS	20
	TIGLIO	TILIA CORDATA	11
	OSLO	ALNUS PLATANIFOLIA	11
	PISSARDI	PRUNUS CERASOPERA	4
	OLIVO	OLEA EUROPAEA	3
	SALICE PIANGENTE	SALIX BABINGTONIA	4
LEGENDA SIMBOLI PALME		N°	
	PALMA CAJANE	PHOENIX CANARIENSIS	11
	CYCAS	CYCAS REVOLUTA	30
	PALMA MESSICANA	WASHINGTONIA ROBUSTA	13
	PALMA DI SAN PIETRO	CHAMAEROPIS HUMILIS	40
LEGENDA SIEPI		N°	
	SIEPE DI CUPRESSOCYPARIS LEVLANDII	900x 100	
LEGENDA AREE			
	TAPPETO ERBOSO		
	PIANTE ARBUSTIVE DA FIORE E DA SIEPE		
	GRASSA ORDINANTE		

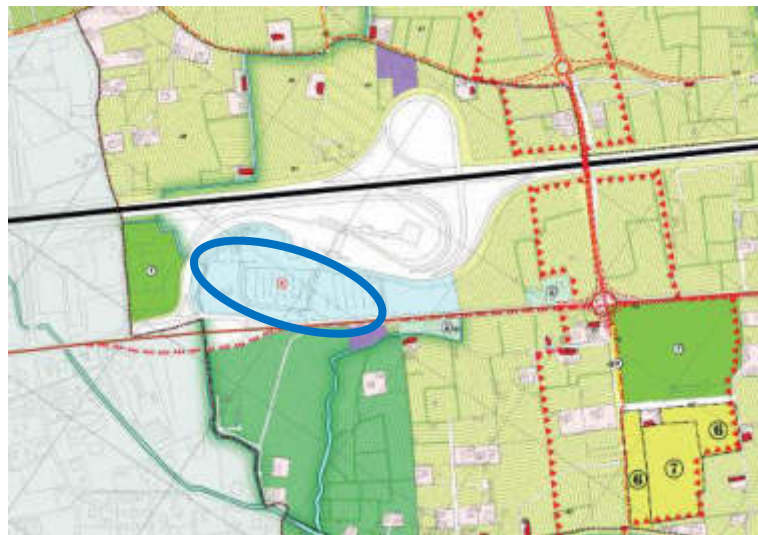
## 2. CONFORMITA' DEL PROGETTO CON NORME AMBIENTALI E PAESAGGISTICHE

Al momento della presentazione della presente Relazione, per la realizzazione dell'intervento in oggetto, il Comune di Pietrasanta ha adottato il Piano Operativo con delibera di C.C. n°78 del 13/12/2021: per tale motivo, al fine di rispettare le misure di salvaguardia riportate all'art. 103 della L.R. n°65/2014, nei paragrafi che seguono, si è verificata la conformità urbanistica dell'intervento in esame sia per il R.U. vigente che per quello adottato.

### Verifica conformità Regolamento Urbanistico vigente

Per quanto riportato negli elaborati che costituiscono il R.U. vigente, approvato con delibera di C.C. n°31 del 14/07/2014 e s.m.i., l'area è classificata come "aree per attrezzature di interesse comune. Pubbliche e di uso pubblico", così come rappresentato nella tavola – 1Tr – Pianura - e normato all'art. 25 del Regolamento Urbanistico sopra citato.

Di seguito si riporta l'estratto della tavola dell'area in esame.



### LA GESTIONE DEL TERRITORIO E DELLA CITTÀ

#### I PAESAGGI CONSOLIDATI DEL TERRITORIO RURALE

##### A. PAESAGGIO COLLINARE

- 1. AREE SOGGETTE ART. 30
- 2. AREE PROTETTE CON CARATTERI DI INTERESSE PAESAGGISTICO ART. 30
- 3. AREE STABILITE STORICHE ART. 30

##### B. PAESAGGIO DI PIANURA

- 4. AREE AGRICOLE DI INTERESSE PAESAGGISTICO ART. 30
- 5. AREE AGRICOLE DI PIANURA ART. 30

##### C. PAESAGGIO DEL VIBRENTE FLUVIALE E UMIDO

- 6. AREE ABBONDIANTI DI NATURA UMIDA E DI INTERESSE FLUVIALE ART. 30
- 7. AREE SOGGETTE COSTIERE ART. 30
- 8. AREE UMIDE ART. 30
- 9. AREE COSTIERE PER INTERESSI DI PARCHING ART. 30
- 10. ZONE COSTIERE / AIP PER SOGGETTI TURISTICI ART. 30

- 11. PULIZIA E CURA DI PIANI DI ABBONDI PIANURA ART. 30
- 12. CANTIERI ART. 30

- 13. CORRALI E CORRI DI BACCA DI INTERESSE PAESAGGISTICO ART. 30
- 14. PARCHI TRADIZIONALI DELLA PIANURA ART. 30

- 15. SPAZI DI INTERESSE REGIONALE ART. 30

#### LE INFRASTRUTTURE

##### LE INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITÀ

- 16. STRADA INTERNAZIONALE ART. 20
- 17. STRADA REGIONALE DI INTERESSE REGIONALE ART. 20
- 18. STRADA COMUNALE DI INTERESSE COMUNALE ART. 20
- 19. STRADA DI COMPLESSIONE DEL CANTIERE DELLA STRADA ART. 20
- 20. STRADA DI COMPLESSIONE DEI POLI URBANI COMUNALI ART. 20
- 21. LINEA FERROVIARIA LITORANEA ART. 20
- 22. RETE DELLA MOBILITÀ CICLISTICA E BICICLEGGIO ART. 20
- 23. STRADA PRINCIPALE REGIONALE ART. 20
- 24. STRADA REGIONALE E LOCALI ART. 20

##### I SERVIZI E LE ATTIVAZIONI (QUESTI E DI PROGETTO)

- 25. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 26. AREE DESTINATE ALL'ISTRUZIONE ART. 20
- 27. AREE PER ATTIVAZIONI DI INTERESSE COMUNALE PUBBLICHE E DI USO PUBBLICO ART. 20
- 28. AREE DESTINATE A SPAZI PUBBLICI ART. 20
- 29. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 30. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 31. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 32. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 33. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 34. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 35. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 36. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 37. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 38. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 39. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20
- 40. AREE PER SERVIZI SOCIO SANITARI ART. 20

## **Art. 25 R.U.**

Aree per attrezzature di interesse comune, pubbliche e di uso pubblico.

1) Definizione. Sono le aree indicate con la lettera b) dal D.M. 1444/1968, destinate alle attrezzature amministrative, religiose e sociali, culturali, circoli associativi, sanitarie, assistenziali, ricreative e, in generale, le attrezzature pubbliche e di uso pubblico, foresterie e ristoro, collegate alle attività precedenti.

2) Interventi ammessi. Sono regolate da progetti unitari intesi come progetti planivolumetrici d'insieme finalizzati alla verifica della compatibilità degli interventi rispetto all'intera area di previsione. Il progetto dovrà riservare uno spazio complessivo per sistemazioni a verde con alberature e parcheggio, pertinenziale e di uso pubblico, non inferiore al 20% dell'area totale, e comunque commisurate alle funzioni da svolgere. E' consentita la realizzazione di edifici nel rispetto di un Rc del 35%, altezza massima 7 m o comunque commisurata all'entità del progetto. Inoltre in tali aree, con funzione di servizio per gli utenti e complementari, sono ammesse attività e locali commerciali, di somministrazione di alimenti e bevande, di servizi alla persona, para-sanitarie, per attività legato al tempo libero, allo svago, allo sport nel rispetto dei parametri precedenti. Nei terreni di proprietà pubblica possono essere consentite opere avente fine sociale.

Per gli edifici esistenti, se di interesse storico e ambientale, le indicazioni di intervento sono specificate nelle cartografie, altrimenti sono ammessi tutti gli interventi fino alla demolizione e ricostruzione, eseguiti anche con contestuale ampliamento ottenuto nel rispetto dei parametri stabiliti per i nuovi interventi.

3) Attuazione degli interventi. I progetti, se non estesi a tutta l'area di previsione sono subordinati all'approvazione da parte della Giunta Comunale di uno schema planivolumetrico unitario che garantisca l'organicità e l'equilibrio degli spazi in cui si prevedono gli interventi.

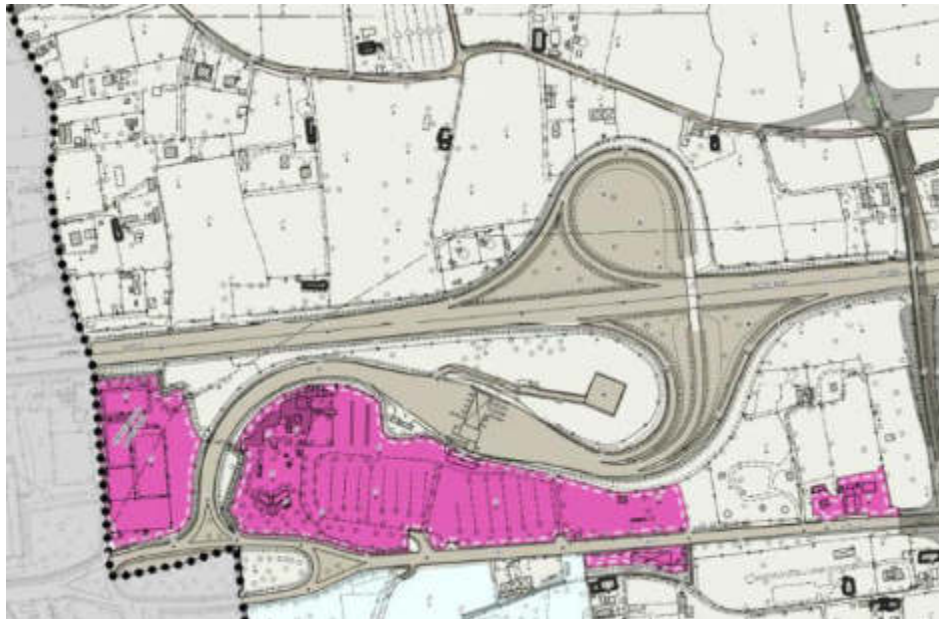
Sono realizzati dalla Pubblica Amministrazione o da Enti o privati convenzionati con il Comune. La durata della concessione è determinata dal Comune, in relazione al tipo degli impianti, al programma economico del concessionario e ai tempi dell'ammortamento finanziario. Il concessionario costruisce gli impianti a proprie spese, in base al progetto redatto secondo le indicazioni comunali, finalizzate anche alla realizzazione delle necessarie opere infrastrutturali, allo scopo di garantire un'adeguata accessibilità ed il collegamento con le oo. urb. esistenti; il privato assume la gestione del servizio e la esercita per il periodo stabilito dalla convenzione che prevede anche il controllo pubblico del servizio.

Per gli edifici esistenti con destinazioni d'uso diversa da quelle ammesse sono consentiti interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, ristrutturazione edilizia senza aumento di Sul o Volume.

Considerando quanto precedentemente detto, il progetto proposto rientra pienamente nella classificazione stabilita nel Regolamento Urbanistico vigente del Comune di Pietrasanta.

### **Verifica conformità Piano Operativo adottato**

Come definito nel nuovo Piano Operativo del Comune di Pietrasanta e come riportato nella relazione DT02b "Strategie per il territorio urbanizzato" dello stesso, l'area in oggetto rientra tra quelle indicate all'art. 25.14 -DS1- "Parti del territorio urbanizzato a prevalente carattere direzionale e di servizio soggette a intervento diretto".



**Territorio rurale - disciplina generale art. 23 DT02b - disciplina specifica art. 24 DT02b**

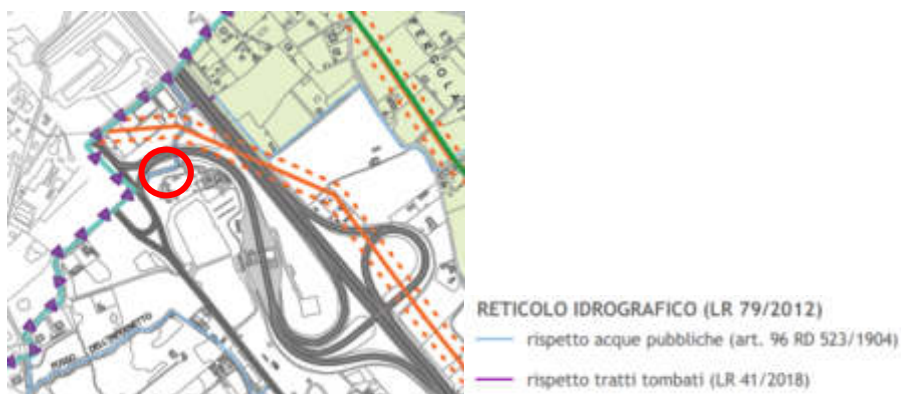
- E1 - Parti del territorio rurale caratterizzato in prevalenza dal morfotipo dell'olivicoltura - art. 6.1 DT02a
- E2 - Parti del territorio rurale caratterizzato in prevalenza dal morfotipo del mosaico collinare a oliveto e vigneto - art. 6.2 DT02a
- E3 - Parti del territorio rurale caratterizzato in prevalenza dal morfotipo del mosaico culturale complesso a maglia fitta di pianura e delle prime pendici collinari - art. 6.3 DT02a
- E4 - Parti del territorio rurale caratterizzato in prevalenza dal morfotipo delle aree agricole intercluse perturbate - art. 6.4 DT02a
- E5 - Parti del territorio rurale a valenza ambientale delle aree boscate - art. 6.5 DT02a
- E6 - Parte del territorio rurale a valenza ambientale del parco territoriale della Versilliana - art. 6.6 DT02a
- E7 - Parte del territorio rurale a valenza ambientale delle aree boscate di Mabrone - art. 6.7 DT02a
- E8 - Parte del territorio rurale a valenza ambientale del Lago di Porta - art. 6.8 DT02a
- E9 - Parte del territorio rurale caratterizzato da rocce calcaree - art. 6.9 DT02a
- DS1 - Parti del T.R. a prevalente carattere direzionale di servizio soggette a Intervento Diretto - art. 25.14 DT02b
- F2 - Parti del T.R. destinate ad attrezzature collettive a carattere pubblico - art. 25.17 DT02b
- Aree destinate ad opere di mitigazione idraulica (art. 21.7 DT02b)

Tra le destinazioni d'uso ammesse nelle zone DS1 troviamo, in quelle a **Funzione Prevalente - direzionale e di servizio**: attrezzature sociali e culturali (es: sedi espositive, centri congressuali polivalenti e simili), strutture associative (es: sedi di associazioni sportive) e attrezzature sportive (es: impianti scoperti per la pratica sportiva, impianti per lo spettacolo sportivo), nelle **Funzioni Complementari consentite - commerciale al dettaglio**: pubblici esercizi (es: esercizi destinati alla somministrazione al pubblico di alimenti e bevande).

Considerando quanto precedentemente detto, il progetto proposto rientra pienamente nella destinazione d'uso stabilita nel Piano Operativo dal Comune di Pietrasanta e non determina alcun contrasto o incoerenza con gli obiettivi e gli indirizzi dei sistemi territoriali e funzionali fissati dal Piano Strutturale.

Si precisa inoltre che:

- L'area non rientra tra i beni vincolati ai sensi dell'art.136 e dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004 e nel territorio comunale non sono presenti aree archeologiche definite ai sensi dell'art. 142 co.1 lettera m) del D.Lgs.42/2004.
- L'area di interesse non si trova in zona soggetta al vincolo idrogeologico ai sensi della Legge n. 3267 del 30/12/1923 e degli artt. 21 e 22 del R.D.L. 1126/1926 e non ricade in fasce di rispetto di pozzi e sorgenti.
- Una porzione periferica dell'area in oggetto (vedi sotto) è soggetta a vincolo di rispetto delle acque pubbliche poiché è attraversata da un fosso, per tale area verranno rispettati tutti i divieti riportati all'art. 96 del RD 523/1904, non essendo soggetta ad interventi di modifica rispetto allo stato attuale.



- L'area ha un rischio di pericolosità idraulica bassa P1 (alluvioni rare e di estrema intensità), l'area non è soggetta quindi alle disposizioni per le aree inondabili della L.R. 41/2018.
- In base all'O.P.C.M. 3519/2006, il Comune di Pietrasanta è attribuito alla Classe di Pericolosità Sismica 3, corrispondente a valori dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A pari a 0.15 g, classe confermata anche dalla Regione Toscana con D.G.R.T. n. 878 del 08.10.2012.
- Il progetto non è situato all'interno di un'area protetta (Parco Alpi Apuane e zona di protezione speciale "Lago di Porta"), né rientra tra gli habitat naturali elencati nell'allegato A e delle specie della flora e della fauna indicate agli allegati B, D ed E del Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (DPR 357/1997).
- In prossimità dell'area è presente un elettrodotto di media tensione (132 KV) ma la superficie oggetto di intervento ricade ampiamente al di fuori della fascia di rispetto della stessa.



In via cautelativa è stata calcolata l'induzione magnetica relativa all'elettrodotto con la seguente formula:

$$B = 0,346 \times (I \times d) / r^2 = 0,346 \times (463 \times 5,3) / 50^2 = 0,346 \times 0,982 = 0,34 \text{ (}\mu\text{T)}$$

B = induzione magnetica (T)

I = corrente nominale di linea (A) = 463 A

d = distanza di separazione tra i conduttori (m) = 5,3 m

r = distanza dalla sorgente (m) = 50 m

Come si evince dai calcoli sopra svolti, l'induzione magnetica dell'elettrodotto è ampiamente al di sotto dei limiti previsti dal DPCM 08/07/2003.

### 3. VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI AMBIENTALI CONSEGUENTI ALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO ED EVENTUALI MISURE DI MITIGAZIONE

Per la valutazione degli effetti sull'ambiente dovuti alla realizzazione del progetto in esame, sono stati eseguiti i seguenti studi e/o valutazioni.

- a) **STUDIO GEOLOGICO** per la caratterizzazione degli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici, sismici e fisici dei terreni interessati dalla realizzazione dell'intervento, così da valutare eventuali incompatibilità del progetto con le caratteristiche del terreno presente nell'area.

Dalle penetrometrie eseguite è emersa la presenza locale di materiali di riporto con spessori compresi tra 0.0 circa e 1.2 m, seguiti da una successione caratterizzata nei primi metri da materiali soffici (fino a circa 3.0-3.8 m dal p.c. sulle diverse verticali) e poco addensati (fino a circa 5.6 m dal p.c.) a dominante fine (argille e/o limi) seguite da orizzonti più sabbioso-limosi da poco a mediamente addensati.

#### **CONCLUSIONI**

Dalle indagini effettuate nell'area di oggetto e sulla base delle verifiche eseguite si evince che nell'area, allo stato attuale e ristrettamente al sito di intervento, non esistono indizi di instabilità geomorfologica né fenomeni morfogenetici attivi. Non sussistono particolari condizioni di rischio per quanto riguarda l'aspetto idraulico e non sono state evidenziate situazioni geologiche - stratigrafiche tali da far ritenere possibile particolari effetti di amplificazione sismica.

Per quanto riguarda l'aspetto idraulico, ai sensi del vigente Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone, adottato dal Distretto Appennino Settentrionale, il lotto in esame ricade in area P1 "aree a pericolosità da alluvione bassa".

#### **MISURE DI MITIGAZIONE NECESSARIE**

Nessuna.

Per maggiori informazioni si rimanda alla relazione geologica allegata al presente documento.

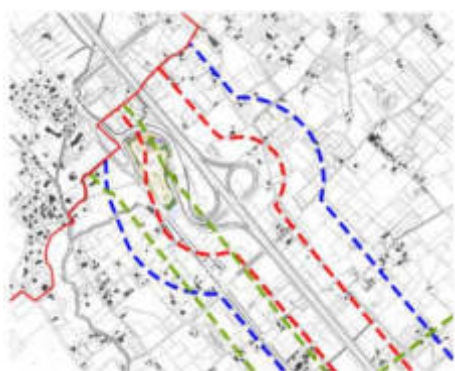


- b) **STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO**, per valutare un eventuale alterazione del clima acustico presente nell'area dovuto all'utilizzo della pista automobilistica e per individuare le misure più idonee per ridurre il superamento dei valori limite previsti dalla vigente normativa.

Nel piano di zonizzazione acustica del Comune di Pietrasanta l'area oggetto di intervento risulta inserita in zona classificata IV al confine con la zona classificata III.



Inoltre l'area è situata all'interno della fascia di pertinenza A e B dell'autostrada e nella fascia di pertinenza Db della Strada di scorrimento Via Unità d'Italia.



**LEGENDA:**

- Fascia di pertinenza A (100 metri) [Autostrada A1]
- Fascia di pertinenza B (da 100 a 250 metri) [Autostrada A1]
- Fascia di pertinenza Db (100 metri) [Strada di Scorrimento Via Unità d'Italia]

Raccolte tutte le informazioni, sono state eseguite in loco ed in prossimità dei ricettori sensibili ritenuti maggiormente disturbati (4 ricettori), delle misurazioni fonometriche così da caratterizzare il clima acustico presente nell'area.

Con i valori di clima acustico misurati, con il livello di rumore ipotizzato emesso dalla sorgente sonora disturbante (autovettura) ed in base alle distanze dei ricettori dalla sorgente, sono stati ipotizzati 6 scenari differenti di utilizzo della pista, con 1, 2, 3, 4, 6 e 12 veicoli contemporaneamente, è stato calcolato il livello di rumore immesso in prossimità dei ricettori.

**CONCLUSIONI**

Dai risultati emersi si evince che l'utilizzo del circuito fino a 6 autovetture non comporta un superamento dei limiti di zona del piano di classificazione acustica comunale, per il periodo diurno, mentre non sono rispettati per alcuni ricettori i limiti notturni.

Nell'ipotesi di utilizzo del circuito soltanto nel periodo diurno, dalle ore 09.00 alle ore 22.00, con al massimo 6 autovetture contemporaneamente, non si ha la necessità di mettere in atto sistemi di mitigazione acustica, poiché si ha il rispetto dei limiti di immissione.

L'utilizzo invece del circuito da parte di un numero superiore di autovetture, causa, in prossimità di alcuni ricettori, il superamento del limite di immissione sia nel periodo diurno che nel periodo notturno.

#### **MISURE DI MITIGAZIONE NECESSARIE**

- In caso di UTILIZZO SALTUARIO del circuito nel periodo notturno (22.00-06.00) oppure con l'utilizzo di più di 6 autovetture contemporaneamente, sia per il periodo diurno che notturno, si provvederà a richiedere autorizzazioni comunali in **deroga per le attività che superano i limiti di immissione**, fino ad un periodo massimo di 15/25 giorni all'anno.
- In caso di UTILIZZO CONTINUO del circuito, sia nel periodo diurno che nel periodo notturno e/o con più di 6 autovetture contemporaneamente, per attenuare il rumore prodotto dal circuito automobilistico, dovranno essere previsti **interventi di mitigazione di tipo passivo** in modo che ai ricettori sensibili individuati, siano immessi livelli di rumore inferiori a quelli massimi ammessi dal piano di zonizzazione acustica del Comune di Pietrasanta, sia per il periodo diurno che per quello notturno.

Gli INTERVENTI DI TIPO PASSIVO proposti sono i seguenti:

- Installazione di schermature adeguate con barriere acustiche.
- Creazione di dune e piantumazione di vegetazione in punti strategici atta a limitare la trasmissione delle sorgenti di rumore previste.

Si propone di installare barriere acustiche di tipo misto con le seguenti caratteristiche:

- **barriere naturali** costituite da elementi quali dune, alberi, cespugli e vegetazione in generale o essenze vegetali che permettano oltre all'attenuazione del rumore, anche un parziale assorbimento e filtraggio dei fumi emessi dallo scarico dei veicoli.

Le barriere naturali del tipo a dune saranno posizionate anche all'interno dell'area in posizione strategica ed avranno un'altezza di circa 1,5 metri, in modo da ottenere un effetto di attenuazione in prossimità delle principali sorgenti di rumore identificate nell'emissione prodotte dai motori delle auto in prova.

- **barriere artificiali** del tipo mobili prefabbricate della Edil Leca, rivestite internamente da un elemento fonoassorbente (Fonoleca Quadro) con un'altezza di circa 4 metri.

Le eventuali barriere artificiali, saranno posizionate sul confine dell'area e precisamente sul lato della Via Unità d'Italia e sul lato Forte dei Marmi sul tratto di ingresso all'autostrada A1.

Entrambi i lati della barriera, quello interno e quello lato strada, avranno un colore naturale (es. verde o terra) e saranno mimetizzati con piante rampicanti.

Nella parte interna, la barriera artificiale sarà colmata, per circa 1,5 metri dalla base, da una duna ricoperta di vegetazione che contribuirà ulteriormente all'abbattimento del rumore.

Gli interventi proposti, consentiranno, senza considerare l'attenuazione della vegetazione, un abbattimento delle emissioni di rumore di almeno 18 dB(A) e quindi il rientro nei limiti sia diurni che notturni.

Per maggiori informazioni e per gli interventi proposti si rimanda alla relazione previsionale di impatto acustico allegata al presente documento.

- c) **VALUTAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO** dovuto alle emissioni dei gas di scarico delle autovetture nell'ambiente.

Prima di affrontare il discorso delle emissioni è necessario fare una premessa, la pista in progetto, sarà utilizzata esclusivamente per la prova di auto omologate di lusso e parate di auto d'epoca, occasionalmente sarà affittata al Comune, alle forze dell'ordine e/o alle scuola guida per eventuali corsi di guida sicura, non vi verranno fatte gare o competizioni, infatti nell'area non sono presenti officine o aree per la sistemazione/riparazione delle auto, il paddock sarà utilizzato come sala espositiva.

La pista non sarà utilizzata tutti i giorni e come detto nel documento previsionale di impatto acustico, quando utilizzata, al massimo potranno essere in pista contemporaneamente 6/12 auto.

Altra cosa da non sottovalutare è la posizione in cui si trova l'opera, sul raccordo/casello autostradale Versilia dell'Autostrada A1, dove a cose normali è presente un elevato numero di auto sia in uscita che in entrata dal/al casello.

Da uno studio del 2016 dei volumi di traffico per l'autostrada A1 eseguito dalla SALT è risultato quanto segue:

Tabella 1: volumi di traffico 2016 per l'autostrada A12.

Autostrada	Sottotratto (stazioni di inizio e fine)	Volume Annuale Totale	Volume Annuale Diurno	Volume Annuale Serale	Volume Annuale Notturno
A12	Sestri L. IC AsPI/Sestri L.	7.878.747	6.478.247	717.164	683.336
A12	Sestri Levante/Deriva	8.690.686	7.173.575	766.794	750.317
A12	Deriva/Carrodano	8.575.303	7.076.229	757.347	741.726
A12	Carrodano/Brugnato	8.449.527	6.976.605	743.245	729.678
A12	Brugnato/IC Autocisa A15	8.709.330	7.219.456	750.380	739.494
A12	IC Autocisa A15/S. Stefano M.	16.918.307	14.182.881	1.409.287	1.326.139
A12	S. Stefano M./Sarzana	16.323.206	13.639.879	1.357.878	1.325.449
A12	Sarzana/Carrara	16.859.895	14.109.470	1.383.653	1.366.772
A12	Carrara/Massa	15.938.907	13.271.643	1.333.530	1.333.734
A12	Massa/Versilia	16.515.275	13.809.212	1.353.459	1.352.605
A12	Versilia/Viareggio	17.140.273	14.382.218	1.383.139	1.374.916
A12	Viareggio/IC A11 SALT	8.950.670	7.580.949	691.031	678.690
A12	IC A11 SALT/Pisa Nord	12.669.217	10.777.947	946.986	944.284
A12	Pisa Nord/Pisa Centro	12.898.916	11.057.343	919.625	921.948
A12	Pisa Centro/IC A12 SAT	8.597.959	7.342.944	634.578	620.437
A12	IC A12 SAT/Livorno	4.812.712	4.139.742	338.149	334.821

## CONCLUSIONI

Considerando l'emissione dei gas di scarico degli automezzi in entrata/uscita dall'autostrada ed in transito sulla stessa, l'utilizzo della pista da parte di 6/12 auto, per circa 20 giorni al mese, per una media di 6 ore al giorno, si ritiene che le emissioni di quest'ultime non influenzino in maniera significativa la qualità dell'aria della zona.

## MISURE DI MITIGAZIONE NECESSARIE

Nessuna.

d) **RIFIUTI** prodotti dall'attività.

Le attività legate alla pista, poiché non vi sono officine per la manutenzione e sistemazione delle auto, produrranno soltanto RIFIUTI ASSIMILABILI ALL'URBANO, come le attività espositive svolte all'interno del Paddock e l'attività di ristorazione.

**CONCLUSIONI**

Tutti i rifiuti prodotti saranno del tipo assimilabili all'urbano.

**MISURE DI MITIGAZIONE NECESSARIE**

Nessuna.

e) **ALTRO:**

**INQUINAMENTO LUMINOSO** – gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale, poiché ai sensi della Norma UNI 10819, l'area ricade in Zona 3 e la tipologia dell'impianto di illuminazione prevista sarà di tipo B e garantirà il rispetto del massimo valore di Rn (rapporto medio di emissione superiore) ammesso  $R_n < 23\%$ .

L'impianto sarà costituito da torri faro con corpi illuminanti a led orientati verso il basso con limitato riflesso verso l'alto, così da garantire il rispetto del limite sopra indicato.

**INQUINAMENTO ELETTRICITÀ** - gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**ENERGIA** - gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**INQUINAMENTO DEL SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE** - gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**UTILIZZO DELLE ACQUE** - gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**ACQUE SUPERFICIALI** - gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**ACQUE REFLUE** – l'area in oggetto non è allacciata alla pubblica fognatura, è stato presentato un progetto di smaltimento dei reflui per dispersione nel terreno (vedi relazione allegata). Gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**HABITAT NATURALI E PAESAGGIO** - gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**SPECIE ANIMALI** - gli effetti conseguenti alla realizzazione del progetto non sono rilevanti dal punto di vista ambientale.

**RISCHI PER LA SALUTE UMANA O PER L'AMBIENTE** – le modifiche introdotte dalla realizzazione del progetto non sono collegabili con rischi per la salute umana.

#### 4. MOTIVAZIONI E FINALITA' DEL PROGETTO

Il Committente, appassionato di auto di lusso e d'epoca, propone questo progetto perché è una tipologia di attività che, né sul territorio del Comune di Pietrasanta e né nei Comuni limitrofi, è presente.

La pista sarà utilizzata per la prova, la sfilata e l'esposizione di auto di lusso e macchine d'epoca, non sarà utilizzata per competizioni sportive.

Sarà un'attività che attrarrà una clientela di livello medio alto, che poi si appoggerà alle strutture turistico ricettive ed alle attività commerciali della zona.

Tale struttura a seconda delle esigenze, sarà concessa al Comune e ad Associazioni e Società del posto, per svolgere attività come ad esempio corsi di aggiornamento alle forze dell'ordine, corsi di guida sicura, etc.

Altra cosa importante da mettere in evidenza, è il fatto che a Pietrasanta è nato Padre Eugenio Barsanti, l'illustre presbitero e ingegnere che nel 1854, coadiuvato dall'ingegnere Felice Matteucci, ideò e costruì per la prima volta un modello di motore a combustione esterna, comunemente noto come motore a scoppio. Una scoperta che ha rivoluzionato in maniera irreversibile la mobilità, modificando le sorti e la concezione del mondo intero.

Ogni anno la città di Pietrasanta lo ricorda con il premio internazionale "Barsanti e Matteucci", uno tra i riconoscimenti più importanti e prestigiosi che vengono assegnati alle più grandi personalità del mondo dell'automotive che si sono distinte nel campo dell'ingegneria automobilistica.

La sala espositiva, il Paddock, in onore di Barsanti e Matteucci, ospiterà principalmente mostre ed esposizioni legate al mondo delle auto e dei motori ed ospiterà tutte le manifestazioni legate al premio internazionale "Barsanti e Matteucci".

Il Paddock, potrà essere anche affittato ad artisti locali ed ai numerosi artisti italiani e stranieri che lavorano nei laboratori e studi della zona.

Nel Comune di Pietrasanta, come definito dal Piano Strutturale, non sono presenti altre aree con dimensioni e destinazione d'uso idonee alla realizzazione di questo progetto.

Il progetto proposto, dal punto di vista ambientale, come già detto in precedenza, oltre a recuperare un'area ormai in abbandono da diversi anni, contribuirà notevolmente ad incrementare il patrimonio naturalistico della zona, realizzando un nuovo polmone verde con alberi e arbusti.



## 5. CONSIDERAZIONI FINALI

Relativamente ai possibili effetti ambientali significativi derivanti dall'attuazione del presente progetto, si rileva quanto segue:

- Per natura e contenuti non interferisce con altri progetti od altre attività e non influenza altri piani e interventi in programma nella zona.
- L'unico impatto ambientale ipotizzabile è l'impatto sul clima acustico dell'area, ma il clima acustico della zona risulta essere già alterato dal traffico autostradale, quindi l'utilizzo saltuario della pista per sfilate e prove di auto, si ritiene non influisca particolarmente sul clima presente.

Tuttavia sono state considerate e valutate tutte le ipotesi, anche quelle più improbabili, così da poter individuare la soluzione migliore per rispettare i limiti di zona.

- In base agli studi eseguiti ed alle caratteristiche del progetto, per quanto riguarda gli altri rischi per l'ambiente, il territorio e la salute umana, la sua realizzazione avrà un impatto irrilevante.

Si riportano di seguito alcune immagini dei render eseguiti, così da poter meglio illustrare come sarà realizzato il progetto e l'impatto dello stesso nell'ambiente circostante.





## 6. ALLEGATI

- Progetto preliminare dell'opera;
- Relazione geologica;
- Relazione previsionale impatto acustico;
- Relazione smaltimento reflui.

Pietrasanta li 15/03/2022

Il Tecnico

.....



RICHIESTA DI NULLA-OSTA S.A.L.T. PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA' D'ITALIA.

CONVENZIONE AI SENSI DEGLI ARTT. 8 E 25 DELLE NTA DEL 16/02/2021 AI ROGITI DEL NOTAIO A. TUMBIOLIO REP. N. 38161 RACC. N. 10327 E TRASCRITTO ALLA CONSERVATORIA DEI RR.II. DI PISA IL 18/02/2021 AL REG. PART. N. 231.

N.C.E.U.= Foglio N.13 Mappali N. 270 sub.5 e 1620 sub.1  
N.C.T.= Foglio N.22 Mappali N. 759, 28 E 1091

Proprietà: Soc MUTLEY s.r.l.  
(P.I. 11266530960)  
Dott. ATTILIO BINDI ( Ammin. Unico)

Progettista: Geom. MIRCO RAMACCIOTTI  
(RMC MRC 81T26 G628K)

INQUADRAMENTO GENERALE

STATO DI PROGETTO

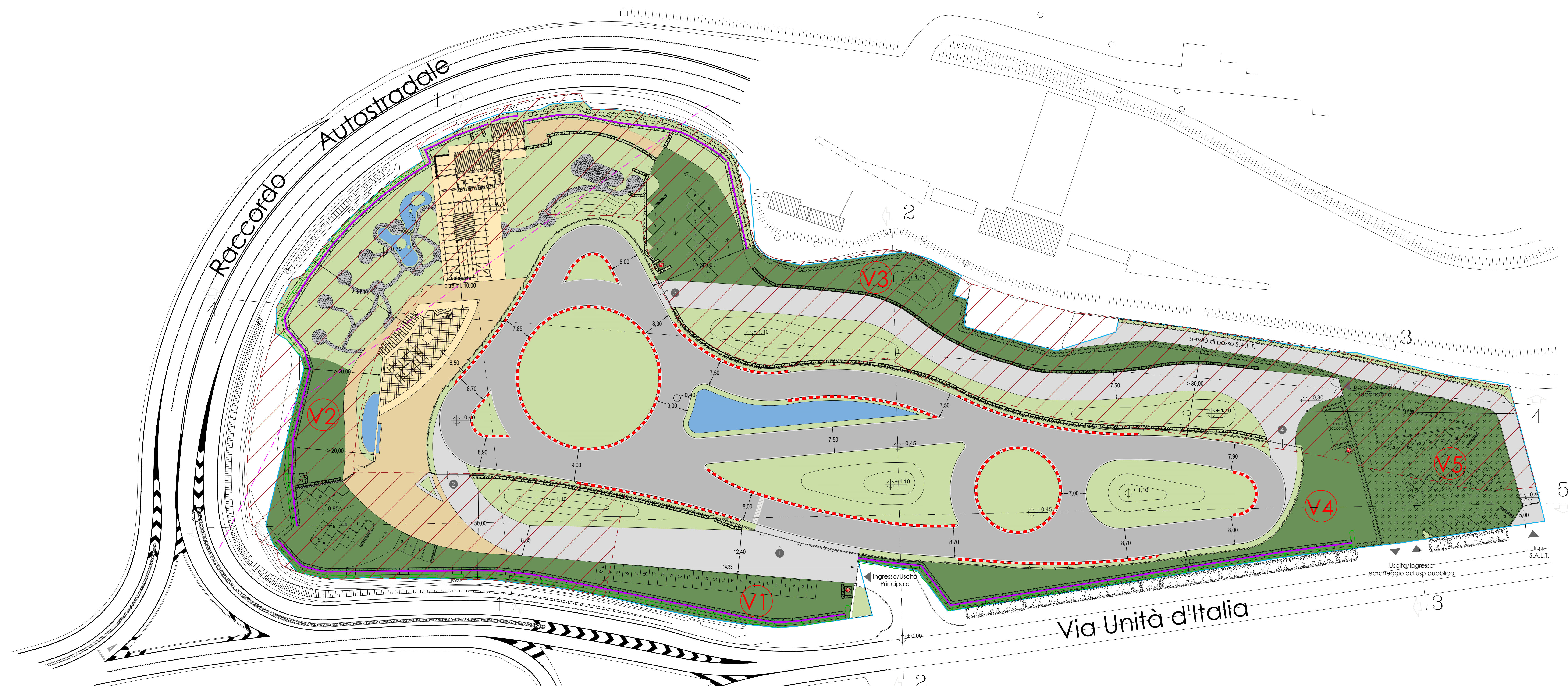
TAV. 2.2	PLANIMETRIA GENERALE	RAPP. 1:500
	SEZIONI	RAPP. 1:500
	SEZIONI TIPOLOGICHE	RAPP. 1:50 RAPP. 1:20

STUDIO RAMO  
ARCHITECTURE DESIGN DEVELOPMENT

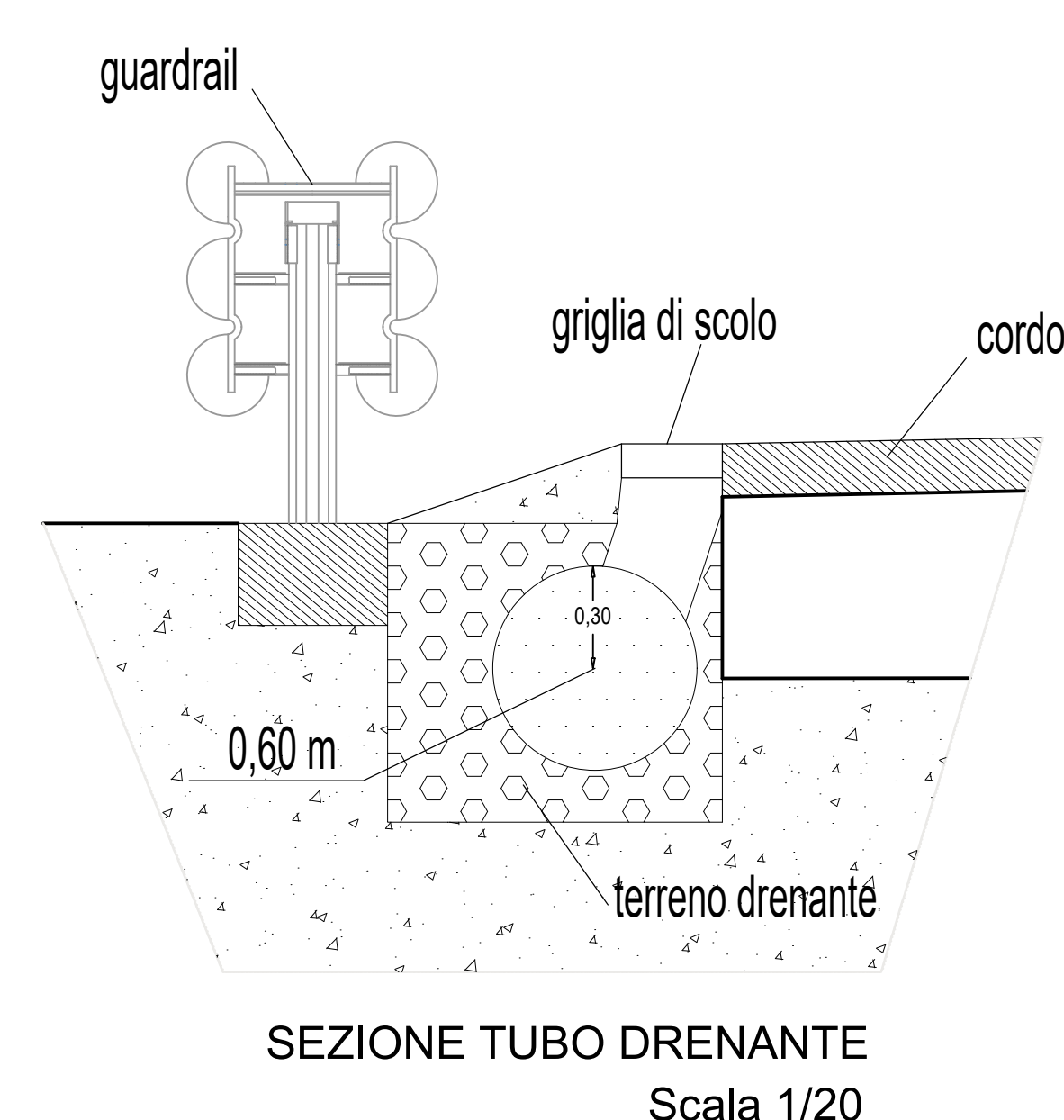
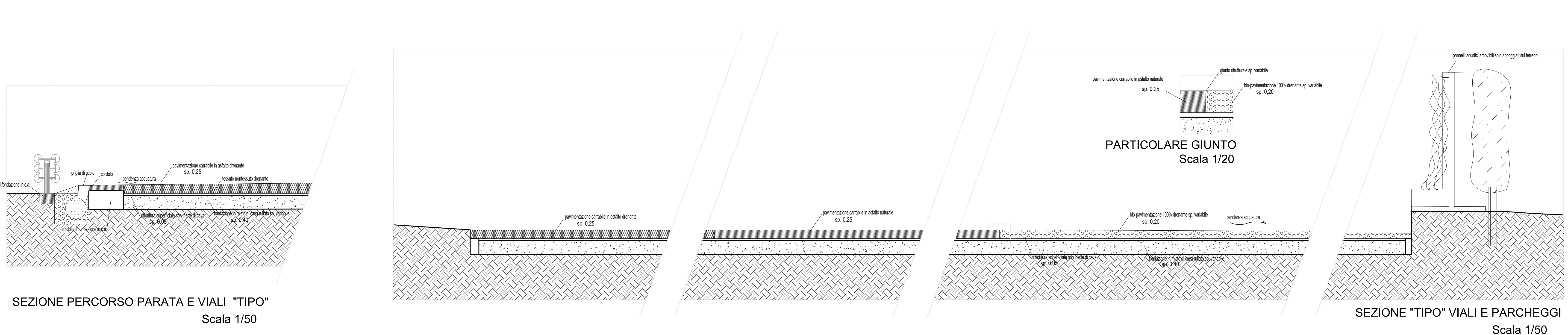
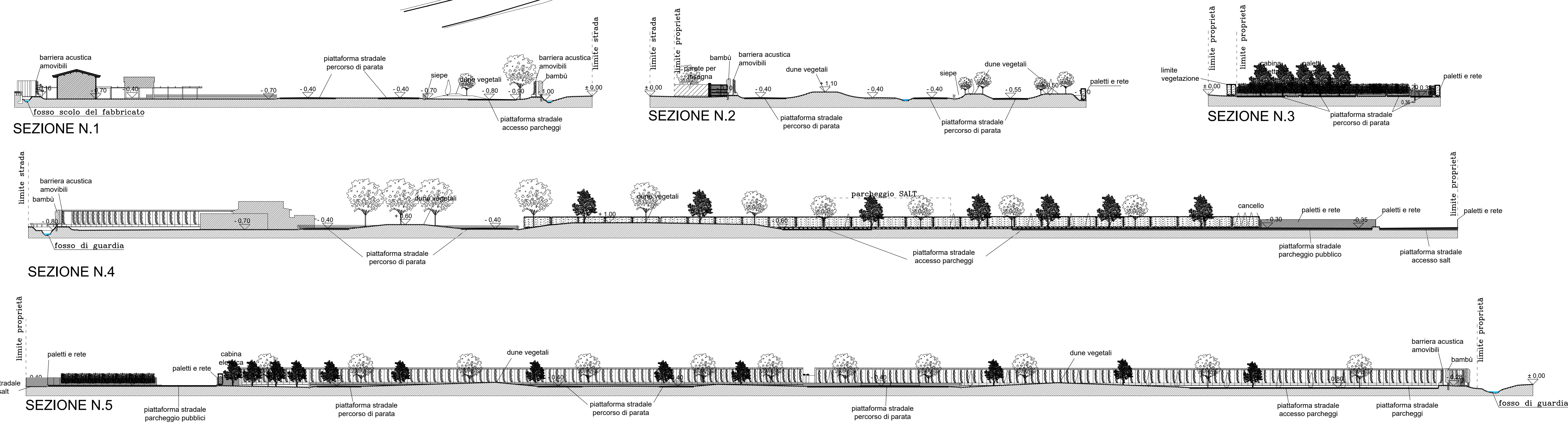
studio professionale RAMO  
Via Aurelia km 367+257 - 55045 Pietrasanta (LU)  
Tel.: 0584/792076 - Cell.:339/1379416  
E-mail: info@studioramo.it

LEGENDA PARTI ARCHITETTONICHE

- LIMITE DI PROPRIETA' CATASTALE
- AREA OGGETTO DI INTERVENTO
- LIMITE SUD FASCIA DI RISPETTO ELETTRODOTTO
- CONFINE STRADALE
- FASCIA DI RISPETTO AUTOSTRADALE
- RECUPERO DI EDIFICI ESISTENTI
- INGOMBRO EDIFICIO DI NUOVA COSTRUZIONE
- VIABILITA' DI PROGETTO
  - A - Asfalto architettonico drenante
  - B - Asfalto
  - C - ghiaia
- parcheggi in bio pavimentazione 100% drenante
- AREE A GIARDINO
- AREE SISTEMATE A VERDE CON ALBERATURE E PARCHEGGI PERTINENZIALI circa mq. 6.664,54
- AREE SISTEMATE A VERDE CON ALBERATURE E PARCHEGGI AD USO PUBBLICO circa mq.1488,51 parcheggio in auto-bloccanti
- INGRESSI
- Guardrail a delimitazione del percorso di parata
- Barriere acustiche fisse
- Postazioni per carrelli anti-incendio
- Dune vegetali per abbattimento acustico
- Bio-Laghetto
- via di fuga e accesso a mezzi di emergenza



PLANIMETRIA GENERALE



SEZIONE PERCORSO PARATA E VIALI "TIPO" Scala 1/50

PARTICOLARE GIUNTO Scala 1/20

SEZIONE "TIPO" VIALI E PARCHEGGI Scala 1/50



"RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA  
 REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO  
 E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI)  
 DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE  
 ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI  
 PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA'  
 D'ITALIA." COMUNE DI PIETRASANTA (LU)

TECNICO INCARICATO

Dott. Geol.  
VANESSA GRECODott. Geol.  
MICHELE GIOVANNETTI

DATA

OTTOBRE 2021

PROGETTISTA

STUDIO RAMO  
Geom. MIRKO  
RAMACCIOTTI

COMMITTENTE

MUTLEY SRL

G&Geo  Studio Geologi Associati

Via Aurelia Sud, 14  
 55045 Pietrasanta (LU)  
 Part. IVA 02378660464  
 T+F (+39) 0584.1848216  
 C 335.6090871 (M) 349.5926076 (V)  
 info@gegeo.it

Michele Giovannetti  
 Vanessa Greco  
 Geologi

## SOMMARIO

1 - PREMESSA .....	3
1.1 – Riferimenti Normativi.....	4
1.2 – Quadro Urbanistico e Vincoli Territoriali .....	4
1.2.1 – Pericolosità geomorfologica, litotecnica, per subsidenza e colata detritica .....	5
1.2.2 – Pericolosità sismica.....	5
1.2.4 – Vincolistica.....	5
2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	10
3 - MODELLAZIONE GEOLOGICA .....	10
3.1 – Quadro geologico regionale ed assetto tettonico-strutturale .....	10
3.1.1 – Assetto geologico, geomorfologico ed idrografico locale .....	10
.....	12
3.2 – Quadro idrogeologico .....	14
4 - INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....	17
4.2 – Modello geologico di riferimento (MGR) .....	17
5 - PROBLEMATICHE INERENTI ALLA PROGETTAZIONE .....	18
5.1 – Ritenzione delle acque meteoriche in applicazione del principio di invarianza idraulica.....	18
5.1.1 – Determinazione del volume minimo di invaso.....	19
5.1.2 – Calcolo della portata allo stato attuale .....	20
5.1.3 – Calcolo della portata allo stato di progetto.....	23
5.1.4 – Calcolo della volumetria di ritenzione e soluzioni progettuali.....	26
5.2 – Terre e rocce da scavo.....	31
5.3 – Problematiche idrogeologiche ed idrochimiche .....	32
6 - CONCLUSIONI.....	32
6.1 – Fattibilità secondo il RU vigente: limitazioni e prescrizioni.....	34

## INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

Figura 1 ESTRATTO DALLA CARTA TOPOGRAFICA IGM- SCALA 1:25.000.....	3
Figura 2 ESTRATTO CATASTALE DA GEOSCOPIO REGIONE TOSCANA.....	4

Figura 3 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (R.U. COMUNE DI PIETRASANTA) .....	6
Figura 4 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (R.U. COMUNE DI PIETRASANTA).....	7
Figura 4 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNE DI PIETRASANTA).....	8
Figura 5 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PGRA .....	9
Figura 6 ESTRATTO DI SEZIONE CTR N. 260030 - SCALA 1:10.000 .....	11
Figura 8 SCHEMA TETTONICO-STRUTTURALE.....	12
Figura 9 FOGLIO 104 PISA DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - SCALA 1:100.000 .....	13
Figura 10 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG IN SCALA 1:10000 .....	14
Figura 11 CARTA IDROGEOLOGICA APRILE - PS COMUNE DI PIETRASANTA .....	16
Figura 12 UBICAZIONE DELLE INDAGINI.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 13 SEZIONE STRATIGRAFICA.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 14 SCHEMA DI TRINCEA CON TUBO MICROFESSURATO DISPERDENTE .....	29

#### TAVOLA FUORI TESTO

- PLANIMETRIA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI
- SEZIONI STRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

ALLEGATO 1 Prove penetrometriche Statiche CPTU

ALLEGATO 2 Prove penetrometriche superpesanti DPSH

ALLEGATO 3 Indagini Geofisiche MASW

## 1 - PREMESSA

Per incarico di MUTLEY SRL sono state eseguite indagini geologiche di supporto alla "RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTOMOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA' D'ITALIA." - Comune di Pietrasanta (LU) (Figura 1). Il sito è distinto catastalmente al Fig. 13, mappali 270,1620 e Fig. 22 mappali 579, 28 e 1091 del Catasto comunale di Pietrasanta (Figura 2).

Lo scopo del presente studio consiste nell'identificazione delle formazioni presenti nel sito, nello studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, per la definizione del modello geologico - tecnico del sottosuolo, illustrando e caratterizzando gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici, sismici e fisici nonché il conseguente livello di pericolosità geologica.

Dall'analisi degli elaborati grafici a firma del tecnico progettista si è riscontrato che l'intervento prevede, la realizzazione di un nuovo immobile adibito a sala espositiva e la ristrutturazione di edificio esistente, oltre al riordino complessivo dell'area per la realizzazione di una pista e di un eliporto oltre ad area a parcheggio pubblico. Il nuovo fabbricato sarà dotato anche di piano interrato con piano di imposta incastrato alla profondità di circa 4.0 m dal p.c. locale.

Per informazioni di maggior dettaglio circa le dimensioni e la volumetria dell'opera si rimanda alla consultazione delle tavole progettuali allegate, redatte dallo Studio ramo - Geom. M. Ramacciotti

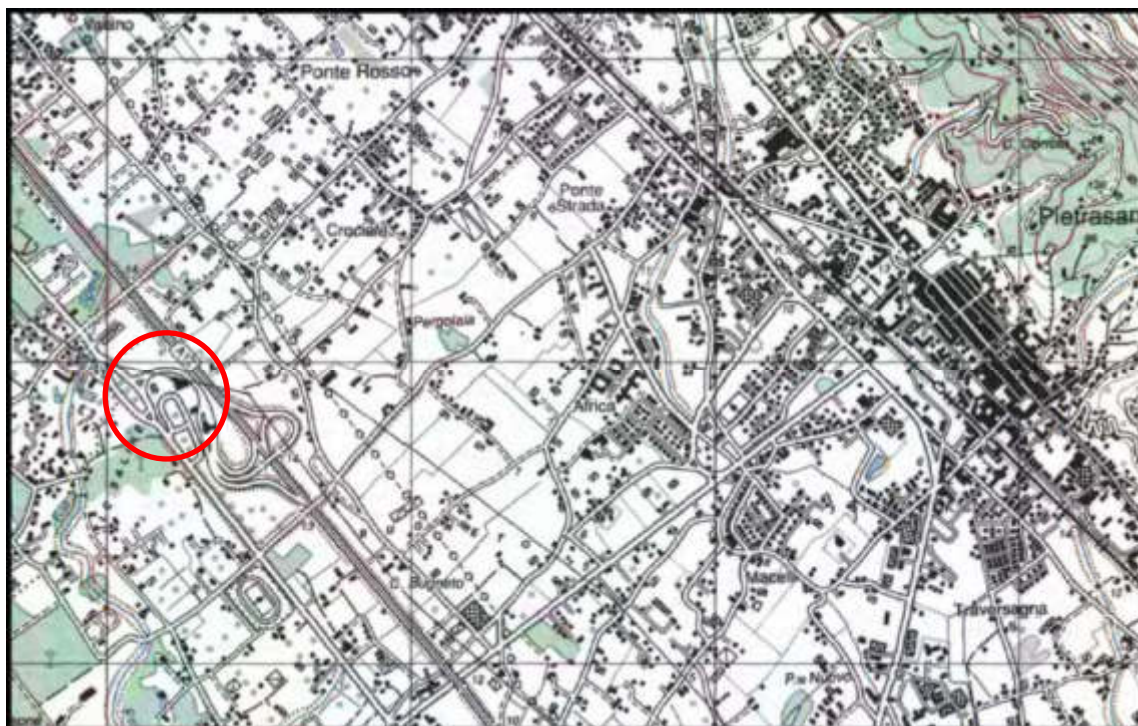


Figura 1 ESTRATTO DALLA CARTA TOPOGRAFICA IGM- SCALA 1:25.000

## 1.1 – Riferimenti Normativi

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti strumenti normativi:

- LR 41/2018;
- D.M. LL.PP. del 11.03.1988 e relativa Circolare n. 30483 del 24.09.1988 *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- Circolare Ministero LL.PP. del 10.04.1997 n. 65/AA.GG. *Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996*
- D.C.R.T. n. 58 del 02.07.2014 *Piano Paesaggistico della Regione Toscana*
- D.M. 17 Gennaio 2018 *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni*
- NTA geologiche del RU modificate con la Variante n.4

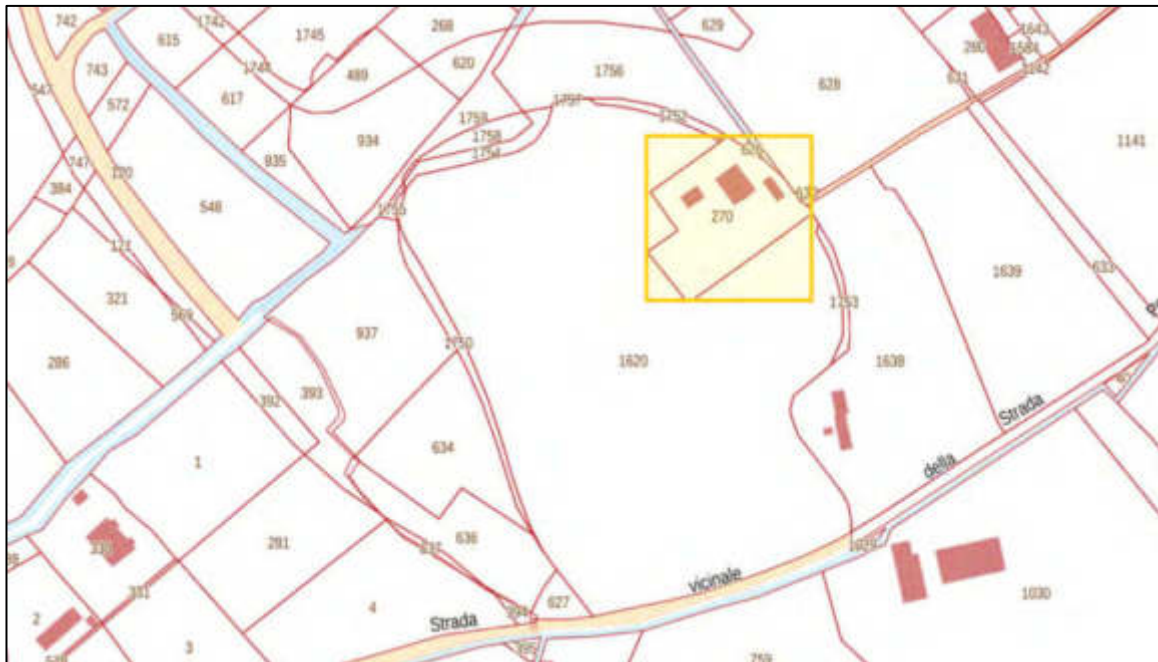


Figura 2 ESTRATTO CATASTALE DA GEOSCOPIO REGIONE TOSCANA

## 1.2 – Quadro Urbanistico e Vincoli Territoriali

Una prima valutazione sulle caratteristiche generali dell'area è ricavabile dalla consultazione degli elaborati relativi agli studi geologici di supporto agli strumenti urbanistici vigenti. In quella sede vengono infatti definite, a grande scala, le problematiche idrauliche, geomorfologiche, geologiche e sismiche che caratterizzano l'intero territorio comunale; inoltre, è sempre in quella sede che vengono definite le ulteriori verifiche e approfondimenti necessari per la realizzazione degli interventi diretti.

La sintesi di questi studi confluisce in una carta che definisce per ogni area la relativa classe di pericolosità. Come indicato nelle note esplicative allo strumento

urbanistico, la carta della pericolosità rappresenta l'interpretazione delle dinamiche fisiche, morfologiche ed idrogeologiche i cui effetti, presi singolarmente o connessi anche alla realizzazione di interventi artificiali, determinano, favoriscono od accentuano situazioni di dissesto più o meno grave.

### **1.2.1 – Pericolosità geomorfologica, litotecnica, per subsidenza e colata detritica**

La pericolosità geomorfologica individuata dalla cartografia del Regolamento Urbanistico del comune di Pietrasanta è Bassa G.1, come da stralcio sotto riportato in Figura 3.

Le problematiche connesse con elementi geologico-litotecnici, idrogeologici e stratigrafici, analizzati nelle tavole di PIANO STRUTTURALE denominate Tav. 9, Tav. 10, Tav. 11 e Tav. 13 hanno offerto i seguenti risultati:

#### **TAV. 9 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ LITOTECNICA**

Classe di pericolosità: 3blt – G3 elevata

#### **TAV. 10 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ PER SUBSIDENZA**

Classe di pericolosità: 3S “Aree con propensione alla subsidenza. Terreni fini di origine fluvio lacustre”.

#### **TAV. 11 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ PER COLATA DETRITICA**

Classe di pericolosità: -----

#### **TAV. 13 – CARTA DELLA CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE**

Classe di pericolosità: M Media

### **1.2.2 – Pericolosità sismica**

La pericolosità sismica individuata dalla cartografia del Regolamento Urbanistico del comune di Pietrasanta è di tipo S.3 (Elevata), come da stralcio sotto riportato in Figura 4. Classe 12 della Cartografia MOPS – 5-20 mt depositi lacustri/20-30m sabbie marine eoliche/ 100?m materiale alluvionale.

### **1.2.3 – Pericolosità idraulica**

La pericolosità idraulica individuata dalla cartografia del comune di Pietrasanta (Figura 5) classifica la nostra area all'interno delle aree a pericolosità Idraulica Media (I.2).

### **1.2.4 – Vincolistica**

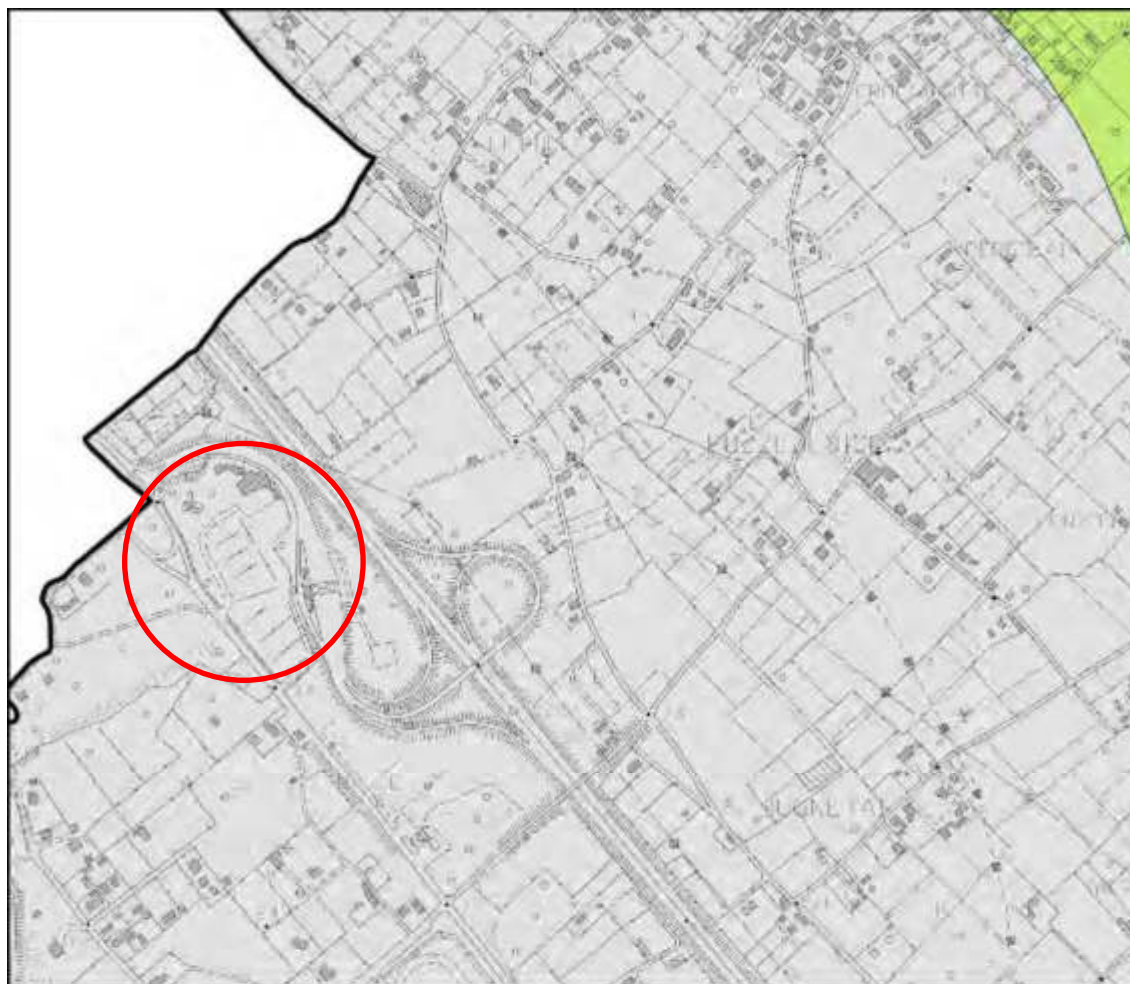
Di seguito viene riportata l'analisi dei principali vincoli che insistono sul territorio di ubicazione dell'opera in progetto.

#### **• VINCOLO IDROGEOLOGICO**

L'area di interesse non si trova in zona soggetta al vincolo idrogeologico ai sensi della Legge n. 3267 del 30/12/1923 e degli artt. 21 e 22 del R.D.L. 1126/1926.

#### **• ZONAZIONE SISMICA**






In applicazione alla Legge n. 64 del 02/02/1974, con Ordinanza (n. 3274) del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003) sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone".



**LEGENDA**

**Pericolosità Geomorfologica**

**Pericolosità Geomorfologica  
DPGR 63/R del 2011**

	<b>G.1 Bassa</b> Aree con assenza sia di forme e processi geomorfologici attivi e quiescenti, sia di fattori geotecnologici morfologici (precipitazioni, infiltrazioni di processi meta-estivi)	<b>G.1</b>
	<b>G.2 Media</b> Aree con assenza di forme e processi geomorfologici attivi o quiescenti per i quali sono al massimo prevedibili, sulla base di valutazione geologica, litologiche e idromorfiche, limitati processi di degrado superficiale riconoscibili e neutralizzabili a livello di intervento diretto. Fianze naturali, per cause naturali o artificiali, di modesta dimensione. Copri detritici su versanti con pendenze inferiori a 15°.	<b>G.2</b>
	<b>G.3a Medio-Elevata</b> Aree interessate da indicatori geomorfologici precursori di possibili fenomeni di instabilità (fenomeni di instabilità nelle quali non si possono escludere attivazioni di movimenti di massa. Aree con evidenze di susseguimenti ma assenza di fenomeni di dissesto. Aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico. Aree interessate da intensi fenomeni estivi e da subsistenze sopra detritici su versanti con pendenze superiori a 15° e inferiori a 30°.	<b>G.3</b>
	<b>G.3b Elevata</b> Aree interessate da forme quiescenti e / o da indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità (postpendenza, oscillazioni, laterazioni) nelle quali sono prevedibili attivazioni e riattivazioni di movimenti di massa.	<b>G.3</b>
	<b>G.4 Molto Elevata</b> Aree interessate da forme attive e relative aree di influenza. Aree interessate da diffusi fenomeni di degrado attivo (movimenti di massa o processi) di qualsiasi intensità.	<b>G.4</b>

**F.F.E.** ai sensi delle Norme di P.U. Regione Toscana Art.10

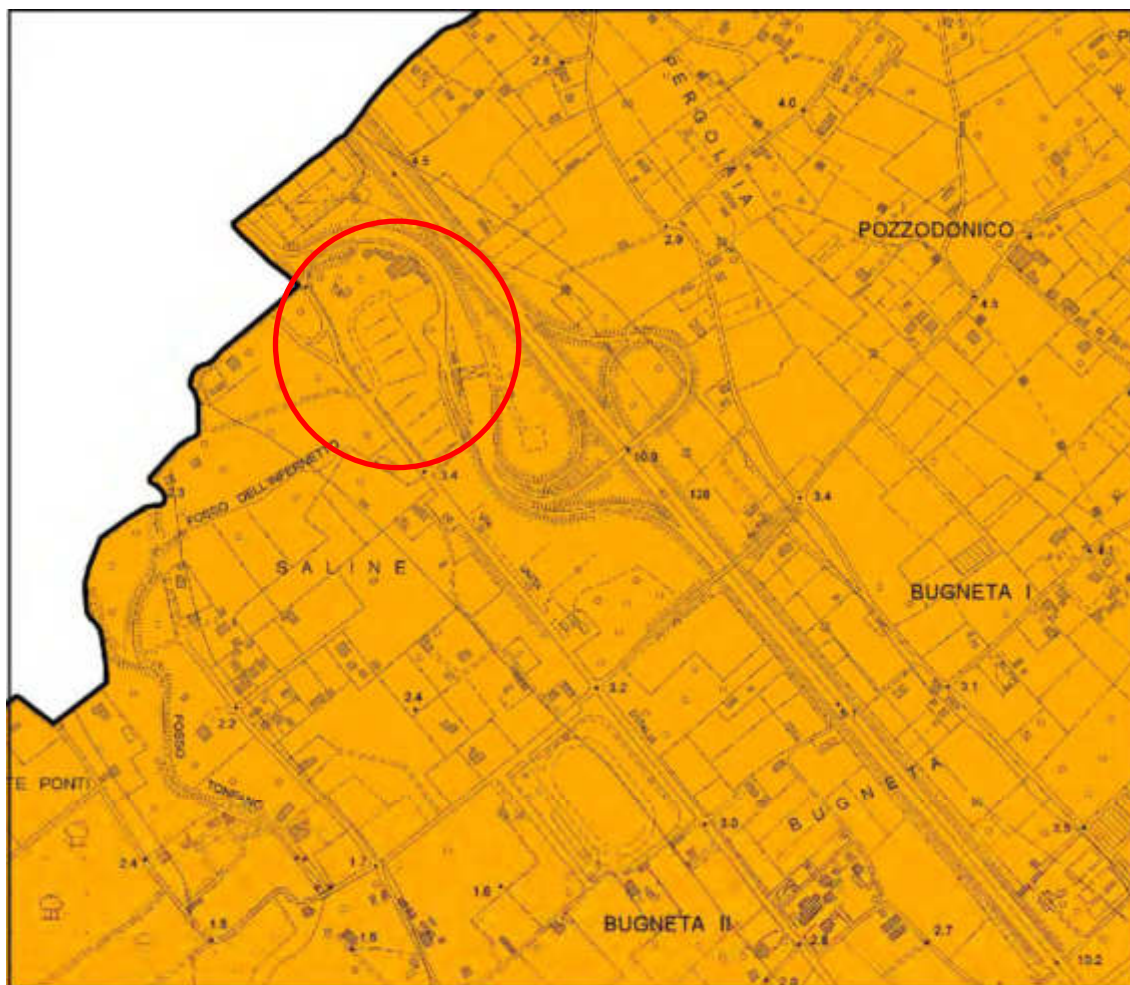
**F.F.M.E.** ai sensi delle Norme di P.U. Regione Toscana Art.10

Figura 3 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (R.U. COMUNE DI PIETRASANTA)

In base all'O.P.C.M. 3519/2006, il Comune di Pietrasanta è attribuito alla



Classe di Pericolosità Sismica 3, corrispondente a valori dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A pari a 0.15 g, classe confermata anche dalla Regione Toscana con D.G.R.T. n. 878 del 08.10.2012.



## LEGENDA


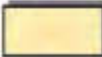

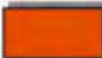
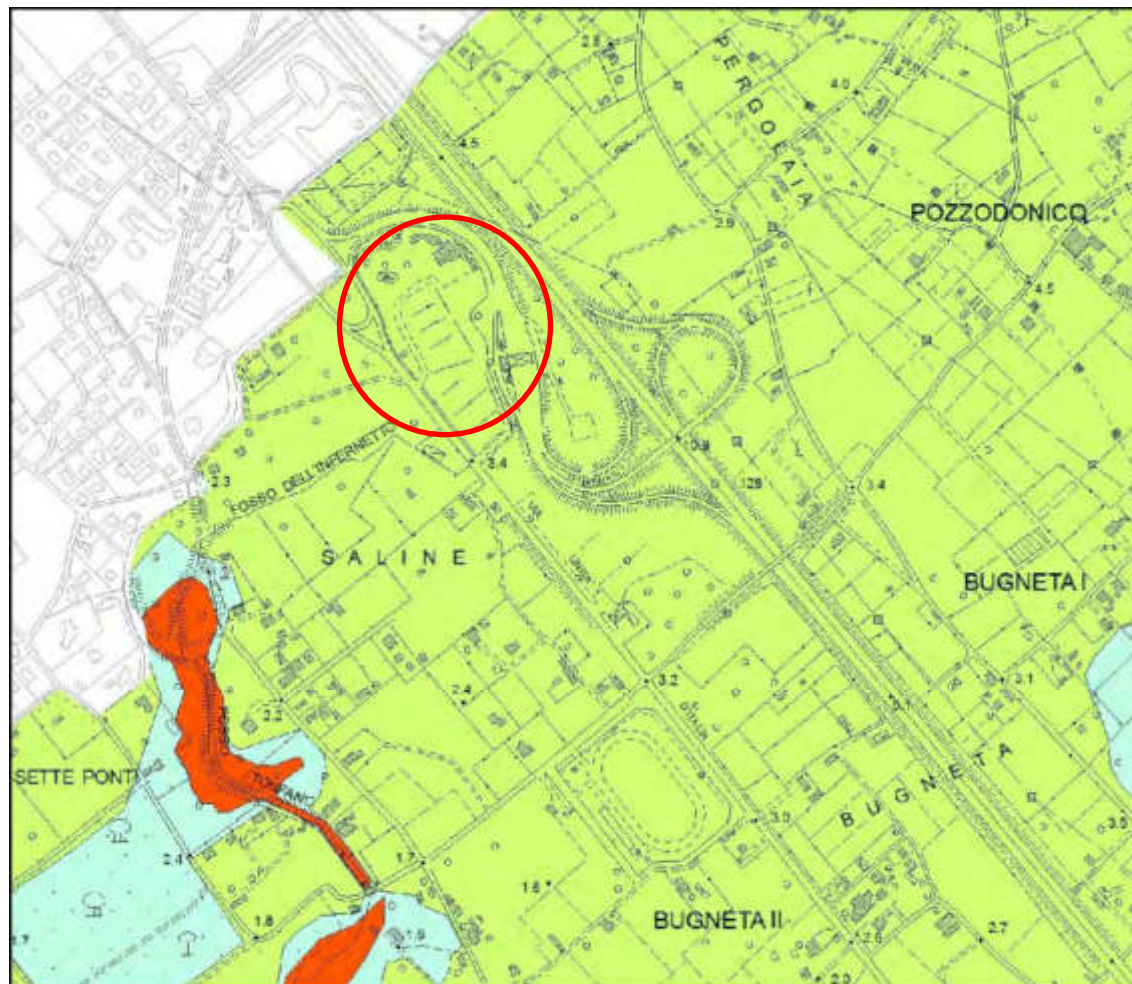
- 
**S1**  
 Zone stabili caratterizzate dalla presenza di litopi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.
- 
**S2**  
 Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici, zona stabili di amplificazioni locali.
- 
**S3**  
 Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici, zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi, terreni suscettibili di liquefazione dinamica, zone di contatto tra litopi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse, zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.
- 
**S4**  
 Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici, terreni suscettibili di liquefazione dinamica.

Figura 4 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (R.U. COMUNE DI PIETRASANTA)

• PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

La Disciplina del PGRA è basata su un nuovo concetto di gestione del rischio che racchiude in sé l'esigenza di superare concetti legati alla rimozione tecnica del rischio e della sicurezza idraulica ovunque, conciliandolo con l'esigenza di garantire una continuità con la precedente disciplina, che fino ad oggi ha indirizzato la pianificazione urbanistica e la realizzazione degli interventi. Il concetto di gestione del rischio viene così definito nella disciplina di PGRA: *“Per gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali.*



#### Legenda

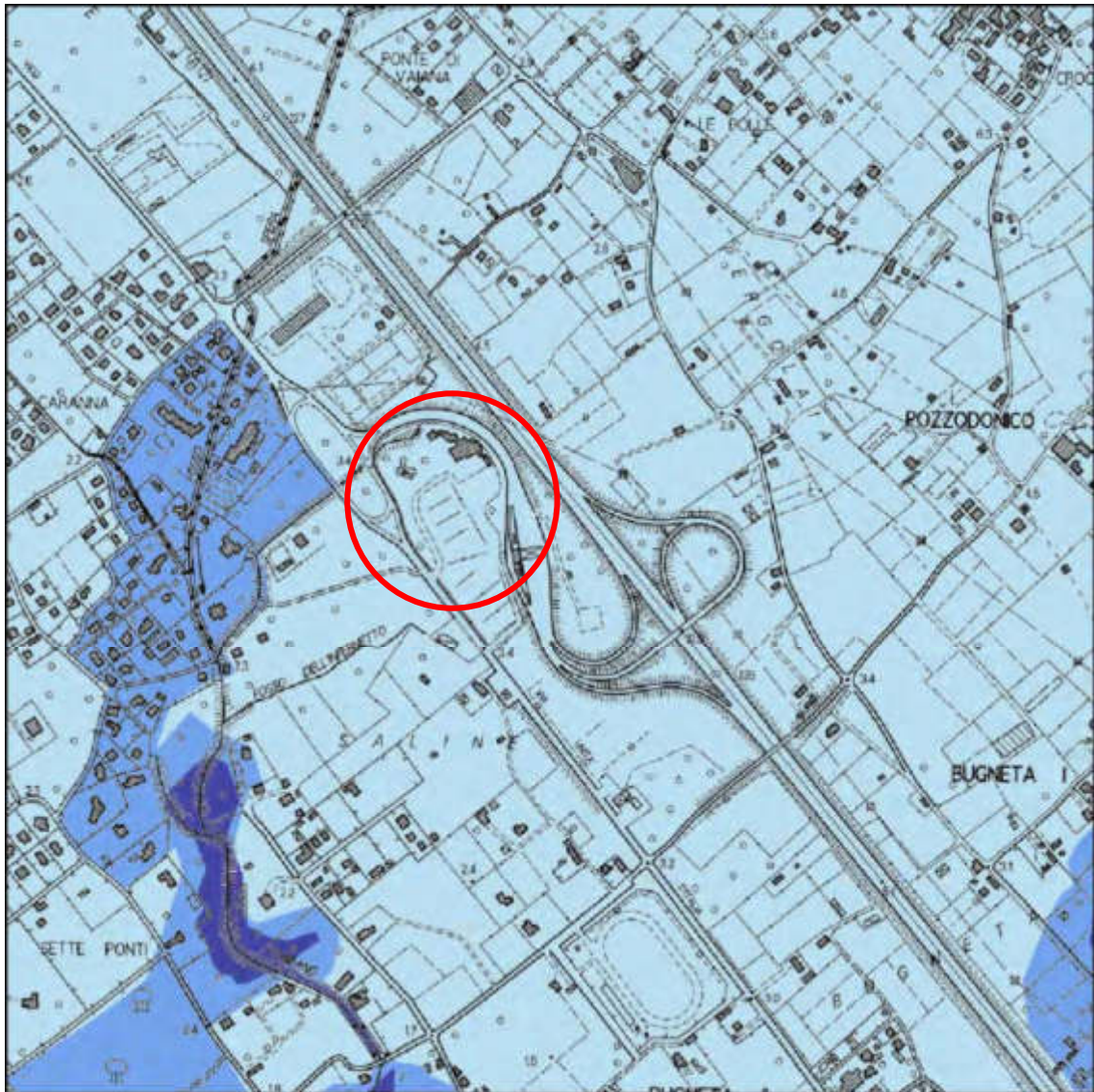
##### Pericolosità

-  1i Pericolosità irrilevante
-  2i Pericolosità bassa
-  3ai Pericolosità medio-bassa
-  3bi Pericolosità medio-alta
-  4i Pericolosità elevata

**Figura 5 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNE DI PIETRASANTA)**

*La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la*

pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica;...”.



**Figura 6 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PGRA**

Vale la pena sottolineare che in attesa della suddetta disciplina restano valide le indicazioni specifiche trattate sui PAI (nel caso specifico Toscana Nord ad esclusione degli articoli da 4 a 17 che sono completamente sostituiti dalla nuova disciplina di piano del PRGA) già riprese nelle NTA comunali e quelle riportate sulla L.R. Toscana n° 21/2012.

Ai sensi del vigente Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone, adottato dal Distretto Appennino Settentrionale, il lotto in esame ricade, come da stralcio sopra riportato, all'interno delle aree P1 "Aree a pericolosità di alluvione bassa".

L'area non è soggetta quindi alle disposizioni per le aree inondabili della L.R. 41/2018.

## 2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Geograficamente l'area in esame risulta compresa all'interno della seguente documentazione cartografica:

- Cartografia nazionale:  
*Tavoletta n. 260 sez. II denominata "Pietrasanta" - 1:25.000*
- Cartografia regionale:  
*Sezione n. 260030 denominata "Pietrasanta" - scala 1:10.000*

## 3 - MODELLAZIONE GEOLOGICA

### 3.1 – Quadro geologico regionale ed assetto tettonico-strutturale

Il quadro geologico e geomorfologico generale è, in particolare, caratterizzato da due domini strutturali e geomorfologici distinti:

- le Alpi Apuane;
- il Bacino Neotettonico della Versilia.

Quest'ultimo comprende la pianura versiliese, formatosi in seguito a cicli trasgressivi e regressivi marini iniziati circa 80.000 anni fa, e l'attuale zona di spiaggia.

A circa 4÷5 chilometri dalla linea di costa si rilevano i primi depositi sabbiosi, sciolti e fini, derivati da Eolianiti silicee molto evolute, morfologicamente disposti in cordoni dunari, risultato sia di movimenti glacio-eustatici, sia degli apporti sedimentari da parte dei fiumi Arno, Serchio, Magra e di altri corsi minori, tra cui il Versilia.

Il meccanismo di formazione della pianura è stato quello classico di questo tipo di ambiente costiero: formazione successiva di lidi sabbiosi paralleli ai rilievi montuosi con lagune e stagni retrodunari talora di ampie dimensioni; il lago di Massaciuccoli e l'area paludosa alle spalle di Viareggio, sono appunto il più vistoso residuo dei numerosi specchi d'acqua che si erano formati tra i lidi versiliesi.

#### **3.1.1 – Assetto geologico, geomorfologico ed idrografico locale**

La Piana Versiliese è un bacino neotettonico di natura estensionale in cui faglie dirette a direzione appenninica, attive a partire dal Miocene Superiore, hanno creato

strutture tettoniche ad horst e graben riempite successivamente da alternanze di depositi marini e continentali.

Essa si estende parallelamente alla costa tirrenica con una direzione NNO – SSE ed è delimitata verso Est dalle Alpi Apuane. Presenta un'estensione trasversale che va dai circa 8 km in corrispondenza del Lago di Massaciuccoli a circa 4 km all'altezza di Marina di Massa e progredisce verso mare con una pendenza media di circa lo 0,15 %.

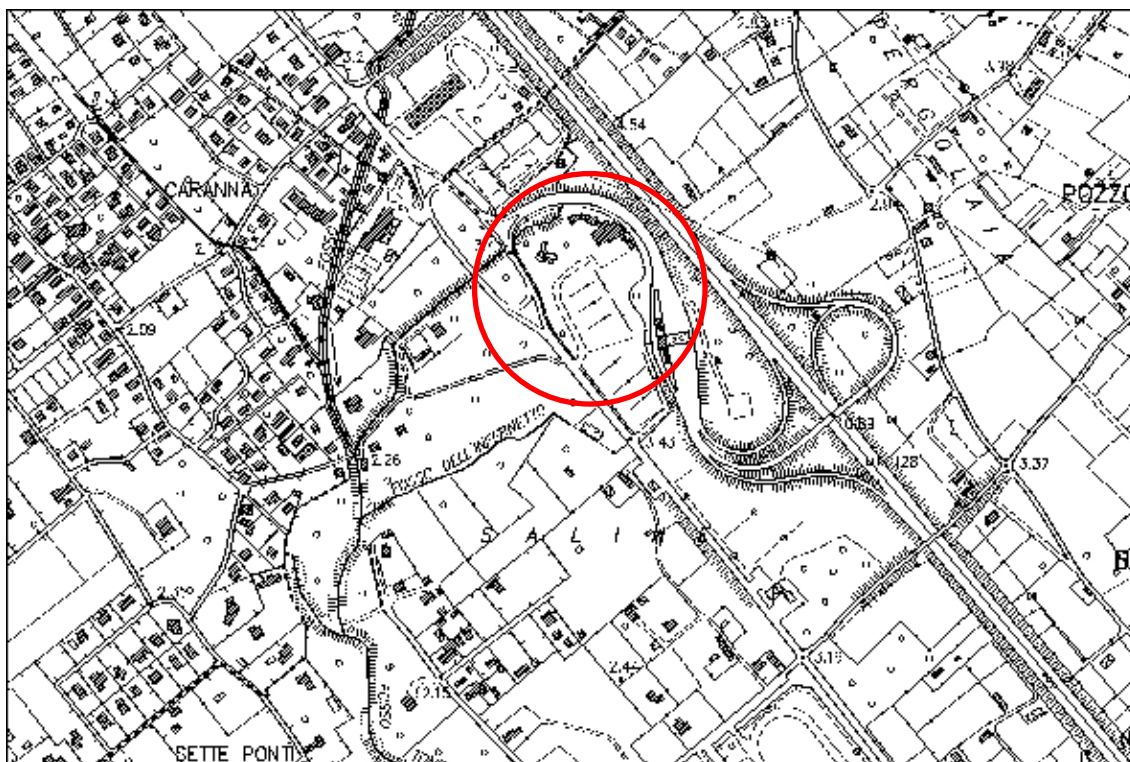


Figura 7 ESTRATTO DI SEZIONE CTR N. 260030 - SCALA 1:10.000

L'attuale assetto geologico e morfologico è il risultato, durante il Quaternario, oscillazioni climatiche che hanno determinato fasi trasgressive marine con sommersione della pianura e fasi di regressione con denudamento delle terre. L'inizio di questi episodi è situato a circa 80.000 anni fa con la cosiddetta Trasgressione Tirreniana del Pleistocene superiore. In seguito all'ultima fase di ritiro marino, si è avuta la formazione di un cordone di dune costiere, che ha favorito lo sviluppo, nell'area depressa alle spalle dei cordoni litoranei, di una zona lacustre di cui l'attuale Lago di Massaciuccoli ed il "Padule" circostante sono l'ultimo residuo.

Tra gli agenti morfogenetici, responsabili dell'attuale assetto del territorio nell'area d'interesse, oltre a quelli che hanno permesso la formazione della piana costiera e della zona lacustre, un ruolo importante ha assunto l'azione antropica. Questa si è manifestata essenzialmente, in un primo momento, con la bonifica delle aree umide che caratterizzavano questa fascia della pianura versiliese, e, successivamente, con opere di sistemazione agricola e di urbanizzazione del territorio.

Conseguenza diretta di tali interventi, sono il prosciugamento delle aree umide attraverso la rete drenante di bonifica, e la colmata naturale e artificiale (apporto di materiale da apposite cave di prestito) delle zone maggiormente depresse.

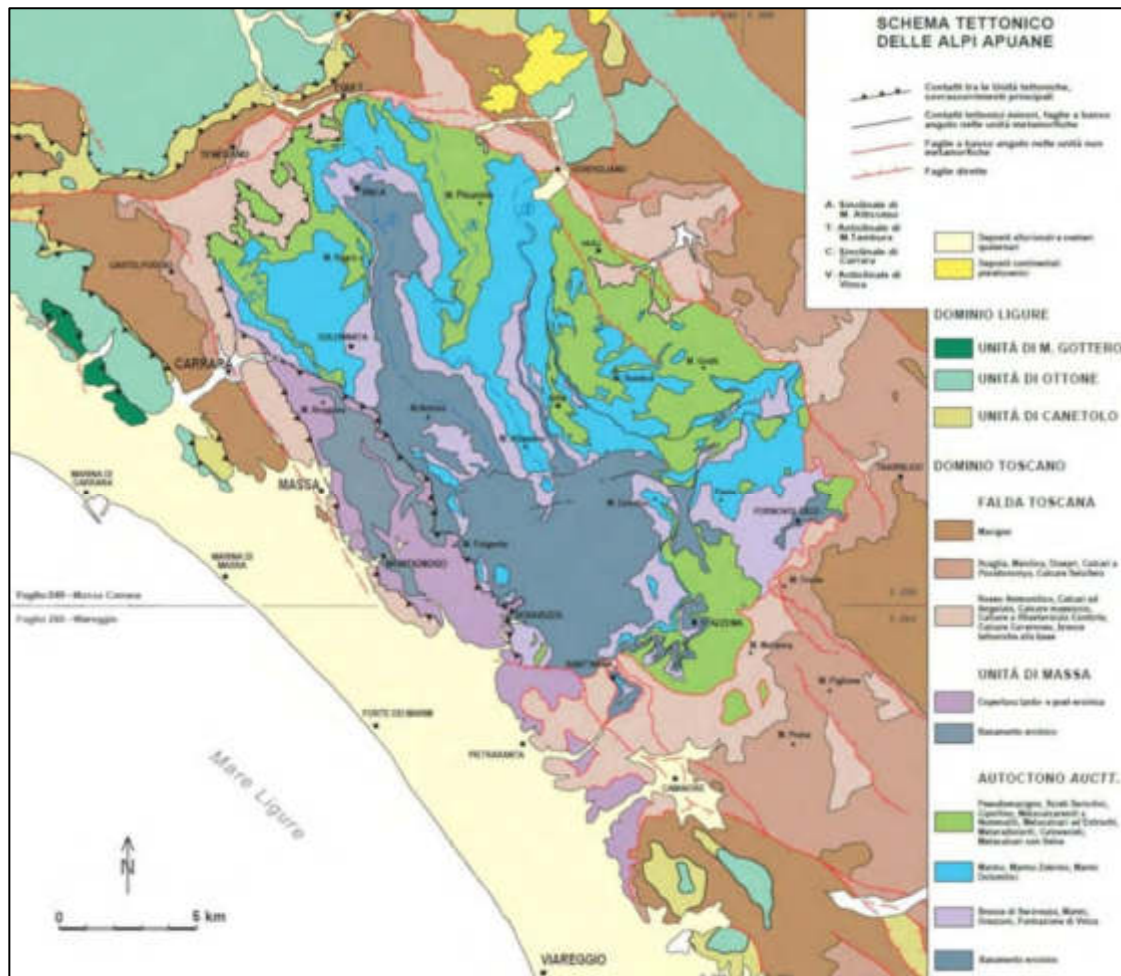


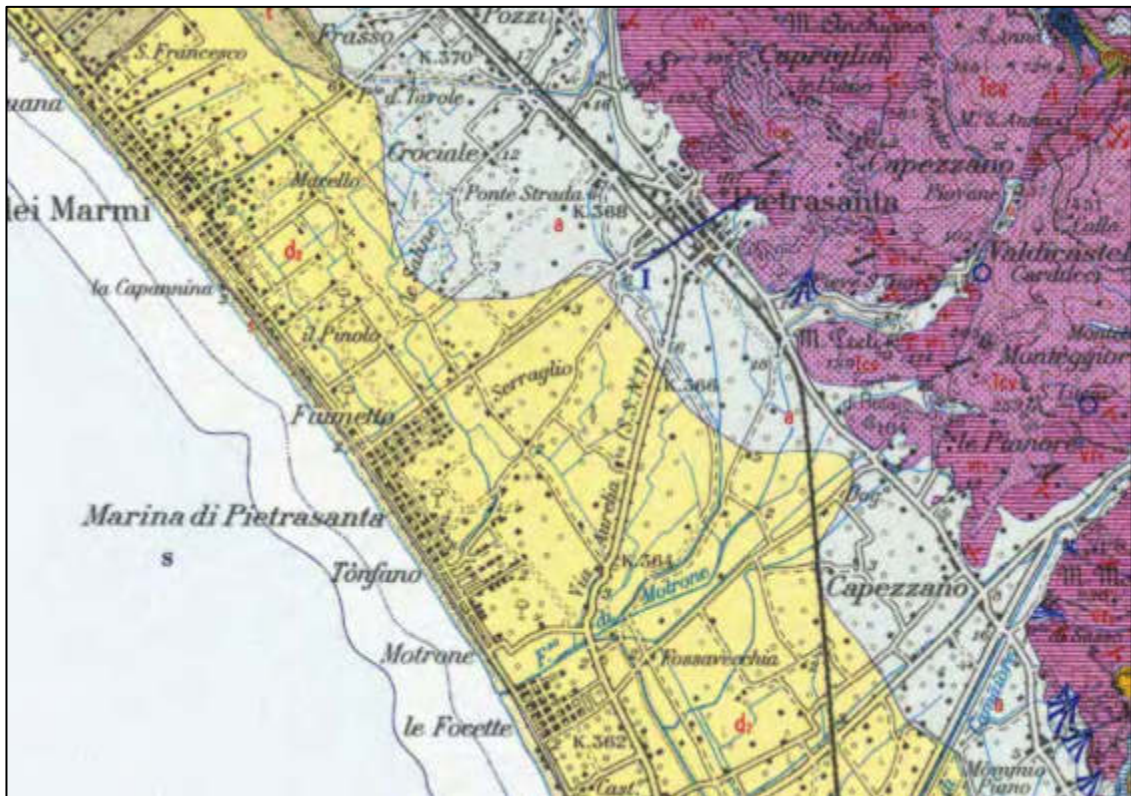
Figura 8 SCHEMA TETTONICO-STRUTTURALE

L'area di studio si trova in una zona antropizzata ad una quota di circa 3.0 m s.l.m., nella fascia retro-dunale costiera, a circa 1.800 m dalla linea di spiaggia.

L'area nel complesso è sub-pianeggiante, caratterizzata tuttavia da dislivelli decimetrici da punto a punto e mediamente oscillante tra 3.0 e 4.5 m (in corrispondenza del rilevato stradale) sul livello medio marino.

I depositi affioranti sono di tipo palustre (**e3a**), come indicato anche dalla carta geologica di supporto al Progetto CARG della Regione Toscana (Figura 10).

Gli elementi idrografici maggiormente significativi per l'area di interesse sono rappresentati dai fossi che costituiscono il sistema di drenaggio connesso al Fosso Spera-Fosso Tonfano, come osservabile dalla cartografia di Fig. 11. Si tratta di fossi e canali che risultano inseriti nel Reticolo di Riferimento e Gestione della Regione Toscana, così come indicato dalla LR 79/2012 come modificata da DCR 81/2021.



I sopralluoghi eseguiti nell'area d'indagine non hanno riscontrato la presenza di processi geomorfici attivi, né altri elementi che possano pregiudicare l'intervento in progetto.

**Figura 9 FOGLIO 104 PISA DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - SCALA 1:100.000**

### 3.1.1.1 Quadro Stratigrafico

La stratigrafia dell'area è stata influenzata dal succedersi delle fasi climatiche e deposizionali, precedentemente sintetizzate, che hanno caratterizzato la recente storia geologica dell'area.

I numerosi studi eseguiti nel tempo sulla pianura e le stratigrafie dei sondaggi geognostici e/o pozzi, reperibili in bibliografia, confermano tale evoluzione sedimentaria e mostrano come i depositi quaternari si estendono ben oltre i 200 metri di profondità.

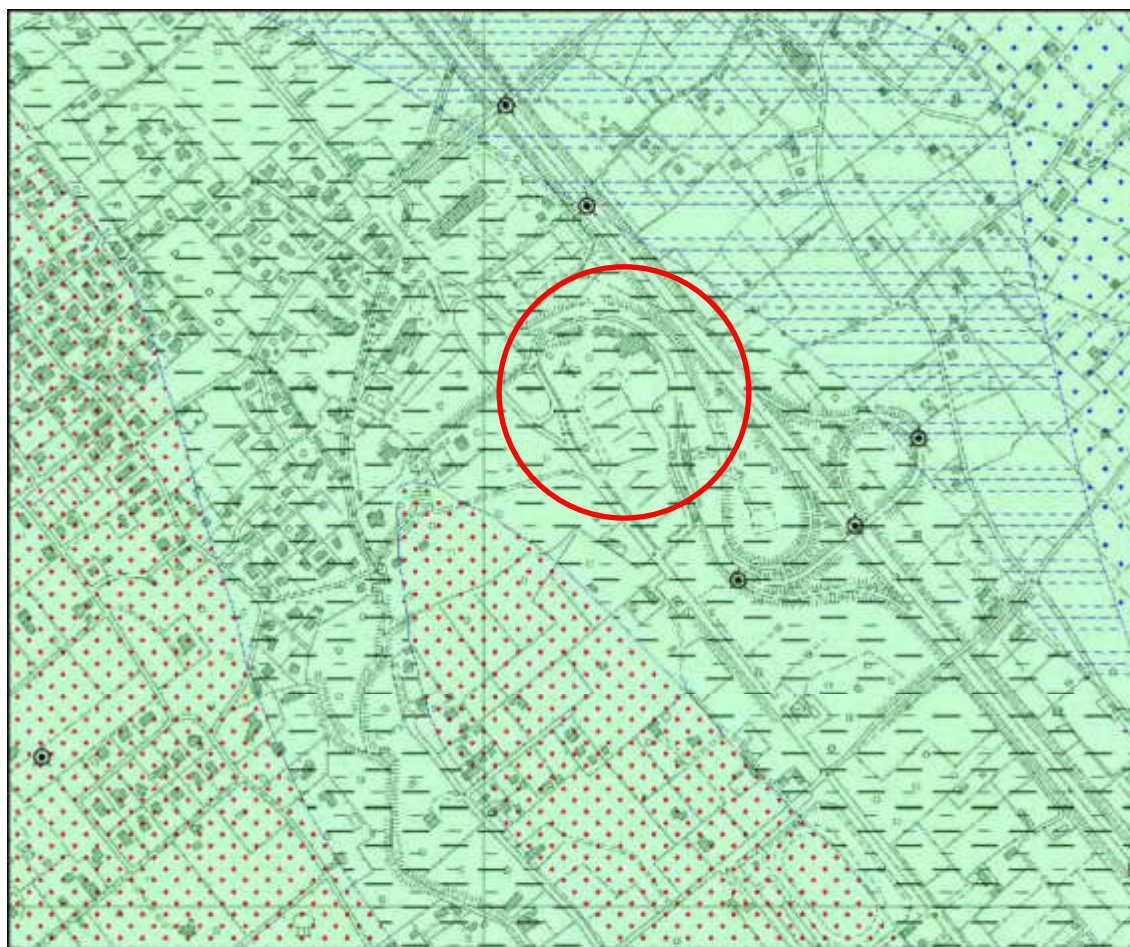
Al di sotto dei primi 15-18 m, costituiti da ciottoli e ghiaie eterometriche intercalati a livelli di sabbie, limi ed argille (prevalentemente sciolti o debolmente cementati), si sviluppa un orizzonte conglomeratico a cemento carbonatico ("Calcestruzzo") con spessore dell'ordine di alcuni metri, che poggia su facies sedimentarie prevalentemente ghiaiose.

Come emerso dalla perforazione di un pozzo esplorativo eseguito in loc. Vaiana dal Cons. Acq. Marina di Pietrasanta, Lido di Camaiore e Forte dei Marmi, i depositi alluvionali sopra descritti possono raggiungere spessori fino a 150 m.

### 3.2 - Quadro idrogeologico

Sulla base delle conoscenze acquisite sull'assetto stratigrafico delle aree di pianura del territorio comunale, facenti parte del più vasto elemento geografico e deposizionale denominato Pianura Costiera Versiliese, si può sintetizzare, partendo dall'alto verso il basso, il seguente schema idrogeologico:

- una copertura poco permeabile, costituita da limi, limi argillosi in cui sono intercalati torbe ed argille;



#### DEPOSITI OLOCENICI

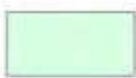
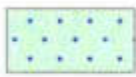

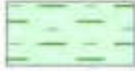
	bnaAL	Depositi alluvionali terrazzati
	bnaS	Depositi alluvionali terrazzati
	da	Depositi eolici recenti Sabbie di dune costiere
	e3a	Depositi palustri

Figura 10 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG IN SCALA 1:10000



- un orizzonte di sabbie marine, con sabbie eoliche al tetto solo nella parte litoranea della pianura, in continuità idrogeologica con ghiaie di conoide e alluvioni recenti, verso l'interno, che costituisce l'acquifero freatico;
- una serie di orizzonti costituiti da argille, limi, conglomerati argillosi, che nel complesso si possono considerare come un livello impermeabile.

L'area in cui si trova il sito di intervento è caratterizzata, come desunto dalle indagini in sito effettuate nei dintorni, dalla presenza di depositi limo-sabbiosi e limo-argillosi.



**Figura 11 ESTRATTO RETICOLO DI RIFERIMENTO E GESTIONE LR 79/2020**

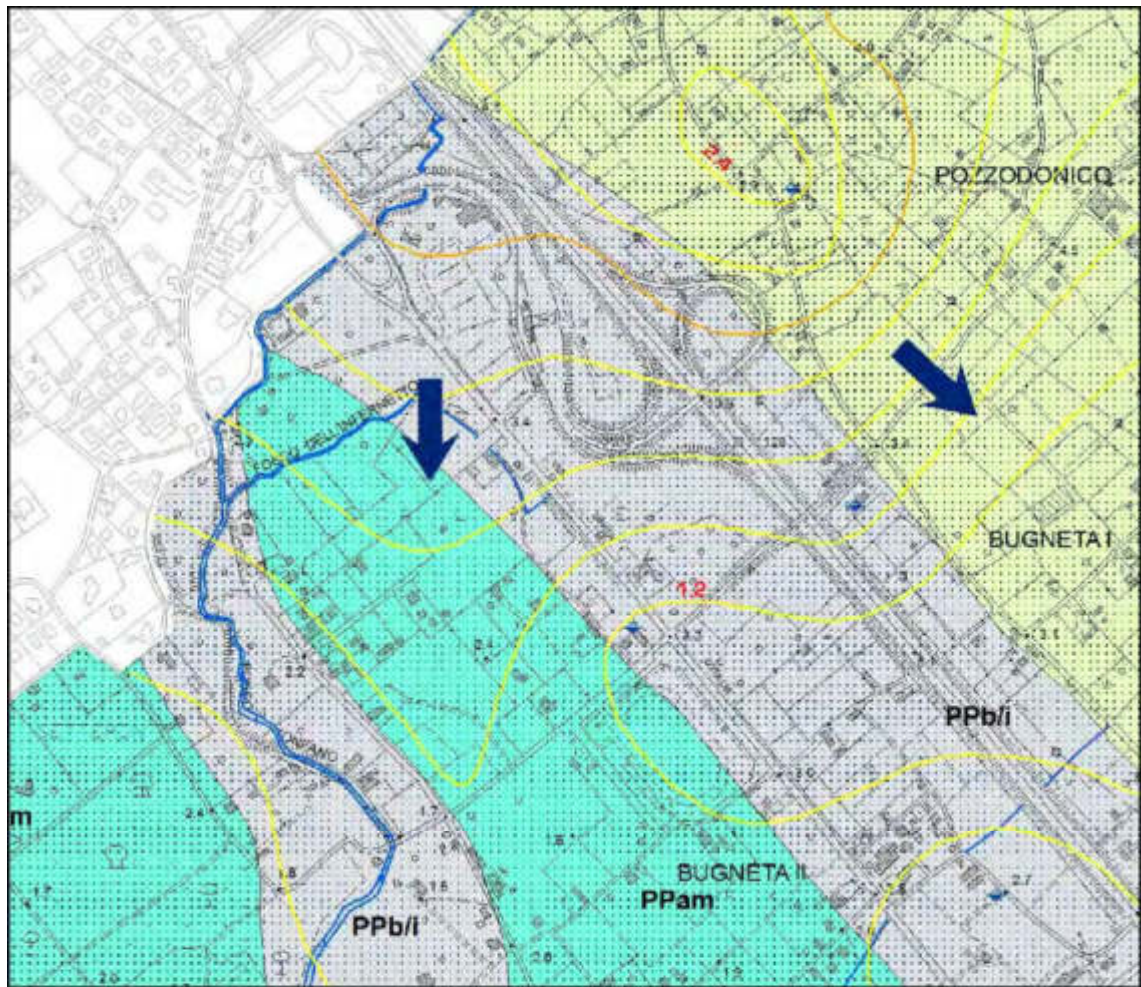
Tali litotipi limo-argillosi, considerabili dal punto di vista idrogeologico come acquicludi o al più acquitardi, sono localmente alternati a depositi sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi che risultano diffusamente presenti proseguendo in profondità e che presentano una buona permeabilità, variabile in genere dai  $10^{-3}$  ai  $10^{-5}$  m/sec.

Quest'ultimi possono essere sede di orizzonti acquiferi che divengono di tipo semiconfinato o confinato a seconda della potenza e della continuità laterale dei terreni sovrastanti.

Per la ricostruzione del quadro idrogeologico locale si è fatto riferimento alle carte presentate in supporto al nuovo Piano Strutturale comunale ed a studi precedenti effettuati nell'area.

Sulla base delle indicazioni fornite dalle carte idrogeologiche risulta che il livello

della superficie piezometrica si trova a circa 1.8/2.1 m s.l.m.m. con un'escursione stagionale dell'ordine del metro, e che l'andamento delle linee di flusso in questa zona è lineare in direzione sud, sud est.



### LEGENDA

#### Depositi permeabili per porosità

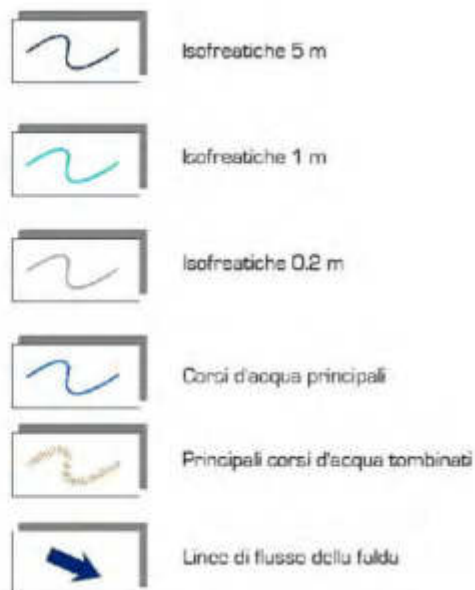
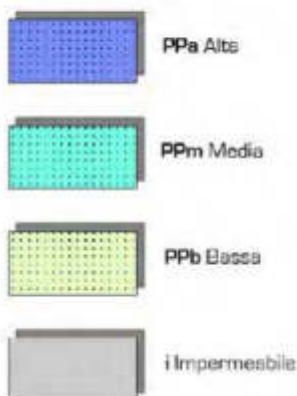


Figura 12 CARTA IDROGEOLOGICA APRILE - PS COMUNE DI PIETRASANTA

In base alle indagini effettuate presso il sito è stata accertata la presenza del livello di falda ad una profondità tra - 0.35 e -1.15 m dal p.c.. È ragionevole ritenere che qui le escursioni stagionali siano dell'ordine di mezzo metro.

#### 4 - INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Allo scopo di determinare le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni presenti, sono state prese a riferimento verticali di indagine appositamente eseguite per la cui ubicazione si rimanda alla planimetria di dettaglio di Tav. 01, a cui sono state associate ulteriori indagini di tipo sismico:

- N. 1 indagine indiretta sismica di tipo MASW
- N. 2 penetrometrie statiche CPT;
- N. 4 penetrometrie dinamiche superpesanti DPSH

Una tale campagna geognostica è stata ritenuta sufficiente sulla base dell'importanza ed estensione dell'opera ed alle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante e tenendo conto di quanto riportato nella D.P.G.R. n. 36/R del 09.07.2009.

##### 4.2 – Modello geologico di riferimento (MGR)

Dal punto di vista stratigrafico, il quadro messo in luce dalle indagini geognostiche CPTU è il seguente (TAV.01):

SINTESI GEOLOGICA CPTU2								
Strato	Profondità		qt		RL	Descrizione	Stato di consistenza	Stato di addensamento
Nº	da m	a m	kg/cmq	kg/cmq				
2	0.00	1.90	27.21	0.57		Argilla limosa - Limo argilloso	med. consistente	mod. addensato
3	1.90	3.80	49.66	0.39		Sabbia-Limo sabbioso-Sabbia limosa	-	mod. addensato
4	3.80	4.20	34.65	0.39		Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato
5	4.20	4.91	65.03	0.38		Sabbia	-	mod. addensato

SINTESI GEOLOGICA CPTU1								
Strato	Profondità		qt		RL	Descrizione	Stato di consistenza	Stato di addensamento
Nº	da m	a m	kg/cmq	kg/cmq				
1	0.00	1.9	9.79	0.46		Argilla	med. consistente	-
2	1.90	2.6	17.20	0.13		Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato
3	2.60	6.0	55.70	0.32		Sabbia-Limo sabbioso-Sabbia limosa	-	mod. addensato
4	6.00	6.9	32.05	0.24		Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato
5	6.90	9.1	79.11	0.44		Sabbia	-	mod. addensato
3	9.10	9.9	49.75	0.37		Sabbia-Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato

Analogamente il quadro evidenziato dalle penetrometrie DPSH conferma l'andamento sopra riportato con presenza locale di materiali di riporto con spessori compresi tra 0.0 circa e 1.2 m (DPSH4), seguiti da una successione caratterizzata nei primi metri da materiali soffici (fino a circa 3.0-3.8 m dal p.c. sulle diverse verticali) e

poco addensati (fino a circa 5.6 m dal p.c. DPSH1) a dominante fine (argille e/o limi) seguite da orizzonti più francamente sabbioso-limosi da poco a mediamente addensati.

## 5 – PROBLEMATICHE INERENTI ALLA PROGETTAZIONE

### 5.1 – Ritenzione delle acque meteoriche in applicazione del principio di invarianza idraulica

Così come previsto dal Comune di Pietrasanta in base all'art.11 delle NTA - Indagini Geologiche del Regolamento Urbanistico, in merito ai lavori previsti, occorre ottemperare al rispetto del criterio di "contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo" ("invarianza idraulica").

Dato che il tratto di impermeabilizzazione allo stato modificato rispetto a quello attuale ha dimensioni di circa 10.0 mq rientra del caso di un intervento "trascurabile" secondo le seguenti classi a diverso grado di rilevanza rispetto all'impermeabilizzazione potenziale:

- Trascurabile impermeabilizzazione potenziale per  $S < 0,1$  ha
- Modesta impermeabilizzazione potenziale per  $0,1 < S < 1$  ha
- Significativa impermeabilizzazione potenziale per  $1 < S < 10$  ha e  $S > 10$  ha e  $IMP < 30\%$
- Marcata impermeabilizzazione potenziale per  $S > 10$  ha e  $IMP > 30\%$

Per "trasformazione del territorio ad invarianza idraulica" si intende la trasformazione di un'area tale che non provochi un aggravio della portata di piana del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.

In altre parole, intervenire su suolo naturale implica dover necessariamente ovviare, mediante opere di mitigazione, alla sua impermeabilizzazione in modo da mantenere inalterate le prestazioni ideologico-idrauliche del bacino di riferimento su cui si interviene, questo anche quando il corpo recettore potrebbe essere rappresentato dalla pubblica fognatura.

I meccanismi di controllo naturale delle piene sono:

- infiltrazione e immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni dipendenti dal coefficiente di deflusso dei terreni);
- laminazione dei deflussi (i deflussi devono infatti colmare i volumi disponibili sul terreno del bacino di riferimento prima di poter raggiungere la sezione di chiusura).

Per tanto, il principio di invarianza idraulica, deve essere garantito intervenendo con opere di mitigazione o comunque soluzioni costruttive che si muovano nell'una o nell'altra direzione, o verso entrambe.

La modalità che consente di ottenere quanto suddetto è predisporre,

all'interno delle aree in trasformazione e soggette ad impermeabilizzazione, volumi ad hoc che dovranno essere riempiti prima che si verifichi un deflusso verso l'esterno delle aree stesse, in modo da determinare condizioni di invarianza del picco di piena del corpo recettore. Per maggiori dettagli inerenti geometria e dimensioni dell'intervento si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Al fine di una migliore gestione delle acque è stato suddiviso il lotto in aree che verranno trattate in modo autonomo le une rispetto alle altre, sia per la determinazione dei volumi, sia per le soluzioni tecniche che consentano di rispettare le disposizioni delle NTA comunali (vedi Tavola apposita redatta dal progettista).

### 5.1.1 - Determinazione del volume minimo di invaso

Per il calcolo del volume da compensare e laminare verso il recettore finale, si procede partendo dall'assunto di una pioggia di progetto, pari a quella oraria con un tempo di ritorno ventennale. L'equazione di riferimento che quantifica l'altezza di pioggia espressa in mm (h) è direttamente proporzionale alla sua durata (t), espressa in ore, ed al tempo di ritorno (Tr), espresso in anni:

$$h = a \times t^n \times T_r^m$$

dove a, n ed m sono coefficienti caratteristici della zona in esame.

Sulla base dei dati ricavati da Pagliara e Viti (1992), che hanno determinato i valori di tali coefficienti per tutte le stazioni situate nei bacini di competenza della Servizio Idrografico di Pisa (praticamente coincidente con la Toscana) sono state ricavate delle curve isoparametriche valide per l'intera regione.

Avendo scelto come stazioni più rappresentative per l'area in oggetto i pluviometri di Camaiole, Ponte di Tavole e Viareggio, sono stati ottenuti i seguenti valori medi dei coefficienti caratteristici, così come proposti dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio:

STAZIONE	a	n	m
Viareggio	29.641	0.301	0.217
Camaiole	30.632	0.397	0.209
Ponte di Tavole	31.894	0.393	0.210
Valori medi	30.722	0.363	0.212

Inserendo i valori medi nella precedente equazione si ottiene un valore di altezza di pioggia oraria pari a circa 58 mm.

In seguito alla realizzazione degli interventi in progetto l'area subirà delle variazioni nel coefficiente di deflusso, con conseguente incremento delle portate effluenti.

### 5.1.2 - Calcolo della portata allo stato attuale

Per il calcolo delle portate attualmente effluenti dal lotto in esame ci riferiamo a periodi di ritorno pari a 20 anni, a un tempo di scroscio pari a un'ora ed a un'altezza d'acqua precipitata durante l'intero evento piovoso considerato pari a 60 mm.

Le portate effluenti allo stato attuale da tale superficie vengono calcolate con riferimento alla formula razionale (si fa presente che il calcolo verrà effettuato per le sole superfici che subiscono una variazione del coefficiente di afflusso):

$$Q = \frac{\psi \cdot S \cdot \alpha \cdot h(t_c)}{3.6 \cdot t_c}$$

AREA A						
<b>Superficie attuale coeff deflusso 0.15</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15					
Superficie bacino (ha)	0.560733	5607.33				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.0135521	13.552 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	48.788	
<b>Superficie attuale coeff deflusso 0.45</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45					
Superficie bacino (ha)	0	0				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0	0.000 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	0.000	
<b>Superficie attuale coeff deflusso 1.0</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	1					
Superficie bacino (ha)	0.092631	926.31				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.01492508	14.925 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	53.730	

AREA B	
<b>Superficie attuale coeff deflusso 0.15</b>	
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>	
costante	0.002778
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15

Superficie bacino (ha)	0.505541	5055.41					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.0122182	12.218	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	43.986		
<b>Superficie attuale coeff deflusso 0.45</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45						
Superficie bacino (ha)	0.056681	566.81					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.0041097	4.110	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	14.795		
<b>Superficie attuale coeff deflusso 1.0</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	1						
Superficie bacino (ha)	0	0					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0	0.000	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	0.000		

## AREA C

<b>Superficie attuale coeff deflusso 0.15</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15						
Superficie bacino (ha)	1.102173	11021.73					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.0266380	26.638	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	95.897		
<b>Superficie attuale coeff deflusso 0.45</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45						
Superficie bacino (ha)	0.064542	645.42					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.00467967	4.680	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	16.847		
<b>Superficie attuale coeff deflusso 1.0</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	1						
Superficie bacino (ha)	0.000655	6.55					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.00010554	0.106	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						

Volume (mc) V= 0.380

**AREA D****Superficie attuale coeff deflusso 0.15***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15					
Superficie bacino (ha)	0.470933	4709.33				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.0113818	11.382 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	40.974	

**Superficie attuale coeff deflusso 0.45***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45					
Superficie bacino (ha)	0.093452	934.52				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.00677581	6.776 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	24.393	

**Superficie attuale coeff deflusso 1.0***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	1					
Superficie bacino (ha)	0	0				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0	0.000 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	0.000	

**AREA E****Superficie attuale coeff deflusso 0.15***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15					
Superficie bacino (ha)	0.23955	2395.5				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.0057896	5.790 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	20.843	

**Superficie attuale coeff deflusso 0.45***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45					
Superficie bacino (ha)	0.00	0				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0	0.000 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					



		Volume (mc)	V=	0.000		
<b>Superficie attuale coeff deflusso 1.0</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	1					
Superficie bacino (ha)	0.010847	0				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000	Portata (mc/s)	Q=	0.00174771	1.748	l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
		Volume (mc)	V=	6.292		

dove:

- $\psi$ : è il coefficiente di afflusso alla rete;
- S: è la superficie afferente espressa in ettari (ha);
- h: è l'altezza di pioggia nel tempo  $t_s$ , pari a 58 mm;
- $t_s$ : è il tempo di scroscio considerato pari a 1 ora;
- Q: è la portata in  $m^3/s$ ;

Attribuendo a  $t_s$  il valore di 1.0 ore ed a  $\psi$  un valore pari al coefficiente di deflusso per ciascuna superficie considerata, si ottiene un valore delle portate iniziali come di seguito riportato:

Tali portate, allo stato attuale, ruscellano diffusamente seguendo la naturale pendenza dell'area o le opere di canalizzazione presenti.

### 5.1.3 – Calcolo della portata allo stato di progetto

Per il calcolo delle portate di progetto effluenti ci riferiamo ancora alla formula razionale dove prendiamo in considerazione le superfici per le quali è cambiato il valore del coefficiente di afflusso alla rete ( $\psi$ ):

AREA A						
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.15</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15					
Superficie bacino (ha)	0.284223	2842.23				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000	Portata (mc/s)	Q=	0.00686927	6.869	l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
		Volume (mc)	V=	24.729		
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.45</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45					
Superficie bacino (ha)	0.204605	2046.05				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000	Portata (mc/s)	Q=	0.01483505	14.835	l/s

Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	53.406		
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 1.0</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	1						
Superficie bacino (ha)	0.164536	1645.36					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.0265107	26.511	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						

## AREA B

<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.15</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15						
Superficie bacino (ha)	0.432133	4321.33					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.01044405	10.444	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	37.599		
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.45</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45						
Superficie bacino (ha)	0	0					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0	0.000	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	0.000		
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 1.0</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	1						
Superficie bacino (ha)	0.130087	1300.87					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.02096014	20.960	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						

## AREA C

<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.15</b>							
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>							
costante	0.002778						
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15						
Superficie bacino (ha)	0.476052	4760.52					
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.01150551	11.506	l/s
Tempo di scroscio (h)	1						
			Volume (mc)	V=	41.420		

<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.45</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45					
Superficie bacino (ha)	0	0				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0	0.000 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	0.000	
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 1.0</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	1					
Superficie bacino (ha)	0.691318	6913.18				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.11138792	111.388 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	400.997	

## AREA D

<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.15</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15					
Superficie bacino (ha)	0.399627	3996.27				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.00965843	9.658 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	34.770	
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 0.45</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45					
Superficie bacino (ha)	0	0				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0	0.000 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	0.000	
<b>Superficie di progetto coeff deflusso 1.0</b>						
<i>Dati per il calcolo delle portate di progetto</i>						
costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	1					
Superficie bacino (ha)	0.164758	1647.58				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.02654647	26.546 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	95.567	

## AREA E

**Superficie di progetto coeff deflusso 0.15***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.15					
Superficie bacino (ha)	0.033165	331.65				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.000801552	0.802 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	2.886	

**Superficie di progetto coeff deflusso 0.45***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	0.45					
Superficie bacino (ha)	0.134856	1348.56				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.009777842	9.778 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	35.200	

**Superficie di progetto coeff deflusso 1.0***Dati per il calcolo delle portate di progetto*

costante	0.002778					
Coefficiente di afflusso alla rete	1					
Superficie bacino (ha)	0.082376	823.76				
Altezza di pioggia critica (mm)	58.000		Portata (mc/s)	Q=	0.013272751	13.273 l/s
Tempo di scroscio (h)	1					
			Volume (mc)	V=	47.782	

**5.1.4 - Calcolo della volumetria di ritenzione e soluzioni progettuali**

Il calcolo della volumetria di ritenzione viene effettuato considerando la differenza tra la portata post e pre-intervento, moltiplicata per il tempo di scroscio di 1.0 ora; il volume di ritenzione complessivo dovrà essere pertanto non inferiore a:

$$V_r = (Q_1 - Q_0) \times t$$

ARERA A	Stato attuale	Stato di progetto	Superfici modificate
Tipologia area scolante	Superficie (mq)	Superficie (mq)	Superficie (mq)
Impermeabili	926.31	1645.36	719.05
Permeabili	5607.33	2842.23	-2765.1
Drenanti	0	2046.05	2046.05
<b>Totale</b>	<b>6533.64</b>	<b>6533.64</b>	<b>0</b>
	mc		
<b>Volume Attuale</b>	<b>102.518</b>		
<b>Volume di progetto</b>	<b>173.574</b>		
<b>Volume da ritenere</b>	<b>71.056</b>		
	mc/s	l/s	
<b>Portata Attuale</b>	<b>0.02848</b>	<b>28.47721</b>	
<b>Portata di progetto</b>	<b>0.04822</b>	<b>48.21502</b>	

AREA B	Stato attuale	Stato di progetto	Superfici modificate
Tipologia area scolante	Superficie (mq)	Superficie (mq)	Superficie (mq)
Impermeabili	0	1300.87	1300.87
Permeabili	5055.41	4321.33	-734.08
Drenanti	566.81		-566.81
<b>Totale</b>	<b>5622.22</b>	<b>5622.2</b>	<b>-0.02</b>
	mc		
Volume Attuale	58.781		
Volume di progetto	113.055		
Volume da ritenere	<b>54.275</b>		
	mc/s	l/s	
Portata Attuale	0.01633	<b>16.32792</b>	
Portata di progetto	0.03140	31.40419	

AREA C	Stato attuale	Stato di progetto	Superfici modificate
Tipologia area scolante	Superficie (mq)	Superficie (mq)	Superficie (mq)
Impermeabili	6.55	6913.18	6906.63
Permeabili	11021.73	4760.52	-6261.21
Drenanti	645.42		-645.42
<b>Totale</b>	<b>11673.7</b>	<b>11673.7</b>	<b>0</b>
	mc		
Volume Attuale	113.123		
Volume di progetto	442.416		
Volume da ritenere	<b>329.293</b>		
	mc/s	l/s	
Portata Attuale	0.03142	<b>31.42318</b>	
Portata di progetto	0.12289	122.89343	

AREA D	Stato attuale	Stato di progetto	Superfici modificate
Tipologia area scolante	Superficie (mq)	Superficie (mq)	Superficie (mq)
Impermeabili	0	1647.58	1647.58
Permeabili	4709.33	3996.27	-713.06
Drenanti	934.52		-934.52
<b>Totale</b>	<b>5643.85</b>	<b>5643.85</b>	<b>0</b>
	mc		
Volume Attuale	65.367		
Volume di progetto	130.338		
Volume da ritenere	<b>64.970</b>		
	mc/s	l/s	
Portata Attuale	0.01816	<b>18.15760</b>	
Portata di progetto	0.03620	36.20489	

AREA E	Stato attuale	Stato di progetto	Superfici modificate
Tipologia area scolante	Superficie (mq)	Superficie (mq)	Superficie (mq)
Impermeabili	108.47	823.76	715.29
Permeabili	2395.5	331.65	-2063.85

Drenanti		1348.56	1348.56
Totale	2503.97	2503.97	0
	mc		
Volume Attuale	27.134		
Volume di progetto	85.868		
Volume da ritenere	<b>58.733</b>		
	mc/s	l/s	
Portata Attuale	0.00754	7.53730	
Portata di progetto	0.02385	23.85214	

Risulta quindi necessario realizzare una volumetria di ritenzione, non inferiore a:

- Area A: 71 mc
- AREA B: 54.3 mc
- AREA C: 329.3 mc
- AREA D: 65 mc
- AREA E: 58.73 mc

Al fine di non incrementarne in modo anomalo la portata di picco in seguito ad un eventuale scarico in pubblica fognatura, si prevede di regimare le acque di scolo derivanti dalla realizzazione dell'intervento. In questo modo se ne realizzerà l'immagazzinamento ed il lento rilascio attraverso un volume di compenso, costituito da un "vuoto" all'interno della proprietà in cui è possibile immagazzinare i volumi idrici calcolati.

Considerando la tipologia dell'intervento, per quanto concerne l'AREA C si potrà considerare la possibilità di ricorrere ad una tubazione drenante con volumetria corrispondente a quella indicata, posizionata lungo tutto lo sviluppo lineare della pista.

Considerando invece la zona adibita a parcheggio denominata AREA E si potrà considerare una possibilità analoga, posando una tubazione drenante con volumetria corrispondente a quella indicata, posizionata all'interno dello stesso.

Nel caso dell'AREA C Si suggerisce l'installazione di una tubazione microfessurata che a titolo esemplificativo, considerando un diametro di 30 cm, dovrà avere una lunghezza di almeno mt 1150 ml; nel caso dell'AREA E invece sarà sufficiente, per lo stesso diametro del tubo, una lunghezza di 210 ml.

In entrambi i casi il tubo dovrà essere appoggiato all'interno di una trincea della profondità massima di circa 0.80 metri, riempita con dreno. Tale trincea potrà essere ubicata all'interno del lotto in studio con l'accortezza di rispettare le pendenze naturali del sito.

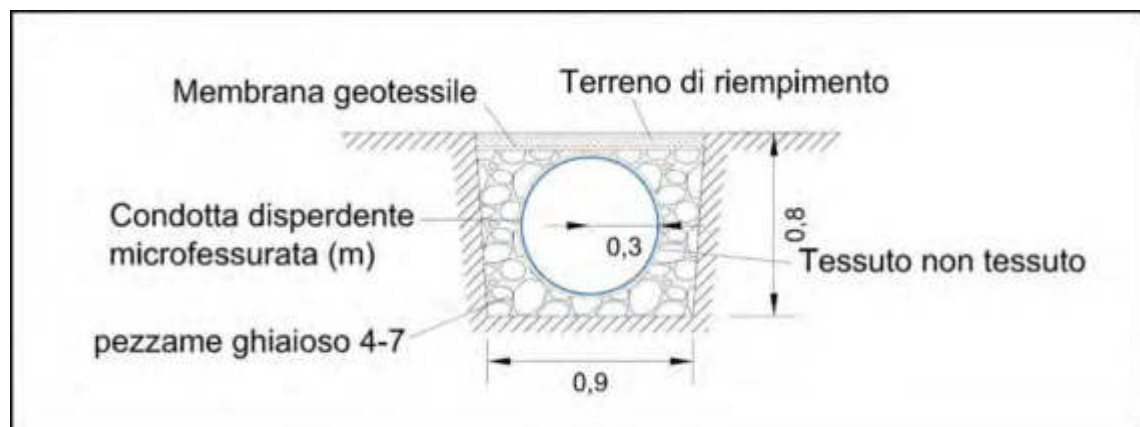
L'acqua meteorica che prima drenava attraverso la superficie permeabile a verde, dopo l'intervento dovrà essere convogliata all'interno della tubazione che

rilascerà, attraverso le fessure prima ed il dreno poi, nel terreno naturale (Figura 13). Si potrà ricorrere anche a sistemi ibridi che prevedano vasche di raccolta associate alla tubazione drenante e ricorrere a sistemi a sfioro per ricollegare il sistema così realizzato a canali di scolo superficiale.

In tal caso si dovrà prevedere un dimensionamento della bocca tarata diretta verso il recettore finale in modo da garantire una invarianza delle portate nella rete scolante (in condizioni di progetto si dovranno recapitare alla rete le stesse portate che avrebbe conferito il settore di terreno calcolato, nella sua configurazione attuale). Per tale ragione sono state indicate ai paragrafi precedenti anche le portate attuali dei vari settori.

Fermo restando quanto sopra, le modalità con cui questo sarà realizzato sono a discrezione del progettista.

Considerando la volumetria del compenso per le aree A, B, D, si potrà invece optare per la posa di vasche di laminazione, dotate anch'esse di una volumetria corrispondente al volume calcolato in questa sede.



**Figura 13 SCHEMA DI TRINCEA CON TUBO MICROFESSURATO DISPERDENTE**

L'altezza della vasca va limitata per permettere il deflusso a gravità nella condotta afferente al ricettore principale, ma non troppo, onde non dover ricorrere a dimensioni eccessive per il contenimento delle acque.

Ai fini di evitare un riempimento durante eventi piovosi di normale intensità, consentendo quindi il naturale smaltimento nella rete idrica esistente e la laminazione dei deflussi in occasione di eventi meteorici intensi, la vasca deve prevedere uno scarico di fondo, realizzata con un tubo posto sul fondo del pozzetto di ispezione finale, dimensionato in modo tale che, in corrispondenza del massimo carico idraulico presente nella condotta, sia impedito il deflusso di una portata superiore a quella massima calcolata per ogni stato attuale dei vari settori A, B, D.

A titolo esemplificativo ipotizzando una vasca con  $h_{interna}$  di 0,6 m si stima che lo scarico di fondo a bocca tarata, calcolato come luce circolare sotto battente totalmente contratta, non rigurgitata, secondo la formula

$$Q = \mu \times S \sqrt{2gh}$$

dove:

$\mu$  = coefficiente di efflusso per luci a battente in parete grossa (0.82)

S = superficie della sezione di flusso idraulico (mq)

g = accelerazione di gravità (m/sq)

h = carico idraulico pari all'altezza del pelo libero del volume da ritenere (m) – 0.5 m

Sia, per ogni area considerata, il seguente:

AREA A			
Q (mc/s)	mu	g	h (m)
0.028477	0.82	9.81	0.5
s	raggio	Diam (cm)	
0.011088	0.059424	11.9	
AREA B			
Q (mc/s)	mu	g	h (m)
0.016328	0.82	9.81	0.5
s	raggio	Diam (cm)	
0.006357	0.044996	9.0	
AREA D			
Q (mc/s)	mu	g	h (m)
0.018158	0.82	9.81	1
s	raggio	Diam (cm)	
0.004999	0.039901	8.0	

Va da sé che la bocca tarata va calcolata tenendo conto dell'esatta geometria della vasca se differente da quanto sopra ipotizzato.

Per tutelarsi, nel caso di eventuali cattivi funzionamenti del sistema descritto, si prevede inoltre la realizzazione di una soglia di "troppo pieno" posta ad un livello superiore di 5 cm rispetto alla quota del massimo livello liquido previsto; nel caso che si verificano problemi di deflusso attraverso la bocca tarata le acque potranno essere allontanate attraverso questo dispositivo, evitando il rigurgito e l'intasamento della condotta.

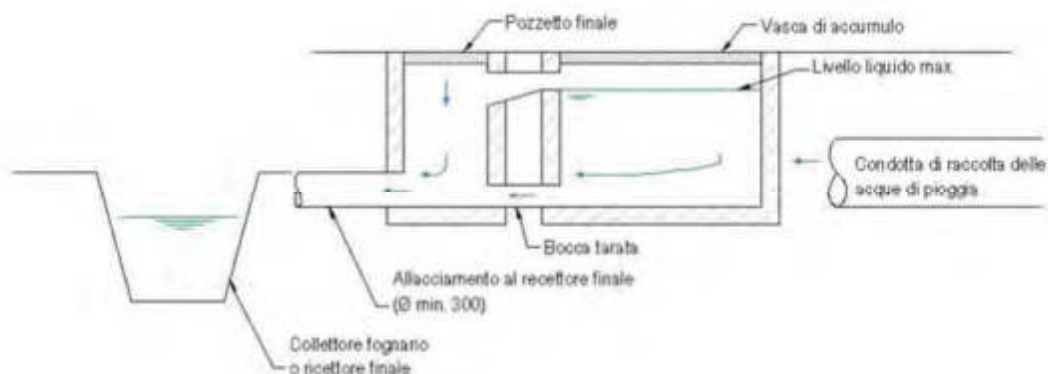
Le acque meteoriche allontanate attraverso la bocca tarata o la soglia di sicurezza verranno raccolte in un pozzetto: il sistema di smaltimento delle acque meteoriche si conclude infine con l'allacciamento al collettore primario, da realizzarsi mediante una condotta che rispetti i minimi di normativa, oppure con la dispersione nel terreno tramite trincea drenante.

Si ricorda inoltre che lo scarico di fondo dovrà essere protetto da un'apposita griglia parafoglie.



Riassumendo, in questo caso, il sistema di smaltimento delle acque meteoriche dovrà essere realizzato mediante (Figura 14):

- realizzazione di una vasca nel terreno di pertinenza di volumetria corrispondente a quella calcolata in questa sede;
- una bocca tarata realizzata mediante un tubo posto nel punto più basso della vasca;
- un pozzetto di ispezione in prossimità della vasca in cui siano convogliate le acque raccolte.
- una soglia di troppo pieno ad una quota pari a circa 55 cm dal fondo della vasca
- un pozzetto finale a cui collegare la tubazione terminale di scarico verso il ricettore finale.
- una tubazione di allacciamento al ricettore finale di diametro minimo pari alla larghezza della bocca tarata.



**Figura 14 SCHEMA SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE**

In conclusione pur ribadendo che per le acque intercettate dalle superfici di nuova impermeabilizzazione si dovranno privilegiare sistemi che favoriscano l'infiltrazione e si suggerisce, tuttavia, di regimare e collettare le acque mediante vasche dotate di bocca tarata, opportunamente dimensionata, anche nella rete scolante superficiale. In tal modo i fossi di scolo potranno contribuire efficacemente ad un corretto allontanamento delle acque, specie in caso di falda molto prossima al p.c. e/o di eventi meteorici particolarmente significativi.

## **5.2 – Terre e rocce da scavo**

Per ciò che concerne la gestione delle “terre e rocce da scavo”, sulla base di quanto contenuto nel D.P.R. n. 120 del 13.06.2017 (*“Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”*), se il materiale eventualmente estratto per la realizzazione dell'intervento dovesse essere riutilizzato come sottoprodotto all'interno del sito di cantiere per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, sarà necessario operare secondo quanto prescritto dall'art. 184-bis del D.L.G.S. 152/06.

Sarà cura del produttore di tali materiali di scavo fornire idonea dimostrazione che il materiale si trova allo stato naturale non contaminato, secondo quanto previsto dall'Art. 21 del D.P.R. 120/17.

Lo stesso potrà predisporre idonea attestazione attraverso apposita dichiarazione (Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi del D.P.R. 445/2000).

In alternativa si potrà conferire in pubblica discarica tutti i terreni estratti, e quindi gestirli nell'ambito delle procedure dei rifiuti mediante appositi formulari.

### **5.3 – Problematiche idrogeologiche ed idrochimiche**

La presenza della falda è stata considerata nel corso delle indagini geognostiche eseguite presso il sito di intervento tra 0.35-1.15 m di profondità dal p.c..

Ove questo dovesse richiedere necessaria l'installazione di un sistema Well-points per drenare la falda prima e durante l'esecuzione dei lavori di scavo; l'abbassamento del livello statico dovrà essere tale da impedire che la fondazione e la struttura siano sollevate dalla sottospinta idrostatica dovuta alla presenza della falda ad una quota superiore rispetto a quella del piano di appoggio.

L'abbassamento previsto del livello statico dovrà essere di almeno tale da raggiungere la profondità di -0.2 m dal piano di fondazione e tale da impedire che la fondazione e la struttura siano sollevate dalla sottospinta idrostatica dovuta alla presenza della falda ad una quota superiore rispetto a quella del piano di appoggio.

Concretamente, i lavori dovranno prevedere la predisposizione di un efficiente sistema di drenaggio, con canne disposte ad interasse opportuno distribuite in pianta a costituire un anello completo attorno all'area d'intervento; la falda dovrà essere depressa a quote di sicurezza rispetto a quella di scavo. L'impianto sarà tenuto costantemente in funzione per il periodo dei lavori e comunque il pompaggio non dovrà essere interrotto prima del loro completamento. La fragilità del delicato equilibrio idrogeologico dell'area costiera, deve indurre ad una particolare cautela nella conduzione dei cantieri sotto falda. Pompaggi, ravvicinati e protratti a lungo nel tempo, riducendo localmente il carico d'acqua dolce, favoriscono un richiamo e/o risalita d'acqua salata e l'intrusione del cuneo salino verso le zone di emungimento.

I pompaggi dei cantieri dovrebbero, quindi, possibilmente concentrarsi nel periodo di morbida idrogeologica, indicativamente nel periodo da Settembre a Giugno, caratterizzato da maggiore carico idraulico dolce. Dipendendo la risalita dell'acqua salmastra dalla profondità dalla diminuzione del carico idrico, è auspicabile cercare di contenere gli abbassamenti ai pozzali al minimo indispensabile. È inoltre da tenere presente che, un emungimento non controllato potrebbe, in via teorica, anche indurre eventuali cedimenti nelle strutture limitrofe esistenti. Inoltre, l'effetto di scarico tensionale dovuto allo scavo stesso, potrebbe generare assestamenti più o meno sensibili nelle aree immediatamente adiacenti.

## **6 - CONCLUSIONI**

Le indagini svolte nel presente lavoro hanno avuto lo scopo di caratterizzare

gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici, sismici e fisici dei terreni interessati dalla realizzazione dell'intervento.

Dal punto di vista stratigrafico, il quadro messo in luce dalle indagini geognostiche è il seguente:

SINTESI GEOLOGICA CPTU2							
Strato	Profondità		qt	RL	Descrizione	Stato di consistenza	Stato di addensamento
Nº	da m	a m	kg/cmq	kg/cmq			
2	0.00	1.90	27.21	0.57	Argilla limosa - Limo argilloso	med. consistente	mod. addensato
3	1.90	3.80	49.66	0.39	Sabbia	-	mod. addensato
4	3.80	4.20	34.65	0.39	Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato
5	4.20	4.91	65.03	0.38	Sabbia	-	mod. addensato

SINTESI GEOLOGICA CPTU1							
Strato	Profondità		qt	RL	Descrizione	Stato di consistenza	Stato di addensamento
Nº	da m	a m	kg/cmq	kg/cmq			
1	0.00	1.90	9.79	0.46	Argilla	med. consistente	-
2	1.90	2.60	17.20	0.13	Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato
3	2.60	6.00	55.70	0.32	Sabbia	-	mod. addensato
4	6.00	6.90	32.05	0.24	Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato
5	6.90	9.10	79.11	0.44	Sabbia	-	mod. addensato
4	9.10	9.90	49.75	0.37	Limo sabbioso - Sabbia limosa	-	poco addensato

Il quadro evidenziato dalle penetrometrie DPSH conferma l'andamento sopra riportato con presenza locale di materiali di riporto con spessori compresi tra 0.0 circa e 1.2 m (DPSH4), seguiti da una successione caratterizzata nei primi metri da materiali soffici (fino a circa 3.0-3.8 m dal p.c. sulle diverse verticali) e poco addensati (fino a circa 5.6 m dal p.c. DPSH1) a dominante fine (argille e/o limi) seguite da orizzonti più francamente sabbioso-limosi da poco a mediamente addensati.

Dalle indagini effettuate nell'area di indagine e sulla base delle verifiche eseguite si evince che:

- nell'area di indagine, allo stato attuale e ristrettamente al sito di intervento, non esistono indizi di instabilità geomorfologica né fenomeni morfogenetici attivi.
- non sussistono particolari condizioni di rischio per quanto riguarda l'aspetto idraulico.
- non sono state evidenziate situazioni geologiche - stratigrafiche tali da far ritenere possibile particolari effetti di amplificazione sismica.

Per quanto riguarda l'aspetto idraulico, ai sensi del vigente Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone, adottato dal Distretto Appennino Settentrionale, il lotto in esame ricade in area P1 "aree a pericolosità da alluvione bassa".

La Direzione Lavori dovrà rapidamente comunicare eventuali situazioni difformi, da quando individuato attraverso le indagini eseguite, che dovessero emergere in corso d'opera. In conclusione si ritiene che, nel rispetto delle indicazioni

fornite, il progetto sia fattibile. Si rimane comunque a disposizione per ulteriori chiarimenti geologico - tecnici e per la consulenza e certificazione di ulteriori indagini, in corso d'opera, qualora la Direzione Lavori lo ritenesse necessario.

### **6.1 – Fattibilità secondo il RU vigente: limitazioni e prescrizioni**

Riassumendo quanto illustrato ai paragrafi precedenti, alla luce di quanto emerso dalle Carte di Pericolosità del RU e della variante di manutenzione al P.S., il sito di interesse ricade in area corrispondente alle seguenti pericolosità:

- Pericolosità Geomorfológica G.1;
- Pericolosità Litotecnica G.3;
- Pericolosità Idraulica I.2;
- Pericolosità Sismica S.3.
- Subsidenza 3s

La FATTIBILITÀ dello stesso dal punto di vista geologico-geomorfologico-litotecnico, idraulico e sismico risulta:

- Fattibilità Geologica FG.3 (litotecnica);
- Fattibilità Idraulica I.2
- Fattibilità Sismica S.3.

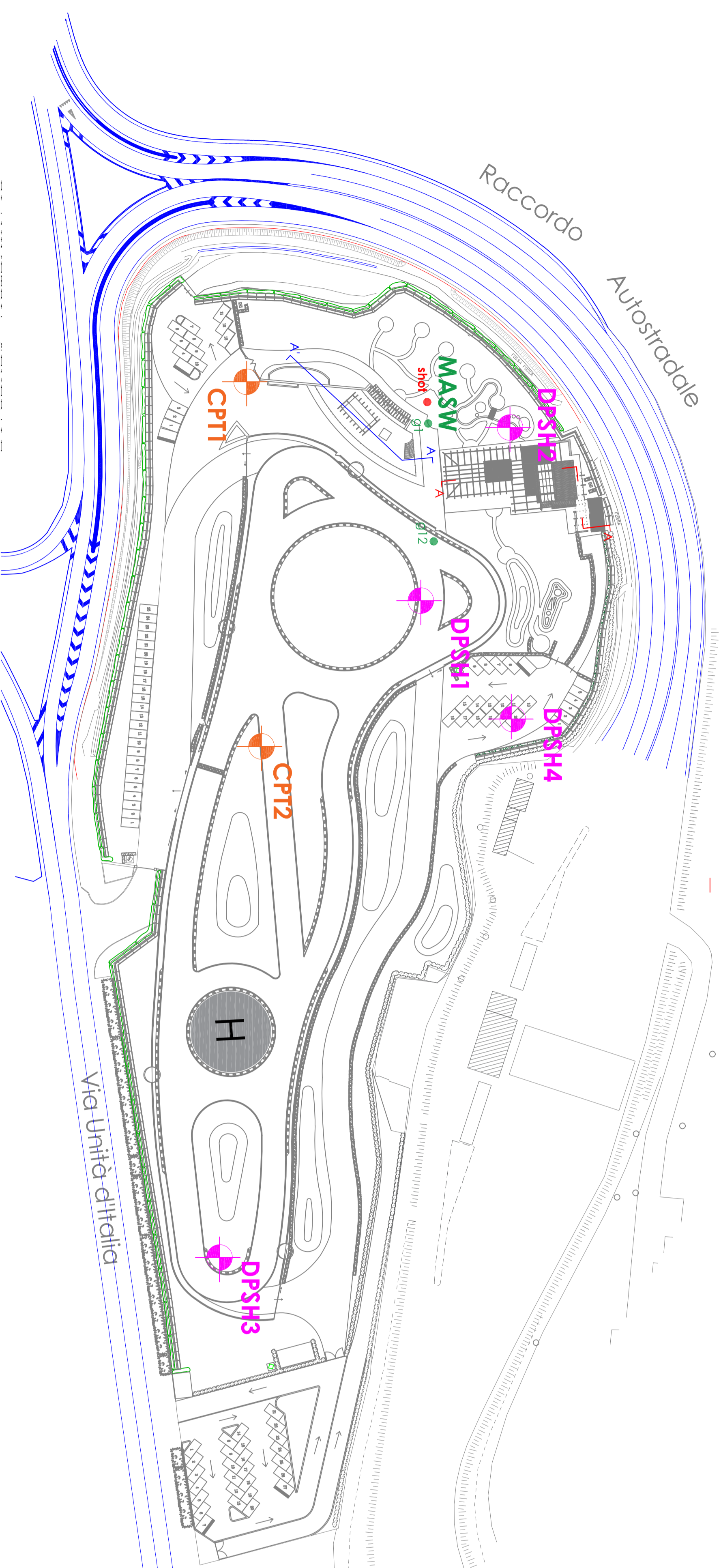
Tenendo conto di quanto sopra l'intervento risulta fattibile senza particolari prescrizioni.

*La presente relazione è stata redatta conformemente alle NTA del RU così come modificate dalla Variante n.4.*

Pietrasanta, 14/10/2021

Dott. Vanessa Greco – Geologo

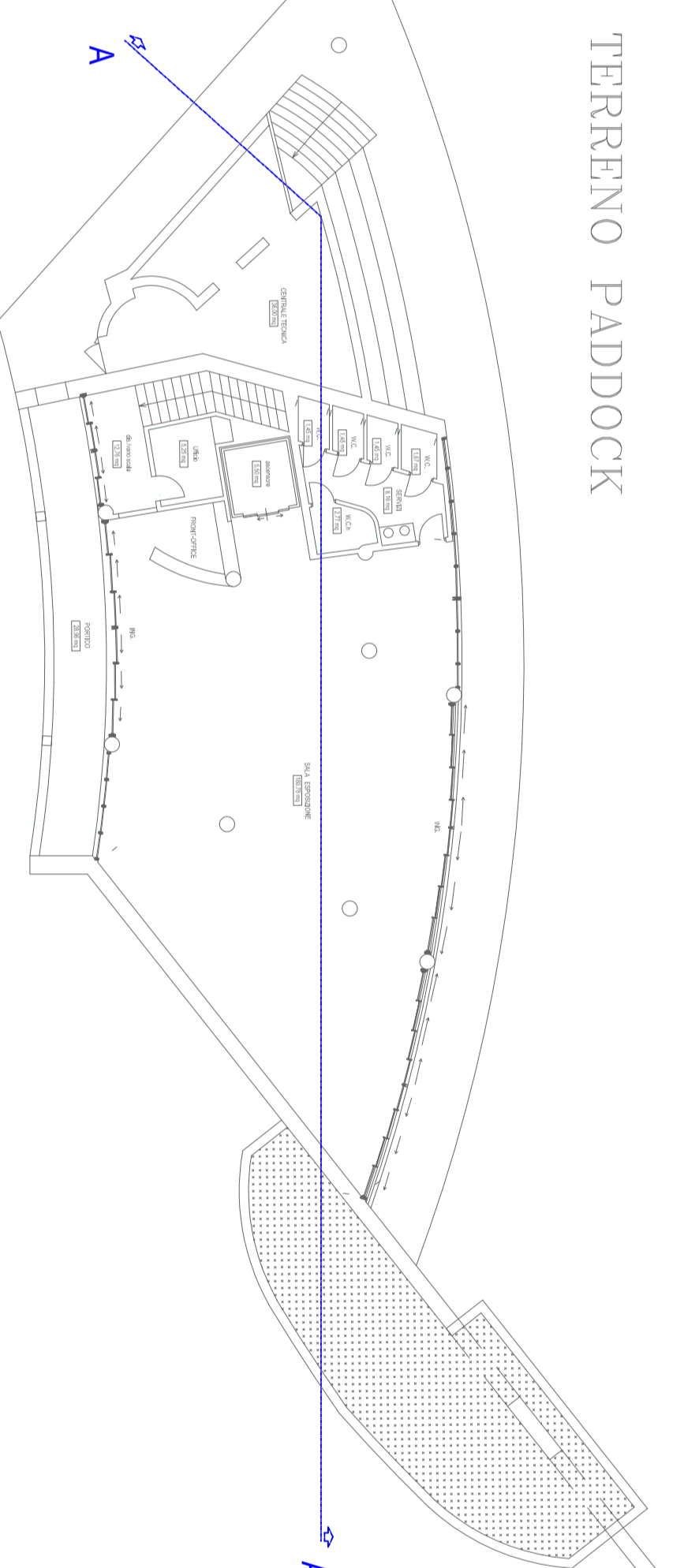
Dott. Michele Giovannetti- Geologo



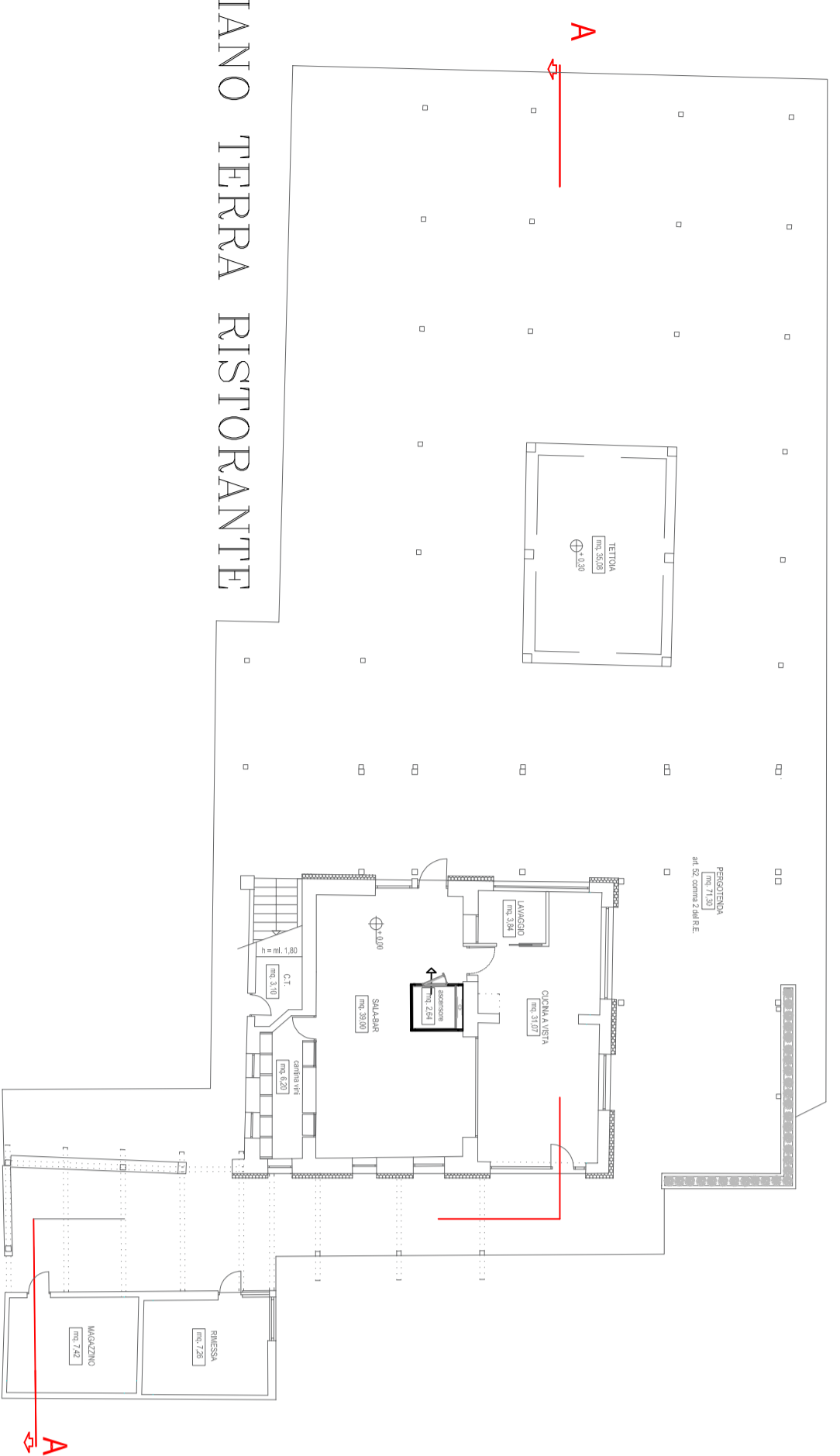
SINTESI GEOLOGICA CPTU1					
Strato	Profondità	qt	RL	Stato di consistenza	Stato di addensamento
1	0,00	1,9	9,79	med. consistente	-
2	1,90	2,6	17,20	med. consistente	poco addensato
3	2,60	6,0	55,70	-	mod. addensato
4	6,00	6,9	32,05	-	poco addensato
5	6,90	9,1	79,11	-	mod. addensato
3	9,10	9,9	49,75	-	poco addensato

SINTESI GEOLOGICA CPTU2					
Strato	Profondità	qt	RL	Stato di consistenza	Stato di addensamento
2	0,00	1,90	27,21	med. consistente	mod. addensato
3	1,90	3,80	49,66	-	mod. addensato
4	3,80	4,20	34,65	-	poco addensato
5	4,20	4,91	65,03	-	mod. addensato

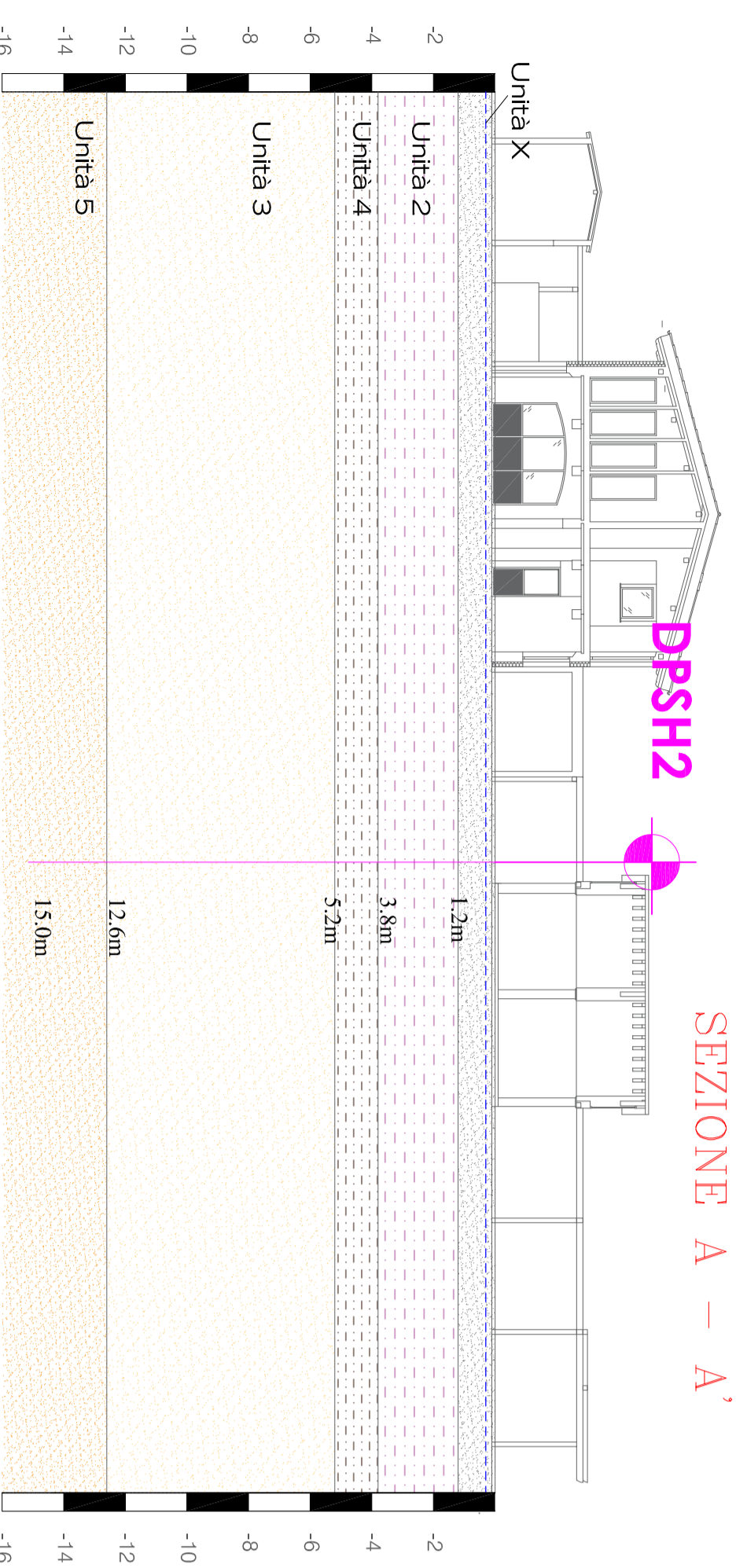
PIANO TERRENO PADDOCK



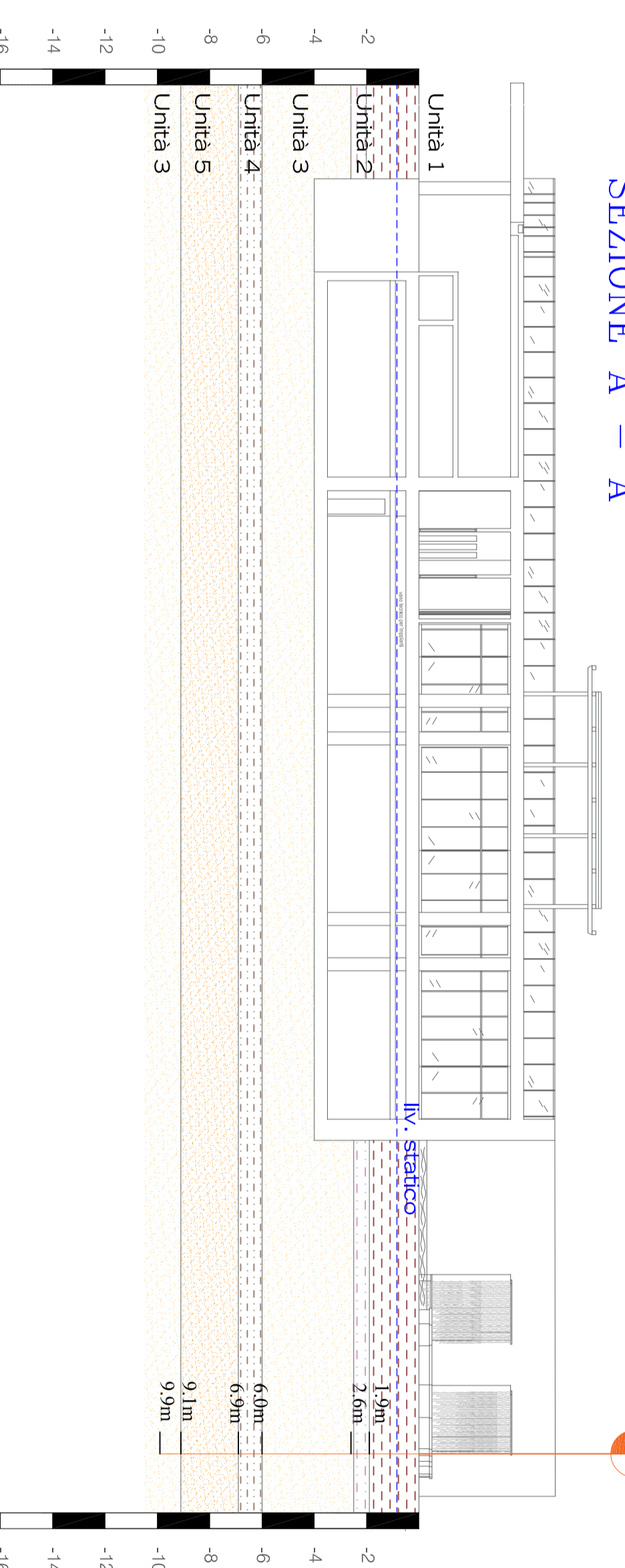
PIANO TERRA RISTORANTE



SEZIONE A - A'



SEZIONE A - A'



CPT1

TAVOLA 1

PLANIMETRIA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI  
E SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

SCALA GRAFICA *Prot. N°32GG2709* settembre 2021

**\*RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTOMOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC. TA' 'SALINE' O 'PERGOLAIA'**

**\*CONVENZIONE AI SENSI DEGLI ARTT. 8 E 25 DELLA L. N. 46/2001, AI ROGGI DEL NOTARIO A. TUMBRIOLO REP. N. 38161 RACC. N. 10327 E TRASCRITTO ALLA CONSERVATORIA DEI R.R.U. DI PISA IL 18/02/2021 AL REG. PART. N. 231.\***



1 geologi incaricati:  
**Michele Governetti** **Vanessa Greco**  
**GEOLOGO** **GEOLOGO**



COMUNE DI PIETRASANTA (LU)

-----  
**PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPTU)**



**RAPPORTO DI INDAGINE**

-----  
**COMMITTENTE: MUTLEY SRL**

**APRILE 2021**

**Via Unità d'Italia - Pietrasanta**

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14  
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: [info@gegeo.it](mailto:info@gegeo.it)

Web: [www.gegeo.it](http://www.gegeo.it)



SOMMARIO

1 - PREMESSA .....	3
2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPTU).....	3
3 - CONCLUSIONI .....	6

*INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO*

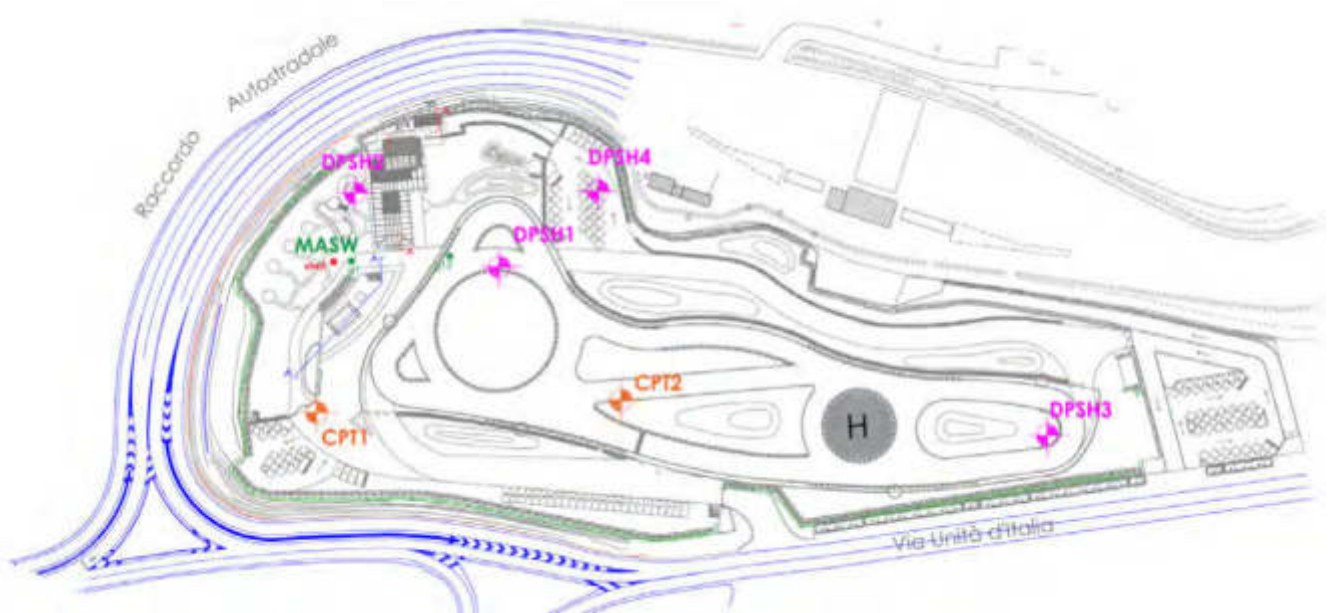
<i>Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA CPT ESEGUITA SUL SITO .....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3 INDICE DEL TIPO DI TERRENO UTILIZZATO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4 CARTA DI ROBERTSON (1990) CPT1.....</i>	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>

ALLEGATI FUORI TESTO

<u>AII. 1 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI PRINCIPALI</u>	
<u>AII. 2 - ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPTU)</u>	

## 1 - PREMESSA

La presente relazione sintetizza ed illustra i risultati di n. 1 indagini geognostiche in situ finalizzate alla caratterizzazione del terreno, effettuate in provincia di Lucca nel territorio comunale di Camaiore ed in particolare in corrispondenza della località Fibbiaglia (Figura 1).



**Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

In particolare, nell'area oggetto di studio sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 2 Prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono (CPTU).

## 2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPTU)

La prova denominata C.P.T.U. o prova penetrometrica statica elettrica con piezocono, consiste nella misura della spinta necessaria (indicata come  $R_p$  o  $Q_c$ ) ad ottenere l'avanzamento nel terreno di una punta standard (3.57 cm di diametro, angolo al vertice di  $60^\circ$ ) a velocità costante di 20 mm/s ( $\pm 5$  mm/s). La prova viene eseguita misurando la pressione alla punta e lo sforzo tangenziale laterale in modo fra loro indipendente con trasduttori elettrici che inviano un segnale ad una centralina posta in superficie, in maniera continuativa secondo intervalli di 1 cm. Il metodo consente quindi di misurare direttamente l'attrito tra un manicotto di 150 cm<sup>2</sup> di superficie laterale ed il terreno, ottenendo così valori indicativi delle caratteristiche tessiture dei materiali attraversati.

La punta elettrica è inoltre munita di setto poroso o anello in acciaio sinterizzato (da sottoporre a saturazione), consentendo quindi di misurare le pressioni interstiziali generate durante l'avanzamento. Completano la dotazione un sensore inclinometrico per monitorare l'inclinazione della batteria di aste ed un encoder di profondità che si occupa della misura della velocità di avanzamento e della quota di acquisizione. Con questa tecnica si possono chiaramente distinguere i terreni che offrono resistenza prevalentemente per effetto della coesione tra i minerali (terreni argillosi s.l.) da quelli nei quali la resistenza alla deformazione è in prevalenza offerta dall'attrito tra i granuli (comportamento incoerente, terreni sabbiosi s.l.). Il valore FR (Friction Ratio) definisce appunto tale misura, come rapporto tra la



resistenza di punta  $Q_c$  e la resistenza di attrito sul manicotto  $R_l$  o  $F_s$  (detta resistenza di attrito laterale locale).



*Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA CPTU1 ESEGUITA SUL SITO*



*Figura 3 INDAGINE PENETROMETRICA CPTU2 ESEGUITA SUL SITO*

I vantaggi rispetto a metodologie meccaniche (indubbiamente meno precise e sofisticate) sono innanzitutto legati alla precisione e linearità della misura, con la particolare sensibilità dei sensori (0.005 Mpa) che rappresenta una caratteristica fondamentale nel rilievo dei valori di resistenza di materiali molto soffici (torbe, sabbie o limi molto sciolti, ecc.): la linearità garantisce inoltre che i valori letti siano affidabili in tutto il "range" di misura dello strumento. Interrompendo temporaneamente l'infissione e graficando l'andamento della sovrappressione in funzione del tempo si ottiene la cosiddetta "curva di dissipazione"

della pressione, il cui esame fornisce utili indicazioni sui parametri di compressibilità e di permeabilità dei terreni investigati.

Nel caso in esame le prove sono state eseguite con penetrometro statico-dinamico PAGANI TG 63-200, impiegato in configurazione statica e punta elettrica di tipo "Pagani MKS" attrezzato con sensori con le seguenti caratteristiche:

<i>Sensore</i>	<i>Fondo scala</i>	<i>Risoluzione</i>	<i>Precisione</i>
QC	50 - 100 MPa	24 bit	0.005 MPa
FS	1600 kPa	24 bit	0.04 kpa
U2	2500 kPa	24 bit	0.04 kPa
TILT	20°	12 bit	0.5°

Punta conica

- Angolo al vertice 60°
- Diametro 35.8 mm
- Sezione 10 cm<sup>2</sup>

Manicotto di frizione

- Diametro 35.8 mm
- Lunghezza 133 mm
- Superficie 150 cm<sup>2</sup>

Negli allegati fuori testo (tabelle e diagrammi delle prove) sono riportati i valori della resistenza alla punta (Rp), della resistenza laterale (Rl) ricampionati ogni 10 cm.

Fatte le dovute correlazioni di tipo empirico, è possibile ricavare una stima di massima dei principali parametri geomeccanici (angolo di attrito, resistenza al taglio, coefficiente di compressibilità, ecc.) nonché un'indicazione della stratigrafia basata sul rapporto fra le resistenze in gioco, tenendo comunque presente che non è possibile sintetizzare le procedure di stima dei parametri geotecnici, i limiti e le caratteristiche di affidabilità di ciascuna delle procedure adottate.

Per la comprensione esaustiva dei procedimenti occorre difatti rimandare alle seguenti pubblicazioni:

- Kulhawy, F.H. and Mayne, P.W. 1990. Manual on estimating soil properties for foundation design. Report EL-6800, Electric Power Research Institute, Palo Alto, 306 p.
- Mesri, G., D.O.K. Lo, and T.W. Feng. "Settlement of Embankments on Soft Clays." Keynote Lecture, Settlement '94, Texas A&M University, College Station, Texas, Geotechnical Special Publication 40, 1, June 1994, pp. 8-56.
- Mesri, G. and M. Shahien. "Prediction of Settlement of Footings on Sand." Prediction Symposium, Geotechnical Special Publication 41, ASCE, (June 1994): pp. 188-191
- T. Lunne, P.K. Robertson and J.J.M. Powell, Cone Penetration testing in Geotechnical Practice, Taylor & Francis Group Spon Press (London, Jan 1997);
- Eurocode 7 - Designers' Guide to EN 1997-1: Geotechnical design - General rules, R Frank, C Bauduin, R Driscoll, M Kavvas, N Krebs Ovesen, T Orr and B Schuppener;

- National Cooperative Highway Research Program - NCHRP Synthesis 368 Cone Penetration Testing, a Synthesis of Highway Practice – Consultant Paul W. Mayne Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia, Washington D.C., 2007;
- Can. Geotech. J. 46: 1337–1355 (2009) Interpretation of cone penetration tests — a unified approach. P.K. Robertson;
- Gregg Drilling & Testing Inc. Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering By P. K. Robertson and K.L. Cabal (Robertson), 4th Edition, July 2010.

### 3 – CONCLUSIONI

La prova penetrometrica ha permesso di ricavare i principali parametri geomeccanici del terreno investigato.

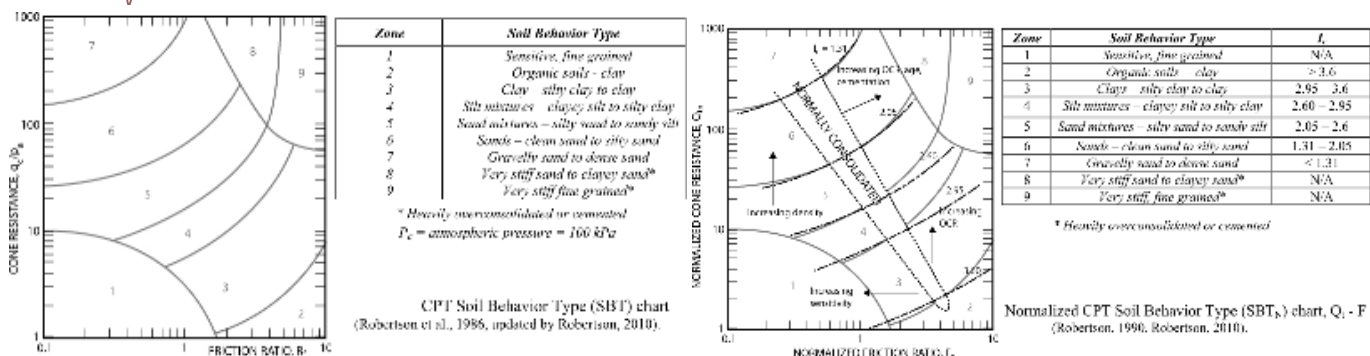
A seguire si riporta una tabella di sintesi delle specifiche tecniche della prova eseguita:

Prova n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate geografiche WGS84	
					X	Y
1	26.04.2019	CPT 1-160421	9.9	0.84	E 10°11.851"	N 43°57.368"
2	16.04.2021	CPT 1-160421	4.91	0.81	E 10°11.896"	N 43°57.324"

La falda, misurata direttamente in foro, è risultata attestarsi intorno a 0.90 m dal locale piano campagna.

Per favorire la comprensione dei valori rilevati (semplici e normalizzati) e dei parametri geotecnici derivati, determinati questi ultimi con relazioni fondamentalmente empiriche (riportate in allegato fuori testo), si fornisce una legenda e brevi commenti sulle caratteristiche dei singoli parametri:

- $R_P$  (o  $Q_C$ ) = resistenza alla punta del cono.
- $R_L$  (o  $F_S$ ) = resistenza laterale al manicotto della punta.
- $Q_t$  = resistenza del cono corretta =  $Q_C + u_2 (1-a)$  dove “a” è un valore determinato in laboratori o sulla specifica punta impiegata (di norma da 0.7 a 0.85) ed  $u_2$  la misura della pressione neutra ottenuta dalle prove CPT<sub>u</sub>.
- Friction Ratio, FR = il rapporto espresso in termini percentuali tra la resistenza del manicotto di frizione  $R_L$  e la resistenza corretta del cono  $Q_t$ .  $FR = (R_L/Q_t) \times 100\%$ .
- Pore pressure  $u$  = pressione dei pori (o pressione interstiziale) misurata durante l'infissione. Quando l'elemento poroso che permette la misura è posto dietro il cono la lettura è indicata come  $u_2$ , mentre quando è collocata sulla punta è indicata come  $u_1$ .
- SBT – SBT<sub>n</sub> = Soil Behavior Type e Soil Behavior Type Normalized. Il tipo di terreno riconoscibile dai valori di prova è determinato mediante confronto dei valori di misura semplici o normalizzati, in funzione dello stato di sforzo totale verticale dei terreni alla quota della misura ( $\sigma_{v0}$ ), con grafici predisposti che individuano vari ambiti di appartenenza dei valori letti, ovvero il tipo di comportamento prevalente del terreno (v. figure sottostanti).



Il valore  $I_c$  (detto Indice del SBT) deriva da tali grafici e rappresenta il raggio dei cerchi essenzialmente concentrici che formano i limiti degli ambiti omogenei dei terreni sul grafico. Operando con valori normalizzati:

$$I_c = \sqrt{(\log FR + 1.22)^2 + (\log Q_{tn} - 3.47)^2}$$

- $Q_{tn}$  = resistenza penetrometrica normalizzata (adimensionale) =  $((Q_t - \sigma_{v0})/P_{a2}) * (P_a/\sigma'_{v0})^n$ ,

e n (esponente della tensione) =  $0.381 (I_c) + 0.05 (\sigma'_{v0}/P_a) - 0.15$  con  $n \leq 1$ ,  $P_{a2}$  e  $P_a$  pressioni di riferimento nelle medesime unità di  $\sigma_{v0}$  e  $\sigma'_{v0}$  che a loro volta rappresentano la tensione geostatica totale ed efficace. Il valore di  $I_c$  è ottenuto mediante procedura iterativa finché la variazione di n è minore di 0.01. L'esponente n varia tipicamente tra 0.5 in sabbie pulite a 1.0 in terreni argillosi.

- FR = rapporto di frizione normalizzato, in % =  $(R_L/(Q_t - \sigma_{v0})) \times 100$ .

Se l'esponente  $n = 1$ , il rapporto di frizione normalizzato è  $FR = (R_L/(Q_t - \sigma_{v0})) \times 100$  e  $Q_{tn} = Q_t = (Q_t - \sigma_{v0})/\sigma'_{v0}$ . Nelle procedure di calcolo tale parametro è indicato come  $Q_{t1}$  dove l'indice 1 è utilizzato per precisare che l'esponente impiegato è pari a 1.

Per la caratterizzazione dei terreni si è quindi fatto riferimento al diagramma logaritmico di Robertson (1990), avente in ascissa il rapporto d'attrito normalizzato adimensionale (FR) e in ordinata la resistenza di punta normalizzata adimensionale ( $Q_{tn}$ )

Il diagramma è diviso in 9 zone cui corrispondono altrettante classi di terreno:

Indice terreno	Zona	Descrizione	Comportamento
	9	Terreni fini	Fortemente sovraconsolidato o cementato
	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	
$I_c < 1.31$	7	Sabbia ghiaiosa	Incoerente
$1.31 < I_c < 2.05$	6	Sabbia	
$2.05 < I_c < 2.60$	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa	Misto
$2.6 < I_c < 2.95$	4	Argilla limosa - Limo argilloso	
$2.95 < I_c < 3.60$	3	Argilla	Coesivo
$I_c > 3.6$	2	Suolo organico - Torba	
	1	Terreni sensitivi	

Figura 4 INDICE DEL TIPO DI TERRENO UTILIZZATO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Si riporta di seguito la carta di Robertson, con i valori normalizzati FR e  $Q_{tn}$  ricavati dalle prove penetrometriche, mentre si rimanda agli allegati fuori testo per i grafici dell'indice Ic ricavato in funzione della profondità, per ogni singola prova.

L'analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del "geologo/ingegnere" responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in merito all'elaborazione della prova penetrometrica (suddivisioni parametri geomeccanici del terreno), si devono intendere come pura e semplice interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sull'indagine svolta si rimanda al relativo allegato fuori testo.

Pietrasanta, 14/09/2019

**Dott. Michele Giovannetti - Geologo**

**ALLEGATI FUORI TESTO**

**AII. 1 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI  
GEOTECNICI PRINCIPALI**

Angolo di attrito  $\phi$  (°)

**Kulhawy - Mayne, 1990**

$$\phi = 17.6 + 11 \cdot \text{LOG}(R_p)$$

**Caquot, 1948**

$$\phi = 9.8 + 4.96 \cdot \text{LN}(R_p/\sigma'_{v0})$$

**De Beer, 1965**

$$\phi = 5.9 + 4.76 \cdot \text{LN}(R_p/\sigma'_{v0})$$

**Durgunouglu-- Mitchell, (1973)**

$$\phi = 14.4 + 4.8 \cdot \text{LN}(R_p) - 4.5 \cdot \text{LN}\sigma'_{v0}$$

**Meyerhof, 1956**

$$\phi = 17.4 + 4.49 \cdot \text{LN}(R_p)$$

**Koppejan, 1948**

$$\phi = 5.8 + 5.21 \cdot \text{LN}(R_p/\sigma'_{v0})$$

Coesione non drenata  $C_u$  (kg/cm<sup>2</sup>)

**Mesri, (1975)**

$$C_u = 0.22 \cdot \sigma'_p$$

**Ladd, 1991**

$$C_u = 0.22 \cdot \sigma'_{v0} \cdot OCR^{0.8}$$

**Terzaghi, 1943**

$$C_u = (R_p - \sigma_{v0})/20$$

Coesione efficace  $c'$  (kg/cm<sup>2</sup>)

**Relazione empirica**

$$c' = 0.03 \cdot \sigma'_p$$

Peso di volume  $\gamma$  (kg/mc)

**Mayne, 2010**

$$\gamma = 1.95 \cdot \gamma_w \cdot (\sigma'_{v0}/p_a)^{0.06} \cdot (R_l/p_a)^{0.06}$$

**Mayne, 2014**

$$\gamma = \gamma_w \cdot (1.22 + 0.15 \cdot \text{LN}\left(\frac{R_l}{p_a}\right) + 0.01$$

**Robertson, 2010**

$$\gamma = \gamma_w \cdot (0.27 \cdot \text{LOG}(FR) + 0.36 \cdot \text{LN}\left(\frac{R_p}{p_a}\right) + 1.236$$

**Mayne, 2014**

$$\gamma = 26 - \frac{14}{1 + (0.5 \cdot (\text{LOG}(1 + R_l))^2)}$$

**Mayne, 2014**

$$\gamma = 12 + 1.5 \cdot \text{LN}(0.1 + R_l)$$

Modulo elastico o di Young  $E$  (kg/cm<sup>2</sup>)

**Robertson-Campanella, 1983**

$$E = 2 \cdot R_p$$

**Schmertmann, 1970**

$$E = 2.5 \cdot R_p$$

Modulo edometrico M (kg/cmq)

**Kulhawy - Mayne, 1995**

$$M = 8.25 \cdot (R_p - \sigma_{v0})$$

**Mayne**

$$M = 5 \cdot (R_p - \sigma_{v0})$$

**Sanglerat, 1972**

$$E = \alpha \cdot R_p$$

$$\text{se } 1 < R_p < 20 \quad \alpha = (79 - 2.3 \cdot R_p) / 13.2$$

$$\text{se } 20.1 < R_p < 160 \quad \alpha = (50 - 0.16 \cdot R_p) / 18.5$$

$$\text{se } R_p > 160 \quad \alpha = (228 - 0.665 \cdot R_p) / 92.1$$

Rapporto di sovraconsolidamento OCR (-)

**Karlsruud, 2005**

$$OCR = 0.33 \cdot Q_{t1}^{1.2}$$

**Mayne, 1986**

$$OCR = 0.33 \cdot ((R_p - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0})$$

**Robertson, 2009**

$$OCR = 0.25 \cdot Q_{t1}^{1.25}$$

Velocità delle onde sismiche di taglio Vs (m/s)

**Barrow-Stokoe, 1983**

$$V_s = 50.6 + R_p \cdot 2.1$$

**Baldi, 1989**

$$V_s = 277 \cdot R_p^{0.13} \cdot \sigma'_{v0}{}^{0.27}$$

**Mayne-Rix, 1995**

$$V_s = 1.75 \cdot R_p^{0.627}$$

**Madiari, 2006**

$$V_s = 170 \cdot R_p^{0.29} \cdot R_L^{0.036}$$

**Mayne, 2006**

$$V_s = 51.6 \cdot \ln(R_p)^{0.5}$$

**Hegazi-Mayne**

$$V_s = (10.1 \cdot \text{LOG}(R_p) - 11.4)^{1.67} \cdot \left(100 \cdot \frac{R_L}{R_p}\right)^{0.3}$$

**Robertson, 2009**

$$V_s = (10^{0.55 \cdot I_c - 1.68} \cdot (R_p - \sigma_{v0}) / p_a)^{0.5}$$



***AII. 2 - ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPTU)***

**INDAGINE PENETROMETRICA STATICA ELETTRICA/PIEZOCONO (CPTE/CPTU)***richiedente* STUDIO RAMO*data esecuzione* 16.04.2021*committente* Mutley srl*prova n.* 1.00*indirizzo cantiere* via Unità d'Italia*quota inizio* piano campagna*località* ex area "La Canniccia"*Coordinate GPS* 43°57.368"N 10°11.851"E*comune* Pietrasanta*profondità prova* 9.90*provincia* Lucca*falda* 0.84**Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155**

Rif. Norme ASTM D3441-86/AGI 1977/ISSMFE 1988

Diametro punta conica elettrica/piezocono MKS799 35.8 mm

Angolo di apertura cono 60 °

Area punta - Sezione di spinta 10 cm<sup>2</sup>Superficie laterale 150 cm<sup>2</sup>

Velocità di avanzamento costante V 2 (±0.5) cm/s

Anello allargatore

Rapporto area netta punta a 0.7909

Intervallo di lettura 1 cm

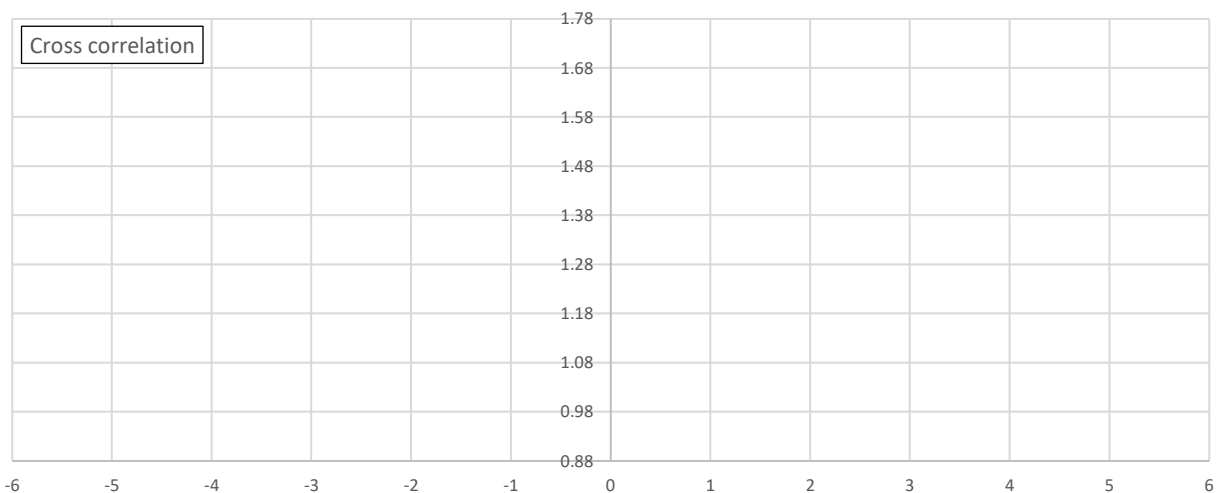
Sistema di misura elettronico (data-logger) (Modello CPT-AS.01 - n° di serieA000424)

Sensore Rp (resistenza alla punta - qc) (Modello AEP KAL 50 kN - n° di serie 65495)

Sensore Rl (resistenza laterale - fs) (Modello AEP KAL 50 kN - n° di serie 65495)

Sensore U2 (pressione dei pori) (Modello Mensor CPC 4000 - n° di serie 41000V3Y)

Sensore Tilt (inclinazione)

**NOTE**

Foro non attrezzato con piezometro

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
0.00	-	-	-	0.46	0.9300	55.1000	-56.3400
0.01	0.1000	0.1000	-0.2900	0.47	0.9600	53.7800	-63.0600
0.02	0.1100	0.1000	-0.1900	0.48	0.9800	52.9900	-63.4500
0.03	0.1100	0.1000	-0.2900	0.49	0.8500	49.7500	-62.3900
0.04	0.1100	0.1000	-0.1900	0.50	0.8400	49.1200	-56.5400
0.05	0.3800	0.2000	-0.1000	0.51	0.8000	51.2300	-54.2300
0.06	0.7300	0.2500	0.1000	0.52	0.8000	51.7600	-53.8500
0.07	1.5300	0.4100	0.6700	0.53	0.8100	50.7300	-53.9500
0.08	1.7700	0.6000	0.8600	0.54	0.8300	46.8500	-55.9600
0.09	1.9200	1.1300	1.1500	0.55	0.8200	45.7200	-53.4700
0.10	2.1000	4.2500	1.4400	0.56	0.8200	45.6000	-43.9600
0.11	2.1000	6.2900	1.4400	0.57	0.8100	45.2500	-41.3700
0.12	2.0600	12.4600	1.3400	0.58	0.7500	43.2000	-20.9300
0.13	2.0500	18.2500	1.4400	0.59	0.7600	42.3600	-21.5000
0.14	2.0000	21.5900	1.2500	0.60	0.7600	41.9800	-32.7300
0.15	1.9200	28.5700	-10.4600	0.61	0.6800	39.6800	-25.4400
0.16	1.8600	31.3400	-15.8400	0.62	0.6700	39.7100	-27.6400
0.17	1.7600	40.4700	-28.1200	0.63	0.6500	38.5500	-25.8200
0.18	1.7100	45.3800	-35.1300	0.64	0.6600	37.5100	-26.9700
0.19	1.6300	53.2400	-43.4800	0.65	0.6200	35.3100	-25.8200
0.20	1.6000	57.3600	-49.5300	0.66	0.5800	35.5300	-26.0100
0.21	1.5400	61.0800	-76.7900	0.67	0.5600	34.6500	-26.1100
0.22	1.4700	72.8500	-80.3400	0.68	0.5300	34.6500	-26.2000
0.23	1.4300	77.2800	-82.3600	0.69	0.5200	33.7000	-26.4000
0.24	1.3600	83.5500	-82.4500	0.70	0.5100	32.7300	-26.4900
0.25	1.3000	85.1800	-81.5900	0.71	0.4900	31.9400	-25.2400
0.26	1.2800	86.5000	-69.2100	0.72	0.5000	31.3400	-25.0500
0.27	1.2900	85.9700	-76.7900	0.73	0.5000	30.4000	-23.4200
0.28	1.2700	85.0600	-77.0800	0.74	0.5100	29.8300	-22.1700
0.29	1.2300	83.9200	-76.8900	0.75	0.5200	29.0800	-20.5400
0.30	1.1700	78.9500	-76.0200	0.76	0.5300	28.7300	-21.6000
0.31	1.1500	76.6500	-75.8300	0.77	0.5100	28.6400	-23.4200
0.32	1.1200	73.2900	-75.3500	0.78	0.5300	29.3300	-24.7600
0.33	1.1400	72.4400	-75.4500	0.79	0.5400	29.3300	-25.4400
0.34	1.1000	69.7600	-71.8000	0.80	0.5600	29.3900	-32.4400
0.35	1.0900	68.4700	-33.3100	0.81	0.5700	30.0200	-35.0400
0.36	1.1000	67.1800	-38.7800	0.82	0.5800	30.1500	-34.9400
0.37	1.3000	62.8400	-51.6400	0.83	0.6100	29.6700	-34.8400
0.38	1.0300	60.9200	-49.8200	0.84	0.6400	29.7100	-34.9400
0.39	0.9700	60.5100	-52.2200	0.85	0.6400	29.6400	-34.8400
0.40	0.9600	58.1800	-50.8700	0.86	0.5800	26.2800	-32.1600
0.41	1.1100	57.2400	-49.5300	0.87	0.6200	25.0800	-28.3200
0.42	1.1600	57.5500	-60.4700	0.88	0.7200	24.0100	-22.1700
0.43	1.1500	56.5800	-70.5500	0.89	0.8100	23.9200	-20.8300
0.44	1.0100	54.7500	-70.1700	0.90	0.8100	23.9200	-20.8300
0.45	0.9600	55.8200	-69.1100	0.91	0.8100	23.9200	-20.8300

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
0.92	0.8200	23.7500	-1.2500	1.38	0.9200	48.5900	-50.0100
0.93	0.8200	23.6800	-1.3400	1.39	0.9100	48.7700	-50.0100
0.94	0.8400	28.7900	-1.3400	1.40	0.9000	48.7700	-50.0100
0.95	0.8400	23.8500	-3.4600	1.41	0.8900	47.8300	-49.9100
0.96	0.9500	26.1200	-9.8900	1.42	0.9000	47.6700	-49.8200
0.97	1.1900	29.1700	-9.8900	1.43	0.8800	47.3600	-49.8200
0.98	1.3200	30.6200	-8.9300	1.44	0.8400	46.8500	-49.7200
0.99	1.5400	34.3900	-8.6400	1.45	0.8300	46.6300	-49.7200
1.00	1.6400	36.7900	-9.6000	1.46	0.8000	45.9700	-49.6300
1.01	1.6500	39.1800	-22.9400	1.47	0.7800	45.4400	-49.6300
1.02	1.7500	46.1600	-31.8700	1.48	0.7600	44.5600	-49.5300
1.03	1.8000	49.8400	-35.2300	1.49	0.7700	44.1500	-49.5300
1.04	1.8700	58.3400	-37.8200	1.50	0.8000	43.0500	-49.4300
1.05	1.8800	63.0900	-37.3400	1.51	0.8200	42.5400	-49.3400
1.06	1.8800	67.0900	-37.4400	1.52	0.8500	42.4200	-49.3400
1.07	1.8500	74.0100	-41.2700	1.53	0.8500	42.5400	-49.3400
1.08	1.8200	78.0700	-44.4400	1.54	0.8400	42.5800	-49.2400
1.09	1.7400	85.3100	-49.6300	1.55	0.8200	42.9500	-49.2400
1.10	1.6900	88.5500	-50.3900	1.56	0.7900	42.9500	-49.1500
1.11	1.6300	91.3800	-51.3500	1.57	0.7500	42.4500	-49.1500
1.12	1.5200	96.8900	-52.3100	1.58	0.6700	40.4000	-49.1500
1.13	1.4800	99.5000	-52.3100	1.59	0.6400	39.5900	-49.1500
1.14	1.3900	102.3300	-52.4100	1.60	0.6000	38.7000	-49.0500
1.15	1.3600	102.1100	-52.6000	1.61	0.5900	37.6300	-48.9500
1.16	1.2800	100.4100	-52.4100	1.62	0.5800	36.2800	-48.8600
1.17	1.2300	99.0900	-52.3100	1.63	0.5600	34.3000	-48.8600
1.18	1.2000	97.4900	-52.2200	1.64	0.5600	33.9500	-48.8600
1.19	1.1300	93.0500	-52.0300	1.65	0.5400	33.0400	-48.6700
1.20	1.0900	90.3100	-51.8300	1.66	0.5500	32.9800	-48.4700
1.21	1.0600	84.4600	-51.6400	1.67	0.5500	32.5400	-48.4700
1.22	1.0400	81.9700	-51.6400	1.68	0.5400	32.2900	-48.3800
1.23	1.0300	79.6400	-51.5500	1.69	0.5100	31.8100	-48.3800
1.24	1.0000	74.2300	-51.2600	1.70	0.4900	31.5600	-48.3800
1.25	0.9900	71.3000	-51.2600	1.71	0.4800	31.2500	-48.2800
1.26	0.9800	68.5700	-51.1600	1.72	0.4600	29.9600	-48.2800
1.27	0.9700	63.2800	-50.9700	1.73	0.4600	29.2300	-48.1900
1.28	0.9800	60.7600	-50.8700	1.74	0.4500	28.6000	-48.1900
1.29	0.9900	57.0800	-50.6800	1.75	0.4400	27.1600	-47.9900
1.30	1.0000	56.0100	-50.5900	1.76	0.4300	26.4300	-47.9000
1.31	1.0000	53.5600	-50.4900	1.77	0.4300	25.0500	-47.4200
1.32	0.9900	52.5200	-50.3900	1.78	0.4300	24.3200	-46.6500
1.33	0.9900	50.6300	-50.3900	1.79	0.4300	23.7300	-45.6900
1.34	0.9900	49.8100	-50.3000	1.80	0.4400	22.4700	-44.6300
1.35	0.9700	48.7400	-50.2000	1.81	0.4400	21.7800	-44.2500
1.36	0.9600	48.6200	-50.2000	1.82	0.4200	20.9900	-44.0600
1.37	0.9500	48.6200	-50.1100	1.83	0.4100	20.6700	-43.9600

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
1.84	0.4100	19.6000	-43.7700	2.30	1.6800	13.2500	-7.9700
1.85	0.4100	19.1000	-43.3900	2.31	1.6700	13.1800	-7.9700
1.86	0.4100	18.3100	-42.8100	2.32	1.6600	13.0600	-8.0600
1.87	0.4200	18.0000	-42.4300	2.33	1.6500	13.0000	-8.0600
1.88	0.4300	17.7500	-41.3700	2.34	1.6400	12.9300	-8.0600
1.89	0.4400	17.1800	-39.4500	2.35	1.6200	12.8400	-8.1600
1.90	0.4400	16.7700	-38.4900	2.36	1.6000	12.8100	-8.1600
1.91	0.4400	16.3900	-37.7200	2.37	1.5800	12.7100	-8.1600
1.92	0.4500	15.6400	-36.8600	2.38	1.5800	12.6500	-8.2500
1.93	0.4500	15.6400	-36.8600	2.39	1.5900	12.6200	-8.1600
1.94	0.4500	15.6400	-36.8600	2.40	1.5900	12.5600	-8.1600
1.95	0.5300	13.6900	-7.3000	2.41	1.5900	12.5200	-8.1600
1.96	0.5600	12.6200	-2.7800	2.42	1.6000	12.4300	-8.1600
1.97	0.6000	12.3000	-1.5400	2.43	1.6100	12.4000	-8.1600
1.98	0.6400	12.3000	-0.1900	2.44	1.6100	12.3400	-8.1600
1.99	0.8100	13.6300	0.4800	2.45	1.6200	12.3000	-8.1600
2.00	0.9400	14.2500	0.5800	2.46	1.6300	12.4000	-8.1600
2.01	1.2200	15.7700	-0.6700	2.47	1.6700	12.4300	-8.1600
2.02	1.3500	16.3300	-1.9200	2.48	1.6900	12.4900	-8.0600
2.03	1.4700	17.0200	-3.4600	2.49	1.7500	12.7100	-8.0600
2.04	1.6800	17.0900	-5.6600	2.50	1.7800	12.8400	-8.0600
2.05	1.7700	16.9300	-6.0500	2.51	1.8100	12.9000	-8.0600
2.06	1.9100	15.2900	-8.3500	2.52	1.8500	13.0000	-7.9700
2.07	1.9500	14.3500	-8.8300	2.53	1.8700	13.0000	-7.9700
2.08	2.0200	12.5900	-8.5400	2.54	1.8900	13.0600	-7.9700
2.09	2.0400	12.0200	-8.3500	2.55	1.9300	13.0900	-7.9700
2.10	2.0400	10.6000	-8.1600	2.56	1.9400	13.0900	-7.9700
2.11	2.0300	10.4500	-8.0600	2.57	1.9800	13.2200	-7.8700
2.12	2.0000	9.8200	-7.9700	2.58	1.9900	13.1800	-7.9700
2.13	1.9300	9.6300	-7.7800	2.59	2.0000	13.2500	-7.8700
2.14	1.9000	9.5000	-7.7800	2.60	2.0100	13.1500	-7.8700
2.15	1.8600	9.4400	-7.7800	2.61	2.0300	13.0300	-7.8700
2.16	1.8400	9.6300	-7.7800	2.62	2.0500	12.9000	-7.7800
2.17	1.8300	9.7900	-7.7800	2.63	2.0600	12.8400	-7.8700
2.18	1.8100	10.2000	-7.7800	2.64	2.0800	12.8100	-7.7800
2.19	1.8000	10.5400	-7.7800	2.65	2.1000	12.7800	-7.7800
2.20	1.7800	11.0800	-7.7800	2.66	2.1500	12.8400	-7.6800
2.21	1.7600	11.3900	-7.7800	2.67	2.1800	12.9600	-7.6800
2.22	1.7400	11.7100	-7.8700	2.68	2.2600	13.2800	-7.5800
2.23	1.7100	12.4600	-7.8700	2.69	2.3000	13.3400	-7.5800
2.24	1.7000	12.6800	-7.8700	2.70	2.3300	13.4700	-7.5800
2.25	1.6900	12.9000	-7.8700	2.71	2.3900	13.5900	-7.4900
2.26	1.6800	13.2200	-7.8700	2.72	2.4200	13.5900	-7.4900
2.27	1.6800	13.2800	-7.9700	2.73	2.4500	13.7500	-7.4900
2.28	1.6800	13.2800	-7.9700	2.74	2.4600	13.8500	-7.4900
2.29	1.6800	13.3100	-7.9700	2.75	2.4900	13.9400	-7.4900

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
2.76	2.5500	14.1900	-7.3900	3.22	6.8000	31.9700	-3.8400
2.77	2.5900	14.2900	-7.3900	3.23	6.8800	32.5700	-3.7400
2.78	2.6300	14.3800	-7.3000	3.24	6.9400	32.8800	-3.7400
2.79	2.7000	14.5700	-7.3000	3.25	7.0600	33.1400	-3.5500
2.80	2.7300	14.6600	-7.3000	3.26	7.1200	33.2000	-3.5500
2.81	2.7900	14.8800	-7.2000	3.27	7.1700	33.1400	-3.4600
2.82	2.8200	15.0100	-7.2000	3.28	7.1800	33.0700	-3.3600
2.83	2.8800	15.2600	-7.1000	3.29	7.1400	33.2600	-3.3600
2.84	2.9100	15.3200	-7.1000	3.30	7.0300	33.5100	-3.3600
2.85	2.9300	15.4800	-7.0100	3.31	6.9700	33.7300	-3.3600
2.86	3.0100	15.8000	-7.0100	3.32	6.8400	34.4900	-3.3600
2.87	3.0500	15.9200	-6.9100	3.33	6.7400	34.9000	-3.3600
2.88	3.1800	16.1400	-6.8200	3.34	6.5200	35.7800	-3.4600
2.89	3.2600	16.1700	-6.8200	3.35	6.4200	36.2200	-3.4600
2.90	3.4000	16.3300	-6.6200	3.36	6.2400	36.9700	-3.4600
2.91	3.4800	16.3600	-6.6200	3.37	6.1500	37.6300	-3.5500
2.92	3.6400	16.5800	-6.5300	3.38	6.0300	38.4800	-3.5500
2.93	3.6400	16.5800	-6.5300	3.39	5.8000	39.4000	-3.5500
2.94	3.6400	16.5800	-6.5300	3.40	5.7100	39.5900	-3.5500
2.95	3.8000	16.4500	-5.3800	3.41	5.5600	39.7700	-3.5500
2.96	3.8800	16.2100	-5.4700	3.42	5.5100	39.8700	-3.6500
2.97	3.9200	16.4800	-5.4700	3.43	5.4700	39.6200	-3.5500
2.98	3.9900	16.6400	-5.3800	3.44	5.4400	38.7700	-3.5500
2.99	4.1900	16.9600	-5.3800	3.45	5.4600	38.3900	-3.4600
3.00	4.3000	17.4600	-5.2800	3.46	5.5600	37.7000	-3.3600
3.01	4.5500	18.3100	-4.9900	3.47	5.6500	37.3200	-3.2600
3.02	4.6800	18.7200	-4.9900	3.48	5.7500	36.8800	-3.2600
3.03	4.7900	19.2000	-4.9900	3.49	5.9100	35.5900	-3.0700
3.04	5.0200	20.1100	-4.8000	3.50	5.9600	35.1500	-2.9800
3.05	5.1400	20.5200	-4.7000	3.51	6.0200	34.2700	-2.9800
3.06	5.3800	21.3300	-4.6100	3.52	6.0600	33.8600	-2.8800
3.07	5.5000	21.6200	-4.5100	3.53	6.1600	33.0100	-2.6900
3.08	5.6000	22.0900	-4.5100	3.54	6.2400	32.7600	-2.6900
3.09	5.8400	22.6900	-4.5100	3.55	6.4600	32.1900	-2.4000
3.10	5.9500	23.0700	-4.4200	3.56	6.5500	31.9400	-2.4000
3.11	6.1100	23.9500	-4.3200	3.57	6.7000	31.5000	-2.2100
3.12	6.1500	24.4800	-4.3200	3.58	6.7800	31.4400	-2.1100
3.13	6.1800	25.6500	-4.2200	3.59	7.0200	30.6800	-1.9200
3.14	6.2000	26.2100	-4.2200	3.60	7.1400	30.4600	-1.8200
3.15	6.2500	27.5700	-4.2200	3.61	7.2300	30.4000	-1.8200
3.16	6.3000	28.1600	-4.1300	3.62	7.2800	30.7800	-1.6300
3.17	6.3400	28.8600	-4.1300	3.63	7.2700	30.9300	-1.6300
3.18	6.4800	30.2400	-4.0300	3.64	7.2400	31.3400	-1.5400
3.19	6.5700	30.5900	-4.0300	3.65	7.2100	31.5300	-1.5400
3.20	6.7100	31.2200	-3.9400	3.66	7.2400	32.4100	-1.4400
3.21	6.7600	31.5300	-3.9400	3.67	7.2700	33.2600	-1.3400

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
3.68	7.3000	34.0500	-1.3400	4.14	5.5600	43.0800	1.6300
3.69	7.3700	34.6500	-1.2500	4.15	5.5600	42.3200	1.6300
3.70	7.4200	34.7400	-1.1500	4.16	5.5300	40.7200	1.6300
3.71	7.5300	34.8700	-1.0600	4.17	5.5000	39.7100	1.6300
3.72	7.5800	35.0200	-1.0600	4.18	5.4600	38.7400	1.6300
3.73	7.6400	35.2700	-0.9600	4.19	5.3700	37.1600	1.5400
3.74	7.6700	36.0000	-0.8600	4.20	5.3300	36.6600	1.5400
3.75	7.6600	36.4100	-0.8600	4.21	5.2800	36.1200	1.5400
3.76	7.6500	36.9400	-0.6700	4.22	5.2400	36.0000	1.5400
3.77	7.6600	37.1600	-0.6700	4.23	5.1700	35.5600	1.5400
3.78	7.7000	37.3800	-0.5800	4.24	5.1500	35.1800	1.5400
3.79	7.7200	37.5400	-0.4800	4.25	5.1500	34.6100	1.5400
3.80	7.7800	37.7900	-0.3800	4.26	5.1700	33.7300	1.6300
3.81	7.8200	37.8900	-0.3800	4.27	5.1700	33.3900	1.6300
3.82	7.8500	38.3600	-0.2900	4.28	5.1200	33.2000	1.5400
3.83	7.8400	38.4800	-0.2900	4.29	5.0600	33.3600	1.5400
3.84	7.7900	38.7400	-0.1900	4.30	4.9900	33.5100	1.5400
3.85	7.7500	39.0200	-0.1000	4.31	4.8300	33.4500	1.4400
3.86	7.7200	39.1500	-0.1000	4.32	4.7100	33.2600	1.4400
3.87	7.6800	40.0900	0.0000	4.33	4.5900	33.0100	1.3400
3.88	7.6800	40.5000	0.0000	4.34	4.4500	32.8500	1.3400
3.89	7.6800	41.8800	0.1000	4.35	4.1700	32.3800	1.1500
3.90	7.6600	42.0700	0.1000	4.36	4.0400	32.3800	1.0600
3.91	7.6900	42.0100	0.1900	4.37	3.8300	32.5700	0.9600
3.92	7.6900	42.0100	0.1900	4.38	3.7500	32.6300	0.8600
3.93	7.6900	42.0100	0.1900	4.39	3.6100	32.4700	0.8600
3.94	8.0500	41.2000	3.2600	4.40	3.5600	32.3500	0.8600
3.95	8.0900	40.9900	3.2600	4.41	3.5000	32.1600	0.8600
3.96	8.0800	40.8700	3.1700	4.42	3.4500	31.8800	0.8600
3.97	8.0400	40.7800	3.0700	4.43	3.4000	31.0600	0.8600
3.98	7.8200	40.5200	2.8800	4.44	3.3700	30.5200	0.8600
3.99	7.6400	40.4400	2.7800	4.45	3.3600	29.9600	0.8600
4.00	7.4500	40.7800	2.5900	4.46	3.3300	28.7600	0.8600
4.01	7.0200	40.9700	2.4000	4.47	3.3200	28.2600	0.8600
4.02	6.8200	42.0100	2.2100	4.48	3.3300	26.8700	1.0600
4.03	6.5100	43.8700	2.1100	4.49	3.3400	26.2800	1.0600
4.04	6.3900	44.4000	2.0200	4.50	3.3600	25.2400	1.1500
4.05	6.2900	44.9000	2.0200	4.51	3.3900	24.8900	1.1500
4.06	6.1500	45.7800	1.9200	4.52	3.4100	24.6400	1.1500
4.07	6.0700	46.1300	1.8200	4.53	3.4400	24.4200	1.2500
4.08	5.9100	46.5700	1.7300	4.54	3.4900	23.9800	1.3400
4.09	5.8300	46.4500	1.6300	4.55	3.5300	23.7600	1.3400
4.10	5.6700	45.8200	1.6300	4.56	3.5700	23.5100	1.4400
4.11	5.6200	45.4700	1.6300	4.57	3.7100	23.4100	1.5400
4.12	5.5800	44.7800	1.5400	4.58	3.7900	23.3500	1.6300
4.13	5.5700	44.3700	1.5400	4.59	3.9900	23.1600	1.8200

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
4.60	4.1200	23.0700	1.9200	5.06	3.8500	25.3000	8.9300
4.61	4.2400	23.0000	2.0200	5.07	3.8300	25.4600	8.9300
4.62	4.5000	22.3400	2.3000	5.08	3.8200	25.4900	8.8300
4.63	4.6300	21.9000	2.4000	5.09	3.8400	25.7100	8.8300
4.64	4.7700	21.8700	2.5000	5.10	3.8700	25.6500	8.8300
4.65	5.0200	22.0600	2.5900	5.11	3.9000	25.5800	8.9300
4.66	5.1200	22.1800	2.6900	5.12	3.9700	25.3300	8.9300
4.67	5.2000	22.4000	2.6900	5.13	3.9900	25.2400	8.9300
4.68	5.2500	22.8500	2.7800	5.14	4.0200	25.1700	8.9300
4.69	5.2200	23.1900	2.7800	5.15	4.0600	25.0200	9.0200
4.70	5.1500	23.7600	2.6900	5.16	4.0800	25.0200	9.0200
4.71	5.0000	25.2700	2.6900	5.17	4.1600	25.1400	9.1200
4.72	4.9300	26.1200	2.5900	5.18	4.2300	25.0800	9.1200
4.73	4.8100	27.6300	2.5900	5.19	4.3000	25.1100	9.1200
4.74	4.7500	28.5100	2.5900	5.20	4.4600	25.0500	9.3100
4.75	4.6100	29.7100	2.5000	5.21	4.5500	24.9500	9.4100
4.76	4.5600	30.2400	2.5000	5.22	4.6300	24.8900	9.4100
4.77	4.5100	30.6800	2.5000	5.23	4.7500	24.9200	9.6000
4.78	4.4800	30.9600	2.5000	5.24	4.7800	25.0200	9.6000
4.79	4.4300	31.5000	2.5000	5.25	4.8100	25.1400	9.6000
4.80	4.4400	31.9700	2.5000	5.26	4.9000	25.5500	9.6900
4.81	4.4400	32.1600	2.5900	5.27	4.9500	25.7700	9.7900
4.82	4.4900	32.1900	2.5900	5.28	5.0800	26.3100	9.8900
4.83	4.5200	32.0300	2.5900	5.29	5.1500	26.5600	9.8900
4.84	4.5500	31.8400	2.6900	5.30	5.2200	26.8400	9.9800
4.85	4.6200	31.4400	2.7800	5.31	5.3600	27.3500	10.0800
4.86	4.6500	31.1200	2.7800	5.32	5.4300	27.6000	10.1700
4.87	4.6300	30.3000	2.7800	5.33	5.4900	27.8200	10.1700
4.88	4.5900	29.9300	2.7800	5.34	5.4400	29.2300	10.7500
4.89	4.4900	29.6400	2.6900	5.35	5.6100	29.0100	10.8500
4.90	4.4300	29.5500	2.6900	5.36	5.6900	29.2000	10.8500
4.91	4.3800	29.5800	2.6900	5.37	5.8500	29.9900	10.9400
4.92	4.3800	29.5800	2.6900	5.38	5.9400	30.4000	10.9400
4.93	4.3800	29.5800	2.6900	5.39	6.0400	30.7100	11.0400
4.94	4.2200	28.8900	9.7900	5.40	6.2600	31.3400	11.2300
4.95	4.2400	28.5600	9.6900	5.41	6.3800	31.7500	11.3300
4.96	4.2400	28.0400	9.6900	5.42	6.6000	32.3500	11.4200
4.97	4.2400	27.7800	9.6000	5.43	6.6900	32.6300	11.5200
4.98	4.2500	27.3200	9.5000	5.44	6.7700	32.8800	11.5200
4.99	4.2400	26.8500	9.5000	5.45	6.8900	33.7300	11.7100
5.00	4.2200	25.4500	9.5000	5.46	6.9100	34.0500	11.7100
5.01	4.1600	24.9900	9.3100	5.47	6.9600	35.3100	11.7100
5.02	4.1300	24.6100	9.3100	5.48	6.9800	36.6300	11.8100
5.03	4.0700	24.8900	9.2100	5.49	7.0100	37.3500	11.8100
5.04	3.9700	24.9900	9.0200	5.50	7.1200	38.1700	11.9000
5.05	3.9100	25.0200	8.9300	5.51	7.0400	38.6400	11.9000



**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
5.52	7.0200	40.1800	11.9000	5.98	5.5700	37.4100	19.2900
5.53	6.9500	42.2900	11.9000	5.99	5.3800	36.7200	19.1000
5.54	6.8900	43.7400	11.9000	6.00	5.3000	36.5700	19.0100
5.55	6.8300	44.0200	11.9000	6.01	5.1400	36.6900	18.8100
5.56	6.6900	46.6000	11.9000	6.02	5.0600	36.5700	18.7200
5.57	6.6200	46.7300	11.8100	6.03	4.9900	36.4400	18.6200
5.58	6.4900	47.7000	11.9000	6.04	4.8400	35.8400	18.4300
5.59	6.4700	47.9200	11.9000	6.05	4.7500	35.6200	18.4300
5.60	6.4700	48.0200	12.0000	6.06	4.6600	35.5000	18.3300
5.61	6.5000	48.1100	12.0000	6.07	4.4700	34.9000	18.1400
5.62	6.6400	47.9200	12.1900	6.08	4.3600	34.4600	18.0500
5.63	6.6800	47.9200	12.2900	6.09	4.2500	34.1700	17.9500
5.64	6.7100	48.1500	12.2900	6.10	4.0500	33.4200	17.7600
5.65	6.7400	47.9600	12.3800	6.11	3.9500	33.1000	17.5700
5.66	6.7400	47.4800	12.3800	6.12	3.7200	32.2200	17.3700
5.67	6.7400	43.9300	12.5700	6.13	3.6000	31.5000	17.2800
5.68	6.7400	43.4900	12.6700	6.14	3.4900	30.8700	17.1800
5.69	6.7600	42.4800	12.8600	6.15	3.2400	29.7700	16.8900
5.70	6.7700	41.8500	12.8600	6.16	3.1300	29.3000	16.8900
5.71	6.7800	41.3500	12.9600	6.17	3.0200	28.8900	16.7000
5.72	6.7800	40.8800	12.9600	6.18	2.8400	27.9400	16.6100
5.73	6.8100	40.3100	13.0500	6.19	2.7600	27.5300	16.6100
5.74	6.8300	40.0300	13.1500	6.20	2.6900	27.2200	16.5100
5.75	6.8700	39.8100	13.1500	6.21	2.5600	26.4600	16.4100
5.76	6.9500	40.2500	13.3400	6.22	2.5100	25.9600	16.4100
5.77	6.9900	40.5900	13.3400	6.23	2.4500	25.4900	16.4100
5.78	7.0200	40.9100	13.4400	6.24	2.3400	24.5400	16.3200
5.79	7.0200	40.8800	13.5300	6.25	2.2900	24.1400	16.2200
5.80	6.9900	41.0600	13.5300	6.26	2.2000	23.2200	16.3200
5.81	6.9400	41.9500	13.6300	6.27	2.1600	22.6600	16.3200
5.82	6.9100	42.6400	13.7300	6.28	2.1400	22.1200	16.3200
5.83	6.8800	43.3600	13.7300	6.29	2.1000	21.2100	16.3200
5.84	6.7900	44.1500	13.7300	6.30	2.0900	20.7400	16.3200
5.85	6.7300	44.3400	13.7300	6.31	2.1000	20.2600	16.4100
5.86	6.6700	44.2100	13.7300	6.32	2.1100	19.9800	16.4100
5.87	6.5700	44.4300	13.8200	6.33	2.1600	19.1000	16.6100
5.88	6.5400	44.5900	13.7300	6.34	2.2000	18.6000	16.7000
5.89	6.4500	44.8100	13.8200	6.35	2.3300	17.8100	16.8900
5.90	6.4000	44.8400	13.9200	6.36	2.4000	17.6800	17.0900
5.91	6.4000	44.8400	13.9200	6.37	2.4000	17.6800	17.0900
5.92	6.4000	44.8400	13.9200	6.38	2.7100	17.3100	17.5700
5.93	5.9800	44.2300	19.8700	6.39	2.8500	17.3400	17.6600
5.94	5.9300	44.0000	19.7700	6.40	2.9700	17.4600	17.8500
5.95	5.7900	39.5100	19.5800	6.41	3.2000	18.1600	18.1400
5.96	5.7200	38.6500	19.4900	6.42	3.3000	18.4400	18.2400
5.97	5.6500	37.5100	19.3900	6.43	3.3700	18.7900	18.3300

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
6.44	3.4900	19.4500	18.5300	6.90	2.8800	19.4500	19.4900
6.45	3.5200	19.5400	18.5300	6.91	2.8800	19.4500	19.4900
6.46	3.5800	19.7000	18.6200	6.92	2.8800	19.4500	19.4900
6.47	3.6000	19.9200	18.6200	6.93	4.8500	18.6500	29.1800
6.48	3.6400	20.0400	18.7200	6.94	5.3700	18.0600	29.7600
6.49	3.6900	20.5200	18.8100	6.95	6.0700	17.7400	30.2400
6.50	3.7200	20.8000	18.8100	6.96	6.2900	16.8000	30.4300
6.51	3.7400	21.0800	18.8100	6.97	6.6200	17.8400	30.6200
6.52	3.7600	21.3700	18.8100	6.98	6.7500	18.5000	30.7200
6.53	3.7900	22.1500	18.8100	6.99	6.9600	20.6400	30.8100
6.54	3.8000	22.5000	18.9100	7.00	7.0300	22.1800	30.8100
6.55	3.8400	23.2200	19.0100	7.01	7.1000	23.7900	30.8100
6.56	3.8600	23.5100	19.0100	7.02	7.1800	25.4900	30.9100
6.57	3.8800	23.7900	19.0100	7.03	7.3300	28.3800	31.0000
6.58	3.8900	24.2300	19.0100	7.04	7.4100	30.1100	31.0000
6.59	3.8800	24.5800	19.0100	7.05	7.5100	31.6900	31.1000
6.60	3.8800	24.8300	19.0100	7.06	7.7100	34.7100	31.2000
6.61	3.8400	25.3600	19.0100	7.07	7.8100	36.1600	31.2900
6.62	3.8200	25.4600	19.0100	7.08	8.0100	38.7400	31.4800
6.63	3.7800	25.5800	19.0100	7.09	8.1100	39.6500	31.5800
6.64	3.7200	25.7700	18.9100	7.10	8.3100	40.9400	31.7700
6.65	3.6800	25.8000	18.9100	7.11	8.4300	41.7600	31.8700
6.66	3.6500	25.9300	18.9100	7.12	8.5700	42.2000	32.0600
6.67	3.5900	26.0900	18.9100	7.13	8.8500	43.4600	32.3500
6.68	3.5600	26.1200	18.8100	7.14	8.9900	43.8700	32.4400
6.69	3.4900	26.2400	18.8100	7.15	9.1300	44.1800	32.6400
6.70	3.4400	26.4300	18.7200	7.16	9.2400	44.4000	32.7300
6.71	3.4400	26.4300	18.7200	7.17	9.4000	45.2200	32.9200
6.72	3.2800	26.9000	18.6200	7.18	9.4300	45.6900	33.0200
6.73	3.1500	30.6800	18.2400	7.19	9.4100	46.3200	33.2100
6.74	3.0700	31.9400	18.1400	7.20	9.4100	47.0100	33.3100
6.75	3.0400	30.6500	18.2400	7.21	9.4200	47.6400	33.3100
6.76	2.9800	27.1600	18.4300	7.22	9.4200	48.9600	33.5000
6.77	2.9000	24.9900	18.4300	7.23	9.4300	49.3400	33.5000
6.78	2.7100	20.8600	18.3300	7.24	9.4500	50.0300	33.6000
6.79	2.6100	20.8000	18.2400	7.25	9.4900	50.9500	33.7900
6.80	2.5300	20.7700	18.2400	7.26	9.5200	51.1700	33.8800
6.81	2.3700	20.7700	17.9500	7.27	9.5000	51.6400	33.9800
6.82	2.2700	20.5800	17.9500	7.28	9.4500	52.4600	34.0800
6.83	2.2300	20.4900	17.8500	7.29	9.2600	54.0300	34.1700
6.84	2.1800	20.4900	17.8500	7.30	9.1400	54.0000	34.1700
6.85	2.1600	20.2300	17.9500	7.31	8.9900	53.8400	34.2700
6.86	2.1700	20.1100	18.0500	7.32	8.6600	54.1900	34.1700
6.87	2.2600	19.6400	18.2400	7.33	8.5000	54.1900	34.1700
6.88	2.3400	19.4500	18.4300	7.34	8.3400	54.4700	34.0800
6.89	2.6400	19.3500	19.0100	7.35	8.1700	55.0700	34.0800

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
7.36	7.9100	56.3300	34.0800	7.82	9.2300	51.6400	42.6200
7.37	7.8100	56.9200	34.0800	7.83	9.1900	50.7300	42.8100
7.38	7.6500	57.9900	34.0800	7.84	9.2800	48.4000	43.2900
7.39	7.6000	58.1500	34.1700	7.85	9.4600	46.9200	43.4800
7.40	7.5300	57.9000	34.2700	7.86	9.3000	48.0500	43.5800
7.41	7.5200	57.4000	34.3600	7.87	8.8700	45.3100	43.0000
7.42	7.5100	56.7400	34.4600	7.88	8.7200	52.3300	42.9100
7.43	7.5600	55.4100	34.6500	7.89	8.5500	57.5500	42.8100
7.44	7.5800	54.6600	34.7500	7.90	8.4700	58.1500	42.8100
7.45	7.6100	53.8400	34.9400	7.91	8.4700	58.1500	42.8100
7.46	7.7200	51.9800	35.2300	7.92	8.4700	58.1500	42.8100
7.47	7.7900	51.1300	35.4200	7.93	7.7100	45.5300	44.8300
7.48	7.8700	50.1600	35.5200	7.94	7.5900	45.8500	44.7300
7.49	8.0500	48.6500	35.9000	7.95	7.4800	45.9700	44.6300
7.50	8.1500	48.0500	36.0900	7.96	7.2700	44.6200	44.3500
7.51	8.3800	46.7900	36.4800	7.97	7.2100	43.4600	44.2500
7.52	8.5300	46.1900	36.7600	7.98	7.1700	43.4200	44.2500
7.53	8.7200	45.7200	36.9600	7.99	7.1500	44.2400	44.2500
7.54	9.1800	44.7500	37.5300	8.00	7.1400	46.1600	44.2500
7.55	9.4200	44.2400	37.8200	8.01	7.1400	42.3600	44.2500
7.56	9.6500	43.6100	38.1100	8.02	7.1600	40.9400	44.1500
7.57	10.2000	42.8000	38.6800	8.03	7.1900	40.2200	44.1500
7.58	10.4900	42.3200	39.0700	8.04	7.2300	39.3700	44.2500
7.59	10.6700	42.1700	39.3500	8.05	7.2500	39.3300	44.2500
7.60	10.8400	42.4200	39.8300	8.06	7.2500	39.3700	44.3500
7.61	10.8000	42.9800	40.0300	8.07	7.2300	39.2700	44.4400
7.62	10.6300	44.4000	40.3100	8.08	7.2200	39.0500	44.4400
7.63	10.5600	44.5900	40.3100	8.09	7.2400	38.6100	44.4400
7.64	10.4300	45.2200	40.4100	8.10	7.2500	38.1100	44.5400
7.65	10.3700	45.7800	40.5100	8.11	7.2300	38.1400	44.6300
7.66	10.2900	46.7000	40.6000	8.12	7.2200	38.4200	44.6300
7.67	10.1100	48.7400	40.6000	8.13	7.2900	38.8000	44.9200
7.68	10.0500	49.6200	40.7000	8.14	7.3700	38.5800	45.0200
7.69	9.9900	49.9700	40.7900	8.15	7.5700	38.2000	45.3100
7.70	9.8400	51.1300	40.8900	8.16	7.7100	37.9200	45.5000
7.71	9.7700	51.5400	40.9900	8.17	7.8900	37.7900	45.7900
7.72	9.6600	52.1100	41.1800	8.18	8.3200	37.3800	46.3600
7.73	9.4900	52.7700	41.3700	8.19	8.5800	37.3800	46.5500
7.74	9.4100	53.2400	41.4700	8.20	8.8300	37.7600	46.8400
7.75	9.2600	54.3800	41.6600	8.21	9.2300	38.6700	47.2300
7.76	9.2200	54.9700	41.7500	8.22	9.3400	38.8300	47.4200
7.77	9.2100	54.9100	41.8500	8.23	9.4200	38.9900	47.4200
7.78	9.2300	53.5600	42.1400	8.24	9.4700	38.7400	47.4200
7.79	9.2600	52.8700	42.2300	8.25	9.4900	38.3600	47.5100
7.80	9.2900	52.5800	42.4300	8.26	9.4800	37.9200	47.5100
7.81	9.2900	52.1100	42.5200	8.27	9.4800	38.0400	47.5100

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
8.28	9.4600	38.0400	47.6100	8.74	4.6200	32.6000	45.1100
8.29	9.4400	37.9500	47.6100	8.75	4.6300	31.4000	45.3100
8.30	9.4400	38.0800	47.6100	8.76	4.6600	30.7400	45.4000
8.31	9.4500	38.3900	47.7100	8.77	4.7300	29.7700	45.5900
8.32	9.4400	39.4000	47.9000	8.78	4.7800	29.4200	45.6900
8.33	9.4200	39.5900	47.9000	8.79	4.8600	28.9200	45.7900
8.34	9.3800	39.7100	47.9000	8.80	5.0400	27.6300	46.1700
8.35	9.2100	40.4400	47.9900	8.81	5.1300	27.1600	46.3600
8.36	9.1200	40.7500	47.9900	8.82	5.1900	26.9400	46.4600
8.37	9.0200	41.5100	47.9900	8.83	5.2400	27.3800	46.5500
8.38	8.9900	41.0300	47.9900	8.84	5.2100	28.0400	46.4600
8.39	8.9500	40.6900	47.9900	8.85	5.1700	28.4500	46.5500
8.40	8.7600	40.3100	47.9900	8.86	5.1600	27.8500	46.6500
8.41	8.6000	40.7500	47.9900	8.87	5.1800	27.5700	46.7500
8.42	8.2600	41.5100	47.9000	8.88	5.3200	27.8500	47.0300
8.43	8.0600	42.1000	47.7100	8.89	5.4500	28.1600	47.2300
8.44	7.8400	42.9800	47.6100	8.90	5.6300	28.4800	47.5100
8.45	7.3900	45.6900	47.3200	8.91	5.6300	28.4800	47.5100
8.46	7.1600	46.3500	47.1300	8.92	5.6300	28.4800	47.5100
8.47	6.9400	46.7000	46.9400	8.93	7.5400	24.6100	54.8100
8.48	6.5200	47.2300	46.6500	8.94	7.8000	25.2700	55.1000
8.49	6.3300	47.7000	46.4600	8.95	8.1200	26.6500	55.2900
8.50	6.1800	48.0800	46.3600	8.96	8.5800	29.3000	55.0000
8.51	5.9100	47.6100	46.1700	8.97	8.7400	30.3300	54.9000
8.52	5.7600	47.3600	46.0700	8.98	8.8300	31.7200	55.0000
8.53	5.4500	47.1100	45.8800	8.99	8.7800	31.8800	55.1000
8.54	5.2800	46.8500	45.7900	9.00	8.6100	32.0700	54.8100
8.55	5.1200	46.5700	45.5900	9.01	8.5300	32.5100	54.7100
8.56	4.8200	45.2800	45.2100	9.02	8.4200	33.3900	54.5200
8.57	4.6700	44.7200	45.1100	9.03	8.1700	36.9700	54.2300
8.58	4.5300	44.1800	45.0200	9.04	8.0400	39.3300	54.1400
8.59	4.2800	43.0200	45.0200	9.05	7.9100	42.0400	53.9500
8.60	4.1800	42.2000	44.9200	9.06	7.5800	46.4100	53.5600
8.61	4.1200	41.2200	44.9200	9.07	7.3800	48.8100	53.2700
8.62	4.1200	37.9200	45.0200	9.08	7.2000	50.8200	53.0800
8.63	4.1900	36.9700	45.3100	9.09	6.7800	54.5600	52.6000
8.64	4.2700	36.1200	45.5000	9.10	6.5600	55.9500	52.4100
8.65	4.4600	35.0200	45.6900	9.11	6.3500	57.2700	52.1200
8.66	4.5500	34.8000	45.8800	9.12	5.9800	58.3700	51.8300
8.67	4.7300	34.2000	45.5900	9.13	5.8100	58.5600	51.6400
8.68	4.8200	34.1100	45.1100	9.14	5.4900	58.0900	51.3500
8.69	4.8900	33.0100	44.2500	9.15	5.3400	57.3300	51.1600
8.70	4.8500	32.3800	44.3500	9.16	5.0500	55.0000	50.8700
8.71	4.7800	32.4700	44.5400	9.17	4.9400	53.7100	50.6800
8.72	4.6700	34.3900	45.0200	9.18	4.8200	52.4600	50.5900
8.73	4.6400	33.1000	45.0200	9.19	4.6100	50.3500	50.3900

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
9.20	4.5300	49.3700	50.3900	9.66	6.1200	37.2300	55.0000
9.21	4.4600	48.3700	50.3000	9.67	6.1600	38.8000	55.1000
9.22	4.3200	46.2300	50.2000	9.68	6.1600	39.5200	55.1000
9.23	4.2700	45.3800	50.2000	9.69	6.1500	40.1200	55.1000
9.24	4.2300	44.4600	50.2000	9.70	6.0900	41.3800	55.1000
9.25	4.1600	42.8300	50.2000	9.71	6.0300	42.1000	55.1000
9.26	4.1300	42.1000	50.2000	9.72	5.9700	42.3600	55.0000
9.27	4.1100	41.0600	50.3000	9.73	5.8300	42.0700	54.8100
9.28	4.1100	39.0800	50.3900	9.74	5.7600	41.9100	54.7100
9.29	4.1100	37.6700	50.3900	9.75	5.6900	41.7900	54.6200
9.30	4.1200	35.9700	50.5900	9.76	5.5500	41.6300	54.4300
9.31	4.1400	34.9900	50.5900	9.77	5.5000	41.6300	54.4300
9.32	4.1700	33.8000	50.7800	9.78	5.4000	41.2500	54.3300
9.33	4.1800	33.3900	50.8700	9.79	5.3500	41.0300	54.3300
9.34	4.1900	32.9500	50.8700	9.80	5.2800	40.7800	54.2300
9.35	4.1600	32.2200	50.8700	9.81	5.1300	40.4700	54.0400
9.36	4.1300	31.9400	50.8700	9.82	5.0600	40.3400	53.9500
9.37	4.1300	31.9400	50.8700	9.83	5.0000	40.1800	53.9500
9.38	4.0400	31.0600	50.7800	9.84	4.8400	39.8400	53.8500
9.39	4.0200	30.8700	50.7800	9.85	4.7500	39.4900	53.6600
9.40	3.9800	30.6800	50.7800	9.86	4.6500	38.8900	53.4700
9.41	3.9600	30.3300	50.7800	9.87	4.4600	37.7600	53.1800
9.42	3.9600	30.0200	50.8700	9.88	4.3500	37.5100	53.0800
9.43	3.9700	29.6400	50.8700	9.89	4.1400	36.7500	52.9900
9.44	4.0400	29.3300	51.0700	9.90	4.0700	36.2500	52.9900
9.45	4.1100	29.1400	51.2600	9.91			
9.46	4.2000	29.0400	51.4500	9.92			
9.47	4.4400	28.7600	51.8300	9.93			
9.48	4.5700	28.3500	52.0300	9.94			
9.49	4.7600	27.5000	52.4100	9.95			
9.50	4.8500	27.2800	52.5100	9.96			
9.51	5.0000	27.4700	52.8900	9.97			
9.52	5.0800	27.5300	52.9900	9.98			
9.53	5.1700	27.5700	53.2700	9.99			
9.54	5.3800	28.0400	53.7500	10.00			
9.55	5.4900	28.3200	53.9500	10.01			
9.56	5.6100	28.4800	54.1400	10.02			
9.57	5.8100	28.7300	54.4300	10.03			
9.58	5.8900	28.8900	54.5200	10.04			
9.59	5.9500	28.8900	54.6200	10.05			
9.60	6.0200	30.1800	54.7100	10.06			
9.61	6.0300	31.3700	54.8100	10.07			
9.62	6.0700	33.3900	54.9000	10.08			
9.63	6.0700	34.0800	54.9000	10.09			
9.64	6.0900	34.9000	54.9000	10.10			
9.65	6.1100	36.5300	55.0000	10.11			

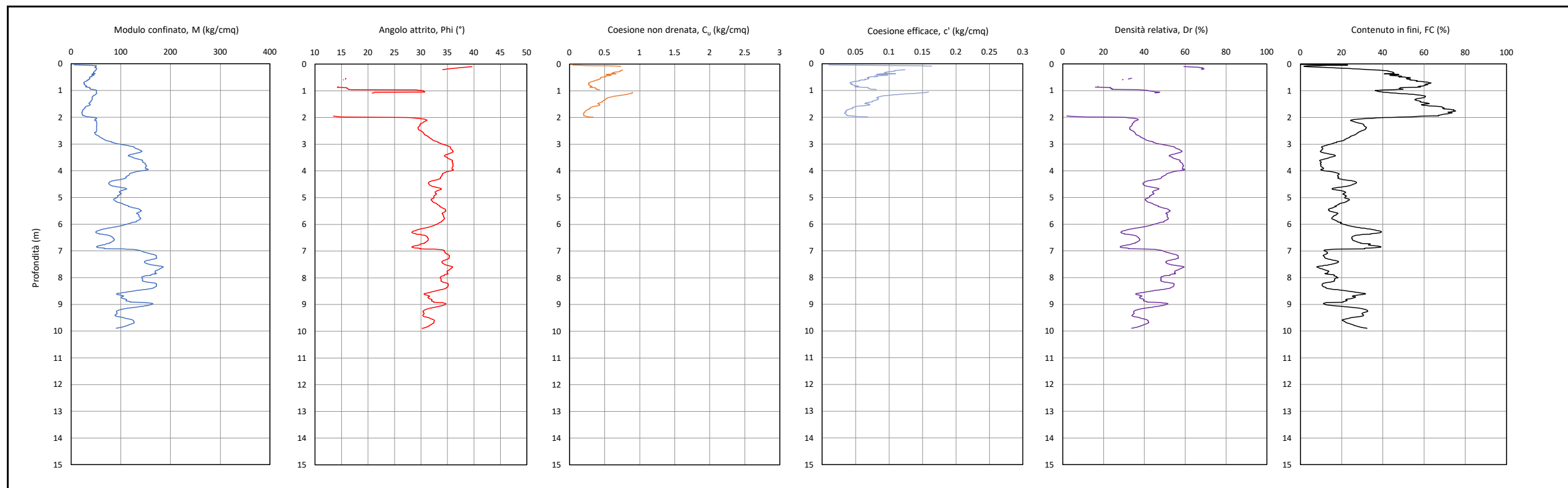
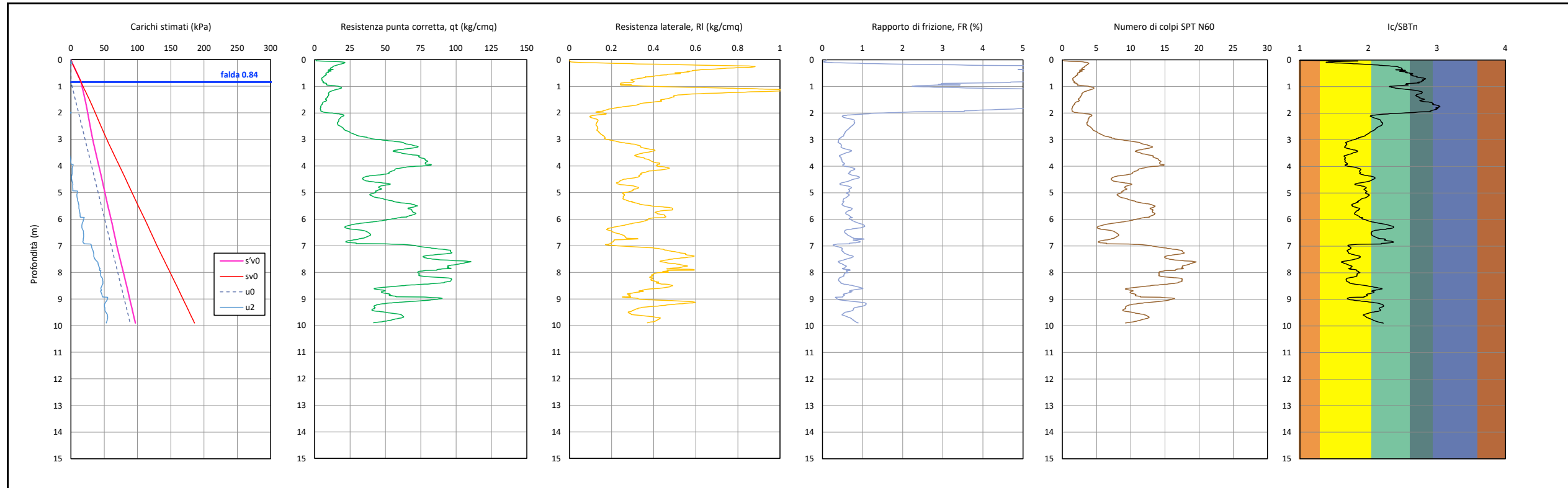
Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati	Soil Behaviour Type (SBTn)
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	
	lc < 1.31	7	Sabbia ghiaiosa	
	1.31 < lc < 2.05	6	Sabbia	
	2.05 < lc < 2.60	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa	
	2.60 < lc < 2.95	4	Argilla limosa - Limo argilloso	
	2.95 < lc < 3.60	3	Argilla	
lc > 3.60	2	Suolo organico - Torba		
-	1	Terreni fini sensitivi		

<b>data esecuzione</b>	16.04.2021	<b>certificato n°</b>	CPTU 1-160421	<b>falda</b>	0.84
<b>richiedente</b>	STUDIO RAMO	<b>committente</b>	Mutley srl		
<b>indirizzo cantiere</b>	via Unità d'Italia	<b>prova n.</b>	1	<b>lat.</b>	43°57.368"N
<b>note</b>	Foro non attrezzato con piezometro			<b>long.</b>	10°11.851"E
<b>località</b>	ex area "La Canniccia"	<b>comune</b>	Pietrasanta	<b>provincia</b>	Lucca
<b>quota inizio</b>	piano campagna	<b>profondità prova</b>	9.90		
<b>riferimento</b>	Intervento di riqualificazione				

**G&Geo Studio Geologi Associati**  
Michele Giovannetti - Vanessa Greco




Via Aurelio Sud, 14  
55045 Pietrasanta (L.U.)  
Part. IVA 02378660464  
T-F (+39) 0584.1848216  
C 335.6090871 349.5926076  
info@gegeo.it



<b>lc</b> <b>Robertson &amp; Wride, 2008</b>	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati	<b>Soil Behaviour Type (SBTn)</b>
	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	
	lc < 1.31	Sabbia ghiaiosa	
	1.31 < lc < 2.05	Sabbia	
	2.05 < lc < 2.60	Limo sabbioso - Sabbia limosa	
	2.60 < lc < 2.95	Argilla limosa - Limo argilloso	
	2.95 < lc < 3.60	Argilla	
lc > 3.60	Suolo organico - Torba		
1	Terreni fini sensibili		

<b>data esecuzione</b>	16.04.2021	<b>certificato n°</b>	CPTU 1-160421	<b>falda</b>	0.84	
<b>indirizzo cantiere</b>	STUDIO RAMO		<b>committente</b>	Mutley srl	<b>lat.</b>	43°57.368'N
<b>note</b>	Via Unità d'Italia		<b>prova n.</b>	1	<b>long.</b>	10°11.851'E
<b>località</b>	ex area "La Canniccia"		<b>comune</b>	Pietrasanta	<b>profondità prova</b>	9.90
<b>quota inizio</b>	piano campagna		<b>riferimento</b>	Intervento di riqualificazione		



Profondità (m)	Resistenza punta corretta qt (kg/cm²)	Resistenza laterale RI (kg/cm²)	Rapporto Begemann QUI (-)	Rapporto di frizione FR (%)	Peso di volume γ <sub>tot</sub> (kg/m³)	Zone SBTn											Velocità onde di taglio Vs (m/s)	Contenuto in fini FC (%)	Permeabilità k (m/s)	n° colpi SPT N60 (-)	lc (-)	Classificazioni e SBTn (-)	
						lc=2.60		1-2-3-4-9				5-6-7-8											
						Modulo confinato M (MPa)	Modulo elastico E (Mpa)	Coesione non drenata Cu (kPa)		Coesione efficace c' (kPa)		Rapporto sovraconsolidazione OCR (-)	Angolo attrito φ (°)	Densità relativa DR (%)	Coesione non drenata Cu (kPa)								Coesione efficace c' (kPa)
0.10	21.42	0.04	494.19	0.20	15.40	4.87	49.71	4.73	48.19	64.56	0.66	9.68	0.10	67.44	40	59	100.12	3.40	2.90E-04	4	1.48	6	
0.20	16.21	0.58	27.71	3.61	18.92	1929.47	5.02	51.23	3.58	36.47	64.56	0.66	9.68	0.10	67.44	35	69	148.19	30.59	2.20E-06	4	2.17	8
0.30	11.77	0.81	14.62	6.84	19.31	1969.33	4.54	46.30	2.60	26.48	64.56	0.66	9.68	0.10	67.44	15	29	151.11	44.66	2.63E-07	3	2.48	9
0.40	9.68	0.59	16.32	6.13	18.88	1925.57	4.08	41.61	2.14	21.78	51.21	0.52	7.97	0.08	40.27	16	36	141.21	47.71	1.72E-07	3	2.54	9
0.50	8.45	0.50	16.86	5.93	18.65	1901.36	3.74	38.12			44.18	0.45	6.95	0.07	27.61	16	36	135.70	51.00	1.10E-07	2	2.60	4
0.60	7.68	0.43	17.94	5.57	18.43	1879.52	3.50	35.69			39.39	0.40	6.32	0.06	20.70	15	29	131.17	53.25	8.11E-08	2	2.65	4
0.70	5.14	0.33	15.41	6.49	18.00	1835.17	2.57	26.18			27.57	0.28	4.23	0.04	11.73	15	29	119.18	62.47	2.43E-08	2	2.82	3
0.80	5.64	0.30	18.82	5.31	17.90	1825.21	2.77	28.22			28.41	0.29	4.64	0.05	11.25	15	29	119.16	60.13	3.28E-08	2	2.78	3
0.90	8.22	0.24	33.68	2.97	17.75	1810.31	3.67	37.41	1.81	18.48	36.23	0.37	6.74	0.07	15.22	16	23	121.98	48.40	1.56E-07	2	2.55	4
1.00	16.70	0.38	44.52	2.25	18.56	1892.95	5.04	51.35	3.69	37.58	86.25	0.88	13.99	0.14	28.72	30	42	145.23	36.30	8.80E-07	4	2.31	5
1.10	17.13	0.90	18.97	5.27	19.77	2015.70	5.04	51.39	3.78	38.53	64.50	0.66	9.00	0.09	17.30	30	42	158.72	60.65	3.06E-08	3	2.78	3
1.20	11.00	0.92	11.95	8.37	19.67	2005.96	4.39	44.76			51.69	0.53	8.25	0.08	15.02	30	42	145.65	56.66	5.15E-08	3	2.71	3
1.30	10.09	0.57	17.67	5.66	19.01	1938.86	4.18	42.65			45.95	0.47	7.41	0.08	12.84	30	42	140.63	58.32	4.15E-08	3	2.74	3
1.40	9.07	0.50	18.24	5.48	18.81	1917.64	3.92	39.95			40.62	0.41	6.57	0.07	10.85	30	42	135.77	60.61	3.08E-08	2	2.78	3
1.50	8.05	0.44	18.34	5.45	18.61	1897.83	3.62	36.89			31.96	0.33	4.89	0.05	7.66	30	42	128.20	68.50	1.14E-08	2	2.93	3
1.60	6.01	0.39	15.24	6.56	18.39	1875.10	2.91	29.69			25.87	0.26	3.97	0.04	5.91	30	42	120.28	72.79	6.73E-09	2	3.00	3
1.70	4.89	0.32	15.21	6.58	18.06	1841.60	2.46	25.11			21.49	0.22	3.55	0.04	5.06	30	42	111.53	71.96	7.44E-09	1	2.99	3
1.80	4.39	0.23	19.17	5.22	17.58	1792.44	2.25	22.92			19.92	0.20	3.55	0.04	4.90	30	42	105.94	68.52	1.14E-08	1	2.93	3
1.90	4.40	0.17	25.76	3.88	17.19	1753.15	2.25	22.98	2.12	21.57	19.92	0.20	3.55	0.04	4.90	27	28	116.66	44.57	2.66E-07	2	2.48	5
2.00	9.59	0.15	65.97	1.52	17.22	1755.66	4.06	41.36										116.66	44.57	2.66E-07	2	2.48	5
2.10	20.78	0.11	192.29	0.52	17.06	1739.74	4.74	48.34	4.59	46.77								126.60	24.47	6.10E-06	4	2.03	6
2.20	18.13	0.11	160.50	0.62	17.09	1742.27	5.02	51.23	4.00	40.80								124.65	27.89	3.43E-06	4	2.11	5
2.30	17.11	0.14	126.67	0.79	17.32	1765.68	5.04	51.39	3.78	38.51								127.05	30.82	2.12E-06	4	2.18	5
2.40	16.20	0.13	126.46	0.79	17.23	1757.25	5.02	51.23	3.57	36.44								125.01	31.88	1.78E-06	4	2.20	5
2.50	18.13	0.13	138.50	0.72	17.30	1764.37	5.02	51.23	4.00	40.80								127.95	29.81	2.50E-06	4	2.16	5
2.60	20.48	0.13	152.73	0.65	17.38	1771.99	4.67	47.67	4.52	46.08								131.20	27.59	3.61E-06	4	2.10	5
2.70	23.74	0.14	172.86	0.58	17.46	1780.43	5.36	54.71	5.24	53.42								135.15	24.83	5.75E-06	5	2.04	6
2.80	27.82	0.15	186.12	0.54	17.63	1797.50	6.21	63.29	6.14	62.60								140.72	22.33	8.80E-06	6	1.98	6
2.90	34.66	0.17	208.12	0.48	17.84	1819.63	7.56	77.12	7.65	77.98								148.61	18.79	1.63E-05	7	1.89	6
3.00	43.84	0.18	246.21	0.41	18.01	1836.60	9.28	94.65	9.67	98.63								156.65	14.74	3.38E-05	8	1.78	6
3.10	60.66	0.24	257.87	0.39	18.49	1885.40	12.12	123.61	13.39	136.49								172.83	10.48	7.42E-05	11	1.67	6
3.20	68.41	0.32	214.90	0.47	18.94	1931.12	13.29	135.57	15.10	153.93								183.73	10.47	7.43E-05	12	1.67	6
3.30	71.68	0.34	209.77	0.48	19.05	1942.73	13.76	140.35	15.82	161.28								187.19	10.25	7.75E-05	13	1.67	6
3.40	58.22	0.40	144.21	0.69	19.22	1959.61	11.73	119.65	12.85	130.99								183.81	16.01	2.69E-05	11	1.82	6
3.50	60.77	0.36	169.54	0.59	19.07	1945.03	12.14	123.77	13.41	136.73								182.73	14.28	3.67E-05	11	1.77	6
3.60	72.80	0.31	234.39	0.43	18.94	1931.38	13.92	141.96	16.06	163.81								186.20	9.68	8.62E-05	13	1.65	6
3.70	75.66	0.35	213.58	0.47	19.13	1951.03	14.31	145.97	16.69	170.24								190.74	10.05	8.04E-05	14	1.66	6
3.80	79.33	0.39	205.87	0.49	19.26	1964.44	14.80	150.95	17.50	178.50								194.64	9.90	8.27E-05	14	1.66	6
3.90	78.11	0.43	182.08	0.55	19.41	1979.07	14.64	149.31	17.24	175.75								196.65	11.23	6.45E-05	14	1.69	6
4.00	75.97	0.42	182.70	0.55	19.36	1974.30	14.36	146.40	16.76	170.94								195.03	11.68	5.93E-05	14	1.70	6
4.10	57.82	0.47	123.75	0.81	19.44	1982.20	11.67	119.00	12.76	130.10								188.16	18.65	1.67E-05	11	1.88	6
4.20	54.35	0.37	145.40	0.69	19.12	1950.01	11.10	113.23	11.99	122.30								181.14	18.15	1.83E-05	11	1.87	6
4.30	50.89	0.34	148.92	0.67	18.99	1935.98	10.52	107.28	11.23	114.50								177.18	18.97	1.58E-05	10	1.89	6
4.40	36.30	0.33	110.05	0.91	18.84	1921.01	7.88	80.36	8.01	81.68								166.75	26.45	4.37E-06	8	2.08	5
4.50	34.27	0.26	133.13	0.75	18.49	1885.48	7.49	76.35	7.56	77.10								159.90	25.72	4.94E-06	7	2.06	6
4.60	42.02	0.24	178.60	0.56	18.43	1879.78	8.95	91.27	9.27	94.54								163.71	20.54	1.20E-05	8	1.93	6
4.70	52.52	0.24	216.78	0.46	18.55	1891.06	10.80	110.10	11.59	118.17								171.22	16.11	2.64E-05	10	1.82	6
4.80	45.28	0.33	138.90	0.72	18.90	1927.51	9.54	97.29	9.99	101.88								173.27	21.93	9.44E-06	9	1.97	6
4.90	45.18	0.30	149.93	0.67	18.80	1916.94	9.52	97.11	9.97	101.65								171.59	21.45	1.03E-05	9	1.95	6
5.00	43.05	0.26	165.89	0.60	18.59	1895.23	9.14	93.20	9.50	96.87								167.05	21.43	1.03E-05	9	1.95	6
5.10	39.48	0.26	150.95	0.66	18.57	1893.91	8.48	86.49	8.71	88.83								164.88	23.61	7.07E-06	8	2.01	6
5.20	45.50	0.26	178.12	0.56	18.59	1895.34	9.58	97.69	10.04	102.37								168.59	20.36	1.24E-05	9	1.93	6
5.30	53.25	0.27	194.56	0.51	18.73	1909.97	10.92	111.35	11.75	119.81								175.07	17.58	2.03E-05	10	1.86	6
5.40	63.86	0.32	199.82	0.50	19.00	1937.16	1																

**INDAGINE PENETROMETRICA STATICA ELETTRICA/PIEZOCONO (CPTE/CPTU)***richiedente* STUDIO RAMO*data esecuzione* 16.04.2021*committente* Mutley srl*prova n.* 2.00*indirizzo cantiere* via Unità d'Italia*quota inizio* piano campagna*località* ex area "La Canniccia"*Coordinate GPS* 43°57,324"N 10°11.896"E*comune* Pietrasanta*profondità prova* 4.91*provincia* Lucca*falda* 0.81**Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155**

Rif. Norme ASTM D3441-86/AGI 1977/ISSMFE 1988

Diametro punta conica elettrica/piezocono MKS799 35.8 mm

Angolo di apertura cono 60 °

Area punta - Sezione di spinta 10 cm<sup>2</sup>Superficie laterale 150 cm<sup>2</sup>

Velocità di avanzamento costante V 2 (±0.5) cm/s

Anello allargatore

Rapporto area netta punta a 0.7909

Intervallo di lettura 1 cm

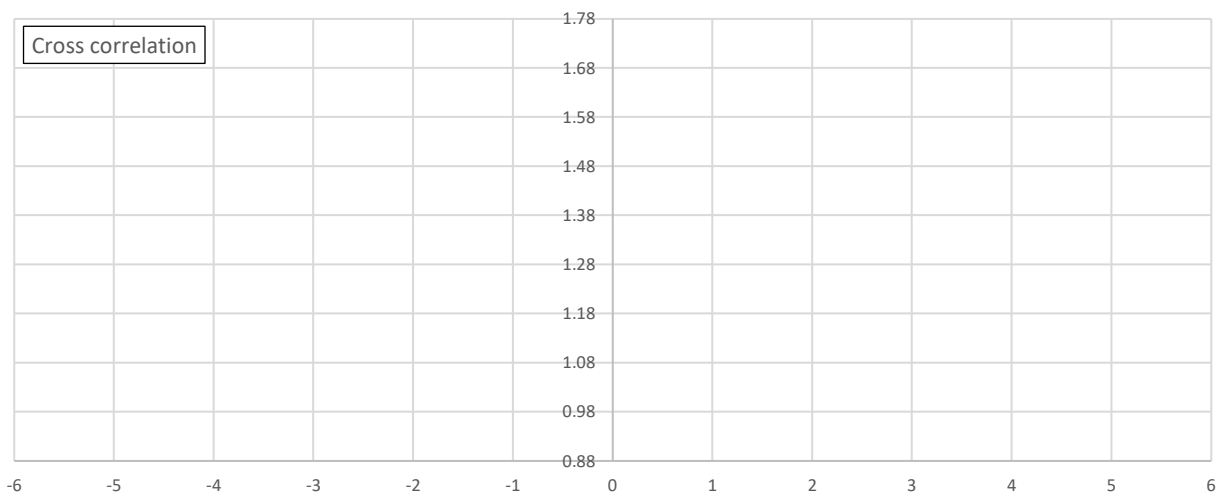
Sistema di misura elettronico (data-logger) (Modello CPT-AS.01 - n° di serieA000424)

Sensore Rp (resistenza alla punta - qc) (Modello AEP KAL 50 kN - n° di serie 65495)

Sensore Rl (resistenza laterale - fs) (Modello AEP KAL 50 kN - n° di serie 65495)

Sensore U2 (pressione dei pori) (Modello Mensor CPC 4000 - n° di serie 41000V3Y)

Sensore Tilt (inclinazione)

**NOTE**

Foro non attrezzato con piezometro



**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
0.00	-	-	-	0.46	0.9500	54.1200	-5.2800
0.01	0.0100	0.1000	0.0000	0.47	1.2800	50.8800	-11.3300
0.02	0.0500	0.1000	0.1000	0.48	1.3400	49.4400	-18.0500
0.03	0.1000	0.1000	0.0000	0.49	1.2300	50.4400	-43.2900
0.04	0.1000	0.1000	0.0000	0.50	1.3000	50.7900	-49.5300
0.05	0.2000	0.1000	0.1000	0.51	1.5600	57.1400	-49.7200
0.06	0.4300	0.1000	-0.1900	0.52	1.7700	53.5600	-49.4300
0.07	0.9500	0.1000	-0.1900	0.53	2.1600	43.2000	-48.7600
0.08	1.0500	0.1000	-0.1900	0.54	2.1900	36.3800	-48.5700
0.09	1.0400	0.1000	-0.1900	0.55	1.7200	30.1100	-48.6700
0.10	1.0400	0.1000	-0.1900	0.56	2.0800	27.9700	-47.9000
0.11	1.1200	0.1000	-0.1000	0.57	6.9400	26.7800	-46.6500
0.12	1.1300	0.1000	-0.1000	0.58	9.8300	26.3700	-46.0700
0.13	1.1900	0.2000	-1.5400	0.59	14.0700	23.9200	-45.2100
0.14	1.2900	0.2200	-2.5900	0.60	15.7700	22.5600	-44.8300
0.15	1.3600	1.7900	-2.4000	0.61	17.0800	20.4200	-41.2700
0.16	1.4400	3.7100	-2.8800	0.62	16.8300	21.6200	-41.1800
0.17	1.5500	5.9800	-6.5300	0.63	16.3000	18.8200	-41.1800
0.18	1.7800	11.0100	-5.7600	0.64	14.9900	14.6300	-41.3700
0.19	1.7100	15.9900	-5.3800	0.65	14.0400	26.0200	-41.3700
0.20	1.8400	25.0200	-5.0900	0.66	12.2200	24.2300	-41.5600
0.21	1.7700	25.4900	-4.9900	0.67	11.2800	34.6800	-41.5600
0.22	1.7500	25.4600	-4.9900	0.68	10.1700	52.2700	-41.6600
0.23	1.6900	25.7400	-5.0900	0.69	9.1900	52.0200	-41.7500
0.24	1.6500	25.5500	-5.0900	0.70	8.9600	57.8100	-41.7500
0.25	1.4400	24.8900	-5.2800	0.71	7.5800	71.6800	-41.9500
0.26	1.2900	26.3400	-5.3800	0.72	6.7800	90.9100	-42.0400
0.27	1.2500	30.7800	-5.2800	0.73	6.2000	94.6200	-42.0400
0.28	1.4000	33.3900	-4.8000	0.74	5.4900	107.7800	-42.0400
0.29	1.4400	32.0300	-4.7000	0.75	5.0100	116.2400	-42.0400
0.30	1.1400	41.1000	-3.4600	0.76	4.5400	147.8300	-42.0400
0.31	1.9000	55.7000	-6.9100	0.77	4.4200	152.9300	-41.7500
0.32	2.8400	61.3000	-1.3400	0.78	4.2200	168.2900	-41.5600
0.33	3.2800	58.4300	-0.1900	0.79	4.1800	169.3900	-41.4700
0.34	3.4900	59.6000	-0.1000	0.80	3.9200	173.4800	-41.0800
0.35	3.5200	58.3400	0.0000	0.81	3.8800	174.0100	-40.8900
0.36	3.3900	58.1200	-0.1900	0.82	3.9000	169.8300	-40.6000
0.37	2.4900	45.6000	-1.4400	0.83	3.9200	170.9000	-40.4100
0.38	2.4200	43.5800	-1.6300	0.84	3.9700	170.9900	-40.4100
0.39	1.6400	53.9700	-1.3400	0.85	3.9100	175.9700	-40.3100
0.40	1.5600	56.9200	-1.3400	0.86	3.7800	165.4200	-40.3100
0.41	1.4400	52.0500	-2.5900	0.87	3.5600	158.3800	-40.3100
0.42	1.2800	57.9600	-2.9800	0.88	3.4700	153.9400	-40.3100
0.43	1.1500	57.5200	-2.9800	0.89	3.4700	153.9400	-40.3100
0.44	1.0000	57.8400	-3.5500	0.90	3.4700	153.9400	-40.3100
0.45	1.0100	56.4500	-4.4200	0.91	0.1700	0.2800	-3.9400

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
0.92	0.1700	0.2800	-3.9400	1.38	0.8700	47.9600	-13.4400
0.93	0.1700	0.2800	-3.9400	1.39	0.8300	45.1900	-13.4400
0.94	0.1800	59.5000	-2.5900	1.40	0.8100	44.0500	-13.4400
0.95	2.8500	114.3800	-2.2100	1.41	0.7800	42.5400	-13.4400
0.96	2.8200	102.1100	-2.5000	1.42	0.7400	39.2400	-13.4400
0.97	2.8000	98.7100	-2.8800	1.43	0.7300	37.4800	-13.4400
0.98	2.6300	97.3900	-3.8400	1.44	0.7200	34.1700	-13.3400
0.99	2.5300	97.7100	-4.7000	1.45	0.7200	32.9500	-13.4400
1.00	2.3500	93.8700	-5.6600	1.46	0.7100	31.3100	-13.3400
1.01	2.1900	93.3000	-6.2400	1.47	0.7200	30.6800	-13.3400
1.02	2.1300	95.4100	-7.2000	1.48	0.7200	29.6700	-13.1500
1.03	2.1000	94.3700	-7.5800	1.49	0.7400	29.1100	-13.1500
1.04	2.0700	93.7100	-8.4500	1.50	0.7700	28.4800	-13.1500
1.05	2.0500	93.1400	-8.9300	1.51	0.8300	27.6600	-13.0500
1.06	2.0000	92.8300	-9.3100	1.52	0.8700	27.0900	-12.9600
1.07	1.9800	92.3600	-9.6900	1.53	0.9700	26.8700	-12.8600
1.08	1.9600	91.6600	-9.8900	1.54	1.0500	27.1900	-12.7700
1.09	1.8800	91.4400	-10.2700	1.55	1.1100	28.0700	-12.7700
1.10	1.8600	91.9200	-10.4600	1.56	1.1600	29.2000	-13.2500
1.11	1.7900	91.7300	-10.8500	1.57	1.1500	29.3300	-13.6300
1.12	1.7700	91.6300	-11.1300	1.58	1.1400	29.3000	-14.0100
1.13	1.7400	89.7100	-11.4200	1.59	1.1400	28.7000	-14.3000
1.14	1.6600	88.8600	-12.0000	1.60	1.1500	28.4800	-14.3000
1.15	1.6200	87.2600	-12.0900	1.61	1.1800	28.2600	-15.5500
1.16	1.5300	84.1100	-12.3800	1.62	1.1900	28.1000	-17.2800
1.17	1.5100	82.9200	-12.4800	1.63	1.1800	27.6000	-19.7700
1.18	1.4800	82.1000	-12.3800	1.64	1.1600	26.7500	-19.8700
1.19	1.4600	81.2800	-12.4800	1.65	1.1500	25.9600	-22.2700
1.20	1.4400	79.3600	-12.5700	1.66	1.0800	23.9800	-24.5700
1.21	1.3800	76.1200	-12.4800	1.67	1.0500	22.6300	-24.7600
1.22	1.3300	75.9000	-12.5700	1.68	0.9800	20.5200	-24.6700
1.23	1.3000	72.0300	-12.8600	1.69	0.9400	19.3200	-24.6700
1.24	1.2500	69.2900	-13.1500	1.70	0.8800	17.2100	-24.5700
1.25	1.2100	67.2500	-13.2500	1.71	0.8400	16.7700	-24.5700
1.26	1.1700	66.0800	-13.2500	1.72	0.7800	16.6100	-24.4800
1.27	1.1200	64.2900	-13.2500	1.73	0.7500	16.7100	-24.4800
1.28	1.1000	63.0900	-13.1500	1.74	0.7300	16.9900	-24.4800
1.29	1.0800	60.6400	-13.1500	1.75	0.7200	17.3700	-24.4800
1.30	1.0700	59.1900	-13.1500	1.76	0.7200	17.5000	-24.3800
1.31	1.0600	57.7100	-13.1500	1.77	0.7100	17.8100	-24.3800
1.32	1.0300	55.9500	-13.2500	1.78	0.7000	18.1600	-24.2800
1.33	1.0200	55.2900	-13.2500	1.79	0.7100	18.1600	-24.2800
1.34	0.9900	54.5600	-13.4400	1.80	0.7300	18.2800	-24.2800
1.35	0.9700	54.0000	-13.4400	1.81	0.7300	18.4700	-24.1900
1.36	0.9600	52.7100	-13.4400	1.82	0.7000	18.3500	-24.1900
1.37	0.8900	49.2500	-13.4400	1.83	0.6900	18.4400	-24.1900

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
1.84	0.6600	17.9700	-24.1900	2.30	6.2200	43.2700	-4.5100
1.85	0.6200	16.9300	-24.0900	2.31	6.9100	31.0000	-5.4700
1.86	0.6100	16.4300	-24.0900	2.32	5.8300	19.7900	-4.2200
1.87	0.6200	15.9200	-24.0000	2.33	5.9800	16.6800	-3.3600
1.88	0.6400	15.9900	-24.0000	2.34	5.7500	21.8100	-3.1700
1.89	0.6600	15.9500	-24.0000	2.35	6.7400	23.8800	-2.5900
1.90	0.7100	16.3000	-23.9000	2.36	6.5900	18.0600	-2.5000
1.91	0.7400	16.2400	-23.9000	2.37	5.7800	16.9000	-0.1000
1.92	0.8100	17.2100	-23.8000	2.38	4.8500	14.6300	0.4800
1.93	0.8100	17.2100	-23.8000	2.39	4.3900	27.6300	0.4800
1.94	0.8100	17.2100	-23.8000	2.40	4.3000	43.8300	1.2500
1.95	1.4500	22.8800	-20.8300	2.41	4.1700	38.6100	1.5400
1.96	1.7200	24.5400	-21.0200	2.42	3.9100	28.2600	6.3400
1.97	2.0300	25.1400	-22.5600	2.43	3.8000	29.3300	6.2400
1.98	2.8000	24.9900	-28.7000	2.44	3.8000	26.8700	5.8600
1.99	3.0600	23.2200	-29.1800	2.45	3.6400	25.8000	5.8600
2.00	3.0300	17.2400	-29.1800	2.46	3.2600	27.9100	5.6600
2.01	2.5400	16.1400	-29.0800	2.47	2.9600	30.0500	4.8000
2.02	2.9000	29.3900	-28.6000	2.48	2.7700	36.5000	7.7800
2.03	3.2300	24.9500	-28.6000	2.49	2.5300	31.9400	7.4900
2.04	6.7400	27.1600	-32.8300	2.50	2.3600	34.2400	7.4900
2.05	8.0700	31.3700	-32.0600	2.51	2.4700	40.2200	7.8700
2.06	9.3900	30.1800	-30.9100	2.52	2.7600	42.5800	7.8700
2.07	11.8600	13.5000	-29.1800	2.53	2.9600	24.7600	7.3000
2.08	13.2100	11.0800	-28.5100	2.54	3.2100	24.3200	7.3900
2.09	12.3100	23.5100	-27.5500	2.55	3.1500	26.2100	7.7800
2.10	10.5100	31.8800	-27.8400	2.56	3.5600	13.1500	10.6500
2.11	8.3000	32.3800	-28.1200	2.57	3.8900	16.0500	10.7500
2.12	7.1700	24.4800	-28.5100	2.58	3.3800	15.9500	10.5600
2.13	7.4100	77.2200	-28.1200	2.59	3.6700	15.2600	10.6500
2.14	6.8500	119.7600	-27.7400	2.60	4.0900	11.4900	10.7500
2.15	7.5400	109.4100	-27.4500	2.61	4.3600	10.2600	10.7500
2.16	7.0100	90.3700	-16.7000	2.62	4.6900	15.4800	10.8500
2.17	6.8600	88.3900	-15.1700	2.63	4.8400	20.0400	10.8500
2.18	7.3200	82.2600	-15.0700	2.64	4.8000	22.1800	10.8500
2.19	7.4800	89.4300	-15.1700	2.65	4.4900	10.0700	10.9400
2.20	7.1300	91.7300	-14.7800	2.66	4.3800	11.7400	10.9400
2.21	7.0800	101.5500	-9.3100	2.67	5.1200	17.4600	10.4600
2.22	7.5100	89.2400	-9.2100	2.68	5.3600	16.4900	11.3300
2.23	7.4800	92.7300	-9.0200	2.69	5.1000	26.1800	11.8100
2.24	8.0200	91.8500	-8.4500	2.70	5.1700	32.7300	12.0000
2.25	8.3200	81.0600	-8.0600	2.71	5.1500	48.9300	12.0900
2.26	7.4500	85.9700	-6.8200	2.72	4.4600	33.6700	12.2900
2.27	9.0600	40.1200	-6.4300	2.73	4.1300	35.7800	12.1900
2.28	6.5100	25.9600	-6.7200	2.74	4.5000	39.0500	12.4800
2.29	5.7100	23.8500	-4.2200	2.75	3.8100	28.3800	11.3300

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
2.76	4.1400	30.3300	12.7700	3.22	10.2200	23.5400	19.8700
2.77	4.8500	36.0300	12.5700	3.23	10.6500	25.8000	19.9700
2.78	5.1000	34.1700	13.0500	3.24	11.8100	21.2700	19.5800
2.79	5.1000	31.3700	13.3400	3.25	11.4900	29.8000	19.6800
2.80	4.2600	27.4400	13.3400	3.26	11.1900	28.0700	19.5800
2.81	4.1100	34.6500	13.2500	3.27	5.0000	22.4400	19.4900
2.82	3.7800	43.6800	13.6300	3.28	4.3600	85.4000	19.0100
2.83	3.9900	35.8100	12.9600	3.29	4.5700	92.2300	19.2900
2.84	4.1000	44.7200	14.4900	3.30	5.1400	84.0500	19.4900
2.85	4.1800	37.5400	14.0100	3.31	5.8300	48.5900	19.2900
2.86	4.6000	20.8000	14.6900	3.32	5.8900	60.2900	19.6800
2.87	4.9700	19.9500	15.0700	3.33	6.0700	76.6500	19.7700
2.88	6.0300	22.4400	14.9700	3.34	6.3900	79.3000	20.1600
2.89	5.3200	15.0700	14.8800	3.35	6.7600	71.6200	19.7700
2.90	5.5900	19.1600	15.3600	3.36	6.2500	72.7200	19.9700
2.91	6.1700	18.7500	15.6500	3.37	6.0700	87.2300	20.3500
2.92	6.1700	18.7500	15.6500	3.38	6.1800	85.2100	20.1600
2.93	6.1700	18.7500	15.6500	3.39	5.5600	68.1900	19.7700
2.94	6.4300	21.7400	16.3200	3.40	4.4000	70.6400	19.8700
2.95	6.7300	47.9200	16.3200	3.41	4.5200	70.9900	20.3500
2.96	5.8300	53.1500	16.4100	3.42	4.5900	27.2200	20.6400
2.97	3.8400	43.3300	16.2200	3.43	4.2100	31.9700	20.8300
2.98	3.8300	39.6500	16.4100	3.44	4.4200	34.8700	20.8300
2.99	4.6500	41.7300	16.1300	3.45	4.0300	31.3700	20.6400
3.00	4.2800	62.4600	16.5100	3.46	3.7200	32.0300	20.7300
3.01	4.4600	61.8300	16.6100	3.47	3.7800	42.9200	20.6400
3.02	5.4500	82.3500	16.8900	3.48	3.7000	40.5900	20.7300
3.03	3.1400	69.0400	16.7000	3.49	3.7900	39.4900	21.0200
3.04	3.6500	63.8500	16.9900	3.50	3.8700	39.8100	20.5400
3.05	4.1600	81.6900	17.1800	3.51	3.6800	41.1900	21.1200
3.06	4.0800	75.0800	17.1800	3.52	3.4200	37.0700	21.1200
3.07	5.1000	65.6700	17.4700	3.53	3.7900	31.9400	21.4100
3.08	5.5800	59.8200	17.4700	3.54	4.3100	17.1500	21.5000
3.09	5.7100	52.0800	17.4700	3.55	4.1500	13.4400	21.5000
3.10	5.1000	46.2300	17.2800	3.56	3.4700	16.2700	21.6000
3.11	4.9800	47.4800	17.5700	3.57	3.9800	19.3800	21.6900
3.12	4.1000	10.3500	17.2800	3.58	4.1500	20.3600	21.9800
3.13	2.9400	22.9700	17.7600	3.59	4.1200	14.5400	21.7900
3.14	4.2200	16.8000	18.1400	3.60	4.2800	27.2200	22.0800
3.15	4.6700	15.8900	18.2400	3.61	4.3900	14.2500	21.8900
3.16	3.9800	13.1200	17.6600	3.62	4.0300	9.1600	21.8900
3.17	4.5800	13.9400	18.0500	3.63	4.1100	14.7900	22.1700
3.18	4.8400	15.3900	18.2400	3.64	4.0600	19.8900	22.0800
3.19	6.9300	18.6000	18.3300	3.65	3.6600	19.1600	22.2700
3.20	7.6100	25.4900	18.1400	3.66	3.5900	20.6100	22.2700
3.21	8.5800	20.9900	18.0500	3.67	2.3500	7.3000	22.0800

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>l</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
3.68	3.2000	4.2200	21.1200	4.14	4.8000	65.5100	26.2000
3.69	3.1200	4.0000	20.2500	4.15	4.8500	67.4300	26.3000
3.70	3.2500	4.9100	22.3700	4.16	4.6000	62.4900	26.4000
3.71	3.3200	6.1000	22.5600	4.17	4.2800	56.1700	26.3000
3.72	3.6400	7.4300	22.3700	4.18	4.2000	54.0600	26.1100
3.73	3.6500	8.1200	22.6500	4.19	3.9700	57.9300	24.0900
3.74	3.5300	7.9600	22.6500	4.20	3.7600	75.6500	24.4800
3.75	2.1500	12.9600	21.4100	4.21	3.8500	72.4400	24.4800
3.76	2.0300	12.9000	21.5000	4.22	3.9000	72.5600	24.5700
3.77	2.3900	13.8800	23.3300	4.23	3.9600	74.2600	24.7600
3.78	2.3300	12.1500	23.3300	4.24	3.9700	55.2900	25.1500
3.79	2.1500	12.3400	22.9400	4.25	4.0300	52.1700	25.2400
3.80	1.9000	12.3400	23.9000	4.26	4.1800	49.6900	25.5300
3.81	1.5300	20.8900	23.6100	4.27	4.2400	50.0000	25.6300
3.82	1.5400	16.3000	23.8000	4.28	4.4200	45.2500	25.8200
3.83	1.4900	17.0600	24.0000	4.29	4.5700	41.1600	26.0100
3.84	1.5500	16.0500	23.8000	4.30	4.8100	40.8800	26.1100
3.85	1.6000	17.7500	24.0900	4.31	4.9300	39.6800	26.2000
3.86	1.4200	16.2100	24.0900	4.32	5.1800	31.1800	26.3000
3.87	1.3600	15.0700	24.0000	4.33	5.3000	32.1000	26.4900
3.88	1.3800	12.8700	24.0900	4.34	5.3900	22.2500	26.4900
3.89	1.0900	13.6300	24.0900	4.35	5.5500	22.4400	26.6800
3.90	1.0900	13.0600	24.3800	4.36	5.6000	22.5300	26.7800
3.91	1.1400	7.5200	24.6700	4.37	5.6500	22.8100	26.7800
3.92	1.1400	7.5200	24.6700	4.38	5.6700	23.0000	26.7800
3.93	1.1400	7.5200	24.6700	4.39	5.7400	23.6900	26.8800
3.94	1.0000	5.8200	25.4400	4.40	5.7800	24.1700	26.8800
3.95	0.9100	6.0100	25.3400	4.41	5.8100	24.6100	26.9700
3.96	0.8800	10.2600	25.9200	4.42	5.9300	25.5500	27.0700
3.97	0.9800	10.2300	25.9200	4.43	6.0000	26.1500	27.1600
3.98	1.4900	8.9400	25.8200	4.44	6.1800	26.8700	27.3600
3.99	1.8000	9.2200	25.6300	4.45	6.2800	27.2500	27.4500
4.00	2.2300	9.5300	25.0500	4.46	6.5100	28.3800	27.6400
4.01	2.5100	9.6600	24.0000	4.47	6.6000	28.4100	27.7400
4.02	2.9800	9.9400	21.2100	4.48	6.7200	28.7600	27.8400
4.03	3.0000	9.6000	21.2100	4.49	6.7500	29.0400	27.9300
4.04	3.3500	8.0600	21.4100	4.50	6.7600	29.5200	27.9300
4.05	4.2900	10.6400	22.3700	4.51	6.7600	30.8400	28.0300
4.06	4.4800	8.0200	22.5600	4.52	6.7500	31.2800	28.0300
4.07	6.5100	9.7900	23.7100	4.53	6.7700	31.7200	28.1200
4.08	6.0500	12.2700	24.5700	4.54	6.7900	32.2500	28.1200
4.09	6.1900	48.9300	26.1100	4.55	6.8500	33.2600	28.3200
4.10	6.4900	54.6000	26.7800	4.56	6.8900	33.4200	28.3200
4.11	7.9300	37.3800	27.2600	4.57	6.9900	35.5000	28.5100
4.12	7.7500	38.6700	27.0700	4.58	7.0400	35.8700	28.5100
4.13	4.1400	41.4100	25.9200	4.59	7.1300	37.9500	28.6000

**LETTURE DI CAMPAGNA**

Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)	Profondità (m)	q <sub>c</sub> (MPa)	R <sub>I</sub> (kPa)	u <sub>2</sub> (kPa)
4.60	7.2600	39.9600	28.8000	5.06			
4.61	7.3200	40.3400	28.8000	5.07			
4.62	7.4000	38.3900	28.8900	5.08			
4.63	7.4300	38.0100	28.9900	5.09			
4.64	7.5000	38.1700	29.0800	5.10			
4.65	7.5100	38.8600	29.1800	5.11			
4.66	7.4800	37.9200	29.2800	5.12			
4.67	7.4100	37.8200	29.1800	5.13			
4.68	7.2800	38.5800	29.1800	5.14			
4.69	7.2100	39.1800	29.1800	5.15			
4.70	7.0700	40.3400	29.1800	5.16			
4.71	7.0100	42.0400	29.1800	5.17			
4.72	6.8800	43.4600	29.1800	5.18			
4.73	6.8500	43.9900	29.2800	5.19			
4.74	6.8300	44.0200	29.2800	5.20			
4.75	6.9000	43.7100	29.4700	5.21			
4.76	6.9500	43.5800	29.5600	5.22			
4.77	7.0100	43.3300	29.5600	5.23			
4.78	7.0900	43.4200	29.6600	5.24			
4.79	7.0600	43.6100	29.6600	5.25			
4.80	6.9700	43.2700	29.7600	5.26			
4.81	6.9000	43.3000	29.7600	5.27			
4.82	6.7200	42.7600	29.6600	5.28			
4.83	6.6400	42.6700	29.6600	5.29			
4.84	6.5600	42.2300	29.6600	5.30			
4.85	6.4200	41.7300	29.6600	5.31			
4.86	6.3600	41.7900	29.6600	5.32			
4.87	6.2200	40.9700	29.6600	5.33			
4.88	6.1500	41.4700	29.6600	5.34			
4.89	6.0000	41.5400	29.6600	5.35			
4.90	5.9500	41.0600	29.6600	5.36			
4.91	5.8600	40.4000	29.7600	5.37			
4.92				5.38			
4.93				5.39			
4.94				5.40			
4.95				5.41			
4.96				5.42			
4.97				5.43			
4.98				5.44			
4.99				5.45			
5.00				5.46			
5.01				5.47			
5.02				5.48			
5.03				5.49			
5.04				5.50			
5.05				5.51			

Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa
	ic < 1.31	7	Sabbia ghiaiosa
	1.31 < ic < 2.05	6	Sabbia
	2.05 < ic < 2.60	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa
	2.60 < ic < 2.95	4	Argilla limosa - Limo argilloso
	2.95 < ic < 3.60	3	Argilla
ic > 3.60	2	Suolo organico - Torba	
-	1	Terreni fini sensitivi	

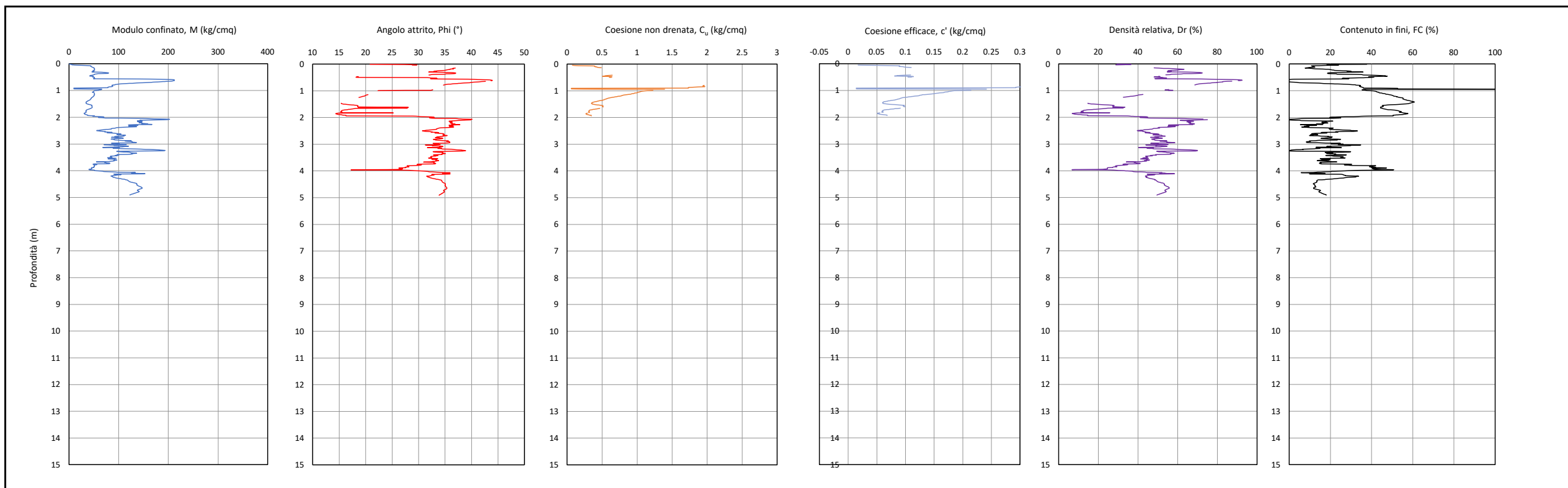
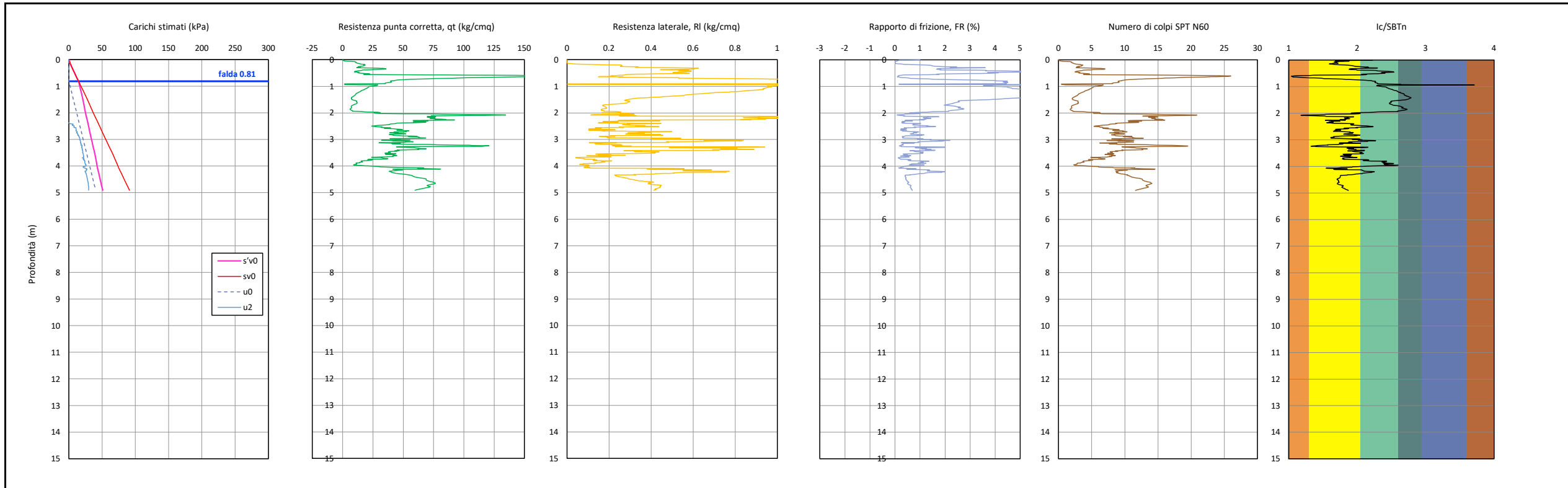
Soil  
Behaviour  
Type  
(SBTn)

<b>data esecuzione</b>	16.04.2021	<b>certificato n°</b>	CPTU 2-160421	<b>falda</b>	0.81	
<b>richiedente</b>	STUDIO RAMO	<b>committente</b>	Mutley srl			
<b>indirizzo cantiere</b>	via Unità d'Italia	<b>prova n.</b>	2	<b>lat.</b>	43°57,324"N	
<b>note</b>	Foro non attrezzato con piezometro				<b>long.</b>	10°11,896"E
<b>località</b>	ex area "La Canniccia"	<b>comune</b>	Pietrasanta	<b>provincia</b>	Lucca	
<b>quota inizio</b>	piano campagna	<b>profondità prova</b>	4.91			
<b>riferimento</b>	Intervento di riqualificazione					

**G&Geo Studio Geologi Associati**  
Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14  
55045 Pietrasanta (LU)  
Part. IVA 02378660464  
T-F (+39) 0584.1848216  
C 335.6090871 349.5926076  
info@ggegeo.it



lc Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati	Soil Behaviour Type (SBTn)	<b>data esecuzione</b>	16.04.2021	<b>certificato n°</b>	CPTU 2-160421	<b>falda</b>	0.81				
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa		<b>richiedente</b>	STUDIO RAMO	<b>committente</b>	Mutley srl	<b>lat.</b>	43°57,324"N				
	lc < 1.31	7	Sabbia ghiaiosa		<b>indirizzo cantiere</b>	via Unità d'Italia	<b>prova n.</b>	2	<b>long.</b>	10°11.896"E				
	1.31 < lc < 2.05	6	Sabbia		<b>note</b>	Foro non attrezzato con piezometro			<b>località</b>	ex area "La Cannaia"	<b>comune</b>	Pietrasanta	<b>provincia</b>	Lucca
	2.05 < lc < 2.60	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa		<b>quota inizio</b>	piano campagna		<b>profondità prova</b>	4.91					
	2.60 < lc < 2.95	4	Argilla limosa - Limo argilloso		<b>referimento</b>	Intervento di riqualificazione								
	2.95 < lc < 3.60	3	Argilla											
	lc > 3.60	2	Suolo organico - Torba											
	-	1	Terreni fini sensitivi											

**G&Geo Studio Geologi Associati**  
Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14  
55045 Pietrasanta (LU)  
Part. IVA 02378660464  
T+F (+39) 0584.1848216  
C 335.6090871 349.5926076  
info@gegeo.it

Profondità	Resistenza punta corretta qt	Resistenza laterale RI	Rapporto Begemann Qu/RI	Rapporto di frizione FR	Peso di volume $\gamma_{tot}$		Modulo confinato M		Modulo elastico E		Coesione non drenata Cu		Coesione efficace c'		Rapporto sovraconsolidazione OCR	Angolo attrito $\phi$	Densità relativa DR	Velocità onde di taglio Vs	Contenuto in fini FC	Permeabilità k	n° colpi SPT N60	lc	Classificazioni e SBTn
					(kN/m <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>3</sup> )	(MPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )									
0.10	10.60	0.00	10399.64	0.01	13.73	1400.05	4.30	43.87	2.34	23.86	38.71	0.39	8.74	0.09	226.93	36	63	56.75	12.03	5.56E-05	2	1.71	
0.20	18.75	0.26	73.50	1.36	17.85	1820.09	5.00	50.96	4.14	42.19						32	56	132.48	19.05	1.56E-05	4	1.89	6
0.30	11.62	0.42	27.72	3.61	18.43	1879.31	4.51	46.01	2.56	26.14						32	55	135.27	35.85	9.45E-07	3	2.29	5
0.40	15.90	0.58	27.40	3.65	19.01	1937.95	5.01	51.11	3.51	35.79						32	56	150.17	35.34	1.02E-06	4	2.28	5
0.50	13.15	0.52	25.39	3.94	18.83	1919.68	4.76	48.57	2.90	29.59	61.73	0.63	10.79	0.11	45.29	18	49	144.75	40.13	5.00E-07	3	2.39	4
0.60	160.71	0.23	698.61	0.14	18.52	1888.53	20.73	211.36	35.46	361.61						44	91	211.01	0.00	4.72E-03	24	1.08	7
0.70	91.28	0.59	154.84	0.65	19.64	2002.43	16.26	165.81	20.14	205.38						40	80	202.97	5.02	2.11E-04	16	1.52	6
0.80	39.89	1.77	22.55	4.44	20.88	2129.57	8.56	87.25	8.80	89.74	191.96	1.96	32.41	0.33	81.89			204.73	34.33	1.20E-06	9	2.26	9
0.90	35.30	1.57	22.49	4.45	20.70	2111.10	7.69	78.39	4.45	79.42	169.99	1.73	28.70	0.29	66.79			198.44	36.05	9.15E-07	8	2.30	9
1.00	23.95	0.96	25.02	4.00	19.93	2032.71	5.41	55.15	5.28	53.89	112.44	1.15	19.53	0.20	42.91	22	55	175.66	39.12	5.78E-07	6	2.37	4
1.10	18.94	0.94	20.21	4.95	19.85	2023.95	4.99	50.85	4.18	42.63	93.75	0.96	15.47	0.16	31.86			170.16	45.39	2.37E-07	5	2.49	9
1.20	14.66	0.81	18.11	5.52	19.59	1997.10	4.93	50.29	3.23	32.98	74.72	0.76	11.98	0.12	23.21	20	38	161.26	50.70	1.14E-07	4	2.60	4
1.30	10.88	0.60	18.03	5.55	19.11	1948.79	4.36	44.50			55.44	0.57	8.89	0.09	16.26			148.37	55.30	6.17E-08	3	2.68	3
1.40	8.23	0.45	18.32	5.46	18.64	1900.65	3.67	37.46			41.59	0.42	6.72	0.07	11.63			136.40	59.67	3.48E-08	2	2.77	3
1.50	7.82	0.29	26.94	3.71	18.05	1840.22	3.55	36.16			35.77	0.36	6.38	0.07	10.57	16	17	126.15	55.80	5.77E-08	2	2.69	4
1.60	11.70	0.29	40.27	2.48	18.18	1853.62	4.53	46.16	2.58	26.32	49.79	0.51	9.54	0.10	15.36	19	27	133.94	45.31	2.40E-07	3	2.49	4
1.70	8.92	0.18	50.83	1.97	17.43	1776.96	3.88	39.52	1.97	20.07	36.57	0.37	7.27	0.07	11.18	17	18	118.59	47.17	1.85E-07	2	2.53	4
1.80	7.39	0.19	39.66	2.52	17.46	1780.25	3.40	34.72			31.26	0.32	6.01	0.06	8.87	16	12	116.54	53.48	7.86E-08	2	2.65	4
1.90	7.19	0.17	43.25	2.31	17.30	1764.44	3.34	34.02			29.93	0.31	5.84	0.06	8.33	15	11	113.91	53.40	7.95E-08	2	2.65	4
2.00	30.84	0.18	175.40	0.57	17.83	1818.02	6.81	69.47	6.80	69.38						33	44	145.25	19.68	1.40E-05	6	1.91	6
2.10	107.11	0.33	329.49	0.30	19.04	1941.73	17.88	182.32	23.63	241.00						39	72	200.94	0.87	4.79E-04	18	1.41	6
2.20	72.67	0.94	77.69	1.29	20.35	2075.48	13.90	141.78	16.04	163.52						36	65	210.14	17.57	2.03E-05	14	1.86	6
2.30	63.42	0.44	143.73	0.70	19.31	1968.75	12.55	127.95	13.99	142.69						36	59	186.99	13.34	4.36E-05	12	1.75	6
2.40	43.85	0.45	98.11	1.02	19.22	1959.70	9.28	94.67	9.68	98.66						34	51	175.81	21.30	1.05E-05	9	1.95	6
2.50	24.08	0.35	68.97	1.45	18.71	1907.82	5.44	55.43	5.31	54.18						31	40	154.91	32.52	1.61E-06	5	2.22	5
2.60	41.73	0.12	356.16	0.28	17.41	1775.53	8.90	90.73	9.21	93.89						34	46	146.55	12.64	4.97E-05	8	1.73	6
2.70	52.75	0.33	158.04	0.63	18.90	1927.06	10.84	110.49	11.64	118.68						35	53	175.30	15.43	2.98E-05	10	1.80	6
2.80	43.47	0.28	155.35	0.64	18.61	1897.39	9.21	93.97	9.59	97.80						34	48	165.76	18.16	1.83E-05	8	1.87	6
2.90	57.04	0.20	291.92	0.34	18.21	1857.01	11.54	117.71	12.58	128.33						35	53	166.80	10.34	7.62E-05	10	1.67	6
3.00	43.68	0.64	68.58	1.46	19.73	2011.47	9.25	94.36	9.64	98.28						33	50	185.29	26.24	4.52E-06	9	2.07	5
3.10	52.04	0.47	110.40	0.91	19.38	1976.07	10.72	109.28	11.48	117.10						34	52	183.51	19.54	1.43E-05	10	1.91	6
3.20	77.64	0.26	298.70	0.33	18.70	1907.20	14.58	148.68	17.13	174.69						37	59	184.40	6.83	1.48E-04	14	1.57	6
3.30	52.46	0.86	61.20	1.63	20.20	2059.29	10.79	109.99	11.57	118.02						34	53	198.89	25.91	4.79E-06	11	2.06	5
3.40	44.91	0.72	62.35	1.60	19.92	2031.05	9.47	96.62	9.91	101.05						33	49	189.92	27.79	3.49E-06	10	2.11	5
3.50	39.51	0.41	97.32	1.03	19.11	1948.77	8.49	86.53	8.72	88.89						32	45	172.59	25.00	5.58E-06	8	2.04	6
3.60	43.69	0.28	157.41	0.64	18.63	1900.12	9.26	94.38	9.64	98.30						33	46	167.10	19.54	1.43E-05	9	1.91	6
3.70	33.19	0.05	662.87	0.15	16.25	1656.87	7.28	74.21	7.32	74.67						33	39	126.56	15.16	3.13E-05	6	1.79	6
3.80	19.43	0.13	154.38	0.65	17.33	1767.17	4.95	50.51	4.29	43.71						29	31	130.76	31.61	1.86E-06	4	2.20	5
3.90	11.17	0.13	83.85	1.19	17.24	1758.18	4.42	45.10	2.46	25.13						26	25	120.67	46.86	1.93E-07	3	2.52	5
4.00	22.79	0.10	234.55	0.43	17.04	1737.41	5.17	52.67	5.03	51.28						30	33	129.59	26.48	4.34E-06	5	2.08	6
4.10	66.24	0.56	118.97	0.84	19.72	2010.48	12.97	132.30	14.62	149.03						35	55	197.06	17.39	2.10E-05	13	1.85	6
4.20	38.39	0.77	49.77	2.01	19.99	2038.69	8.28	84.40	8.47	86.39						32	44	188.37	33.78	1.31E-06	9	2.25	5
4.30	49.10	0.42	117.80	0.85	19.24	1962.17	10.21	104.15	10.83	110.48						33	47	180.67	21.63	9.94E-06	10	1.96	6
4.40	59.00	0.25	239.37	0.42	18.59	1896.04	11.86	120.92	13.02	132.74						34	50	175.06	13.46	4.27E-05	11	1.75	6
4.50	68.99	0.30	229.20	0.44	18.91	1928.68	13.38	136.43	15.22	155.23						35	53	185.01	11.86	5.74E-05	13	1.71	6
4.60	74.09	0.41	181.83	0.55	19.35	1972.78	14.10	143.78	16.35	166.71						35	55	194.60	12.90	4.73E-05	14	1.74	6
4.70	72.16	0.41	175.41	0.57	19.35	1973.57	13.83	141.03	15.92	162.35						35	54	193.97	13.68	4.10E-05	13	1.76	6
4.80	71.14	0.44	161.23	0.62	19.45	1983.06	13.69	139.57	15.70	160.06						35	54	195.21	14.72	3.39E-05	13	1.78	6
4.90	60.74	0.42	145.06	0.69	19.33	1971.27	12.13	123.72	13.40	136.66						34	50	188.52	17.85	1.93E-05	12	1.86	6





COMUNE DI PIETRASANTA (LU)

-----

**PROVE PENETROMETRICHE SUPER-PESANTI (DPSH)**



RAPPORTO DI INDAGINE

-----

COMMITTENTE: MUTLEY SRL

APRILE 2021

Via Unità d'Italia - Pietrasanta

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14  
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: [info@gegeo.it](mailto:info@gegeo.it)

Web: [www.gegeo.it](http://www.gegeo.it)



SOMMARIO

1 - PREMESSA .....	3
2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE PESANTI (DPSH) .....	3
3 - CONCLUSIONI .....	6

*INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO*

<i>Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-1 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-2 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-3 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 5 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-4 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>6</i>

*ALLEGATI FUORI TESTO*

<i><u>AII. 1 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI PRINCIPALI</u></i>	
<i><u>AII. 2 - ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER-PESANTI (DPSH)</u></i>	

## 1 - PREMESSA

La presente relazione sintetizza ed illustra i risultati di n. 4 indagini geognostiche in situ finalizzate alla caratterizzazione del terreno, effettuate in provincia di Lucca nel territorio comunale di Pietrasanta ed in particolare in via Unità d'Italia (Figura 1).

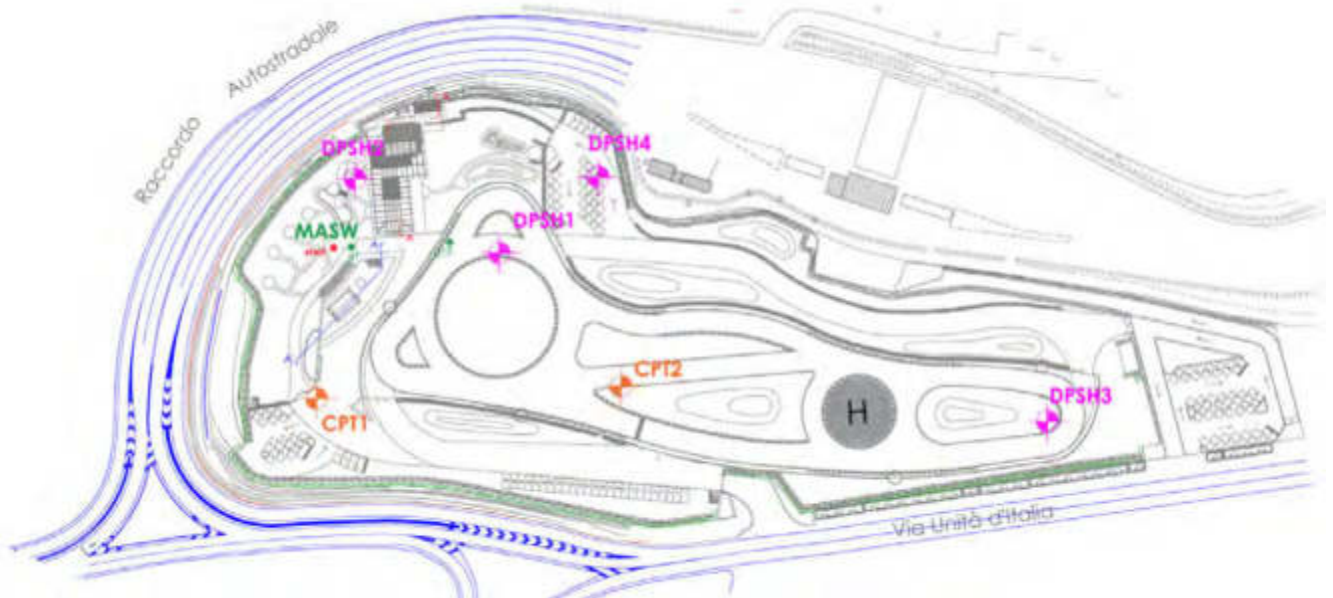


Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

In particolare, nell'area oggetto di studio sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 4 Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH).

## 2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE SUPER-PESANTI (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. Nel caso in esame le prove sono state eseguite con penetrometro statico-dinamico PAGANI TG 63-200, impiegato in configurazione dinamica e punta conica, con le seguenti caratteristiche:

- Peso della massa battente 63.5 kg
- Altezza di caduta libera 75 cm
- Avanzamento della punta 20 cm

Punta conica

- Angolo al vertice 60°
- Diametro 50.50 mm

- Sezione 20.00 cm<sup>2</sup>
- Aste di infissione
- Diametro 32 mm
  - Lunghezza 100 mm
  - Peso per metro 8 kg

Negli allegati fuori testo (tabelle e diagrammi delle prove) sono riportati i valori del numero di colpi (N) necessari all'infissione di 20 cm dello strumento nel terreno in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione, secondo alcune formule di correlazione di letteratura specialistica (riportate in allegato).



**Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-1 ESEGUITA SUL SITO**



**Figura 3 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-2 ESEGUITA SUL SITO**



*Figura 4 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-3 ESEGUITA SUL SITO*



*Figura 5 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH-4 ESEGUITA SUL SITO*

Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da coefficienti correttivi (che nel caso specifico risulta pari a  $\beta_t = 1.488$ ) basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento).

Con questa tipologia di prova penetrometrica non è possibile tuttavia ricavare informazioni dettagliate sulle caratteristiche granulometriche (ghiaie, sabbie, limi, argille).

### 3 - CONCLUSIONI

Le prove penetrometriche hanno permesso di ricavare i principali parametri geomeccanici del terreno investigato.

A seguire si riporta una tabella di sintesi delle specifiche tecniche della prova eseguita:

Prova n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate geografiche WGS84	
					X	Y
1	16.04.2021	DPSH 1-160421	15.00	1.14	E10°11.913'	N43°57.359'
2	16.04.2021	DPSH 2-160421	15.00	0.30	E10°11.910'	N43°57.384'
3	16.04.2021	DPSH 3-160421	5.20	NR	E10°11.947'	N43°57.256'
4	16.04.2021	DPSH 4-160421	5.20	0.35	E10°11.943'	N43°57.348'

Visto che la maggior parte dei diagrammi penetrometrici è caratterizzato dalla presenza di “picchi” dovuti a contingenze locali che falsano in eccesso il valore di N misurato, nell’elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una funzione di smussamento dei picchi (filtering), come quella proposta da Crespellani & Loi.

È stata rilevata la presenza di falda acquifera durante l’esecuzione delle prove, ad eccezione della prova DPSH-3. Per le altre i valori sono compresi tra 0.30 m e 1.14 m dal piano di campagna.

L’analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del “geologo/ingegnere” responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in merito all’elaborazione della prova penetrometrica (suddivisioni parametri geomeccanici del terreno), si devono intendere come pura e semplice interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sull’indagine svolta si rimanda al relativo allegato fuori testo.

Pietrasanta, 16/04/2021

**Dott. Michele Giovannetti - Geologo**

**ALLEGATI FUORI TESTO**

**AII. 1 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI  
GEOTECNICI PRINCIPALI**

Angolo di attrito  $\phi$  (°)

**Hatanaka - Uchida, 1996**

$$\phi = 20 + (15.4 \cdot N_{1,60})^{0.5}$$

**Shioi - Fukuni - Japanese National Railway, 1982**

$$\phi = 0.3 \cdot N_{SPT} + 27$$

**Shioi - Fukuni – Road Bridge Specification, 1982**

$$\phi = (15 \cdot N_{SPT})^{0.5} + 15$$

**Kishida, 1967**

$$\phi = (20 \cdot N_{SPT})^{0.5} + 15$$

**Wolff, 1989**

$$\phi = 27.1 + 0.3 \cdot N_{1,60} - 0.00054 \cdot N_{1,60}^2$$

**Meyerhof, 1956**

$$\phi = 19.8 + 4.8 \cdot LN(N_{SPT})$$

**De Mello, 1971**

$$\phi = 19 - 0.38\sigma_{v0} + 8.73 \cdot LOG(N_{SPT})$$

**Sowers, 1961**

$$\phi = 28 + 0.28 \cdot N_{SPT}$$

**Malcev, 1964**

$$\phi = 20 - 5 \cdot LOG(\sigma_{v0}) + 3.73 \cdot LOG(N_{SPT})$$

**Peck - Hanson - Thornburn, 1956**

$$\phi = 0.28 \cdot N_{SPT} + 27.2$$

**JRA, 1996**

$$\phi = 15 + (15 \cdot N_{1,60})^{0.5}$$

**Kulhawy - Mayne, 1990**

$$\phi = 54 - 27.6034 \cdot e^{-0.014 \cdot N_{SPT}}$$

**Parry, 1971**

$$\phi = 26.9 + 0.77 \cdot (N_{SPT}/\sigma'_{v0})^{0.5}$$

**Muromachi, 1974**

$$\phi = 20 + (3.5 \cdot N_{SPT})^{0.5}$$

**Natarajan, 1977**

$$\phi = 28 + N_{SPT} \cdot \left( \frac{7}{10 \cdot \sigma'_{v0} + 7} \right)$$

**Dunham, 1954**

$$\phi = 25 + (12 \cdot N_{SPT})^{0.5}$$

Coesione non drenata  $C_u$  (kg/cmq)

**Terzaghi - Peck**

$$C_u = p_a \cdot 0.067 \cdot N_{SPT}$$

**DM-7 Design Manual for Soil Mechanics**

$$C_u = 0.067 \div 0.125 \cdot N_{SPT}$$

**Fletcher, 1965**



$$Cu = (0.1844 \cdot N_{SPT} - 0.00074 \cdot N_{SPT}^2)/2$$

**Schmertmann, 1975**

$$Cu = 0.0954 \cdot N_{SPT}^{1.01187}$$

**Schmertmann, 1975**

$$Cu = 0.0954 \cdot N_{SPT}^{1.01187}$$

**Shioi - Fukuni, 1982**

$$Cu = 0.05 \cdot N_{SPT}$$

**Amantia, 2017**

$$Cu = 0.07 \cdot N_{SPT} / \sqrt{\sigma_{v0} + 1}$$

**US Design, 1982**

$$Cu = 0.074 \cdot N_{SPT}$$

**Bruschi, 2004**

$$Cu = 0.0663 \cdot N_{60}$$

**Begemann, 1974**

$$Cu = (2.5 \cdot N_{SPT} - \sigma_{v0})/14$$

**De Beer, 1965**

$$Cu = 2.5 \cdot N_{SPT}/14$$

**Hara - Ohta - Niwa, 1974**

$$Cu = 0.2896 \cdot N_{60}^{0.72}$$

### Peso di volume $\gamma$ (kg/mc)

**Bruschi, 1980**

$$\gamma_{nat} = 98.1 \cdot (1.39 + 0.053 \cdot N_{60} - 0.0011 \cdot N_{60}^2 + 0.0000076 \cdot N_{60}^3)$$

**Bruschi, 2005**

$$\gamma_{nat} = 0.0011 \cdot N_{60}^3 - 0.0528 \cdot N_{60}^2 + 0.9464 \cdot N_{60} + 12.855$$

**Chagneau, 2001**

$$\gamma_{nat} = 1.27 \cdot LN(R_{pd}) + 14.63$$

**Relazione empirica terreni granulari**

$$\gamma_{nat} = -0.00008 \cdot N_{SPT}^2 + 0.0138 \cdot N_{SPT} + 1.3455$$

$$\gamma_{sat} = 0.000001 \cdot N_{SPT}^3 - 0.0002 \cdot N_{SPT}^2 + 0.0159 \cdot N_{SPT} + 1.7549$$

**Relazione empirica terreni coesivi**

$$\gamma_{nat} = 0.162 \cdot LN(N_{SPT}) + 1.6238$$

$$\gamma_{sat} = 0.2441 \cdot LN(N_{SPT}) + 1.5838$$

### Modulo elastico o di Young E (kg/cmq)

**D'Appolonia**

terreni granulari  $E = 375 + 10.63 \cdot N_{SPT}$

terreni granulari con fine  $E = 191 + 7.71 \cdot N_{SPT}$

**Stroud, 1989**

terreni granulari  $E = N_{60}^{0.78}$

**Jamiolkowski, 1988**

terreni granulari  $E = 10.5 - (3.5 \cdot \frac{Dr}{100}) \cdot N_{60}$

**Ohya, 1982**

terreni coesivi  $E = 1.92 \cdot N_{60}^{0.63}$

Modulo edometrico M (kg/cmq)

**D'Appolonia**

terreni granulari  $E = 375 + 10.63 \cdot N_{SPT}$

terreni granulari con fine  $E = 191 + 7.71 \cdot N_{SPT}$

**Stroud, 1989**

terreni granulari  $E = N_{60}^{0.78}$

**Jamiolkowski, 1988**

terreni granulari  $E = 10.5 - (3.5 \cdot \frac{Dr}{100}) \cdot N_{60}$

**Ohya, 1982**

terreni coesivi  $E = 1.92 \cdot N_{60}^{0.63}$

**Relazione empirica terreni granulari**

$$M = -0.0038 \cdot N_{SPT}^2 + 5.5968 \cdot N_{SPT} + 28.54$$

**Relazione empirica terreni coesivi**

$$M = 7.6202 \cdot N_{SPT} + 4.8518$$

Velocità delle onde sismiche di taglio Vs (m/s)

**Hanumantharao-Ramana**

$$Vs = 82.6 \cdot N_{SPT}^{0.43}$$

**Ohba-Toriumi, 1970**

$$Vs = 84 \cdot N_{SPT}^{0.31}$$

**Imai, 1977**

$$Vs = 91 \cdot N_{SPT}^{0.337}$$

**Iysian, 1996**

$$Vs = 51.5 \cdot N_{SPT}^{0.516}$$

**Imai-Tonouchi, 1982**

$$Vs = 96.9 \cdot N_{SPT}^{0.314}$$

**Imai, 1975**

$$Vs = 89.9 \cdot N_{SPT}^{0.341}$$

**Fujiwara, 1972**

$$Vs = 92.1 \cdot N_{SPT}^{0.337}$$

**Ohsaki-Iwasaki, 1973**

$$Vs = 81.4 \cdot N_{SPT}^{0.39}$$

**Ohta-Goto, 1978**

$$Vs = 85.35 \cdot N_{SPT}^{0.348}$$

**Imai-Yoshimura, 1975**

$$V_s = 76 \cdot N_{SPT}^{0.33}$$

**Jafari**

$$V_s = 121 \cdot N_{SPT}^{0.27}$$

**Seed-Idriss, 1985**

$$V_s = 61 \cdot N_{SPT}^{0.5}$$

**Athanasopoulos, 1985**

$$V_s = 107.6 \cdot N_{SPT}^{0.36}$$

**Hasancebi-Ulusay, 2006**

$$V_s = 90 \cdot N_{SPT}^{0.309}$$

**Uma-Maheswari**

$$V_s = 95.64 \cdot N_{SPT}^{0.301}$$

**Kirar-Maheswari**

$$V_s = 99.5 \cdot N_{SPT}^{0.345}$$

**Maibam**

$$V_s = 3.311 \cdot N_{SPT} + 160.5$$

**Jinan, 1987**

$$V_s = 116.1 \cdot (N_{SPT} + 160.5)^{0.202}$$

*AII. 2 - ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER-PESANTI  
(DPSH)*

**CERTIFICATO N°**

DPSH 1-160421

**DEL**

16.04.21

**INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH)***richiedente* 0.00*data esecuzione* 16.04.21*committente* 0.00*prova n.* 1*indirizzo cantiere* via Unità d'Italia*quota inizio* piano campagna*località* "Canniccia"*Coordinate GPS* 43°57.359'N 10°11.913'E*comune* Pietrasanta*profondità indagine* 15*provincia* Lucca*falda* 1.14**Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155**

Rif. Norme EN ISO 22476-2-2003/AGI 1977/ISSMFE 1988

M (peso massa battente)	63.5	kg
H (altezza caduta libera)	0.75	m
Ms (peso sistema di battuta)	0.63	kg
D (diametro punta conica)	50.5	mm
A (area base punta conica)	20	cm <sup>2</sup>
α (angolo apertura punta)	90	°
La (lunghezza aste)	1	m
Ma (peso asta x metro)	6.31	kg/m
P (peso singola asta)	6.31	kg
δ (avanzamento punta)	0.2	m
P1 (prof. giunzione prima asta)	0.4	m
N (numero di colpi punta)	N(20)	relativo ad un avanzamento di 20 cm
Rivestimento/Fanghi	NO	

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO  
(prova SPT \* Qspt = 7.83 kg/cm<sup>2</sup>)

$$Q = (MH/A\delta) = 11.66 \text{ kg/cm}^2$$

COEFF. TEORICO DI ENERGIA  
(teoricamente : Nspt = βN)

$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.488$$

**Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N)**

$$\text{FORMULA OLANDESE : } R_{pd} = M^2H / (Ae(M+P)) = M^2HN / (A\delta(M+P))$$

Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A)  
e = infissione per colpo = δ/NM = peso massa battente - altezza caduta H  
P = peso totale aste e sistema battuta**NOTE**

foro non attrezzato con piezometro

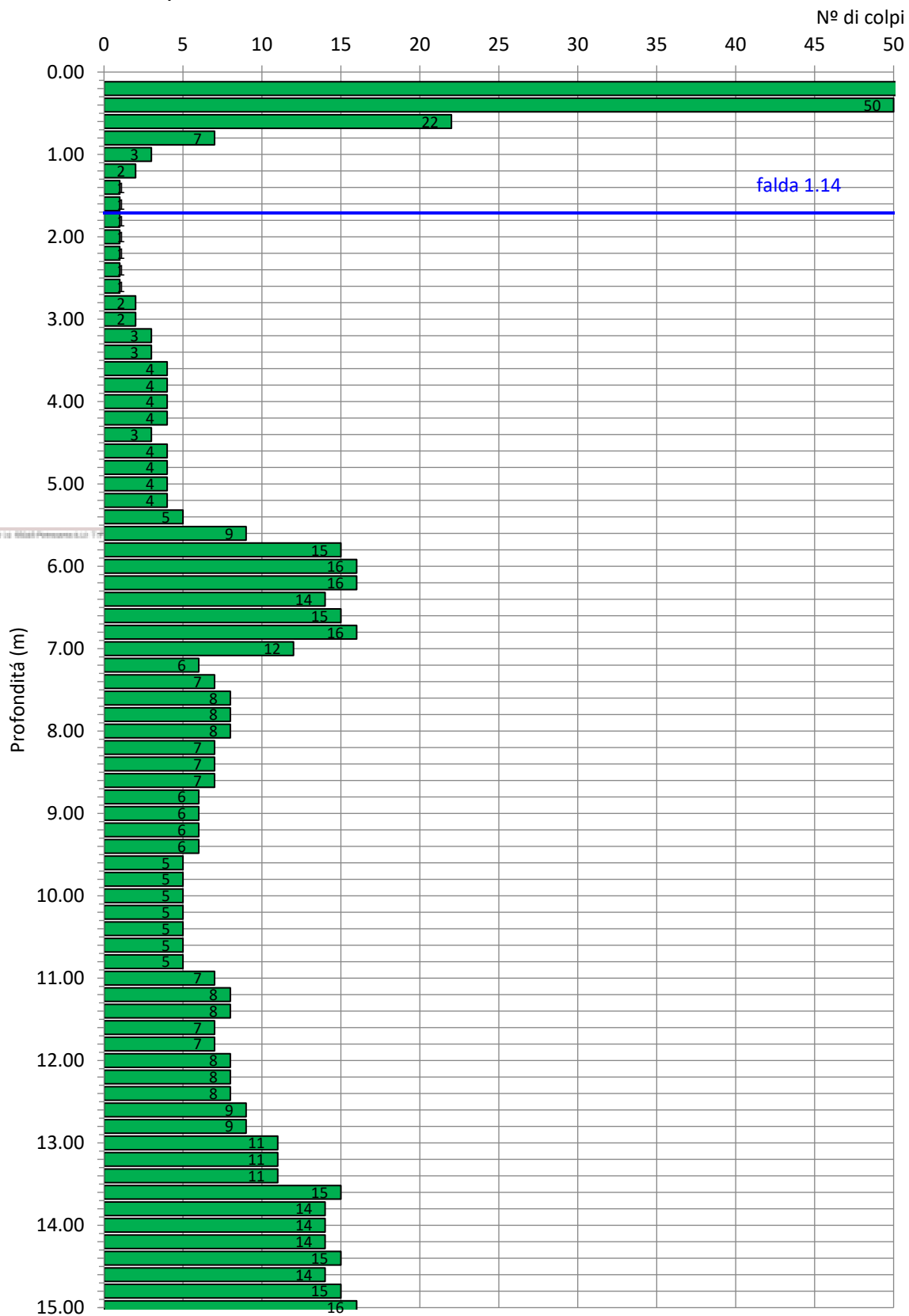
Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una funzione di smussamento (filtering) dei picchi (Crespellani-Loi)

E' stata inoltre applicata la correzione Nspt (Terzaghi-Peck 1948) se in presenza di falda

Profondità	N20	Nspt	Rpd	Profondità	N20	Nspt	Rpd
m	Nº	Nº	Kg/cmq	m	Nº	Nº	Kg/cmq
0.00	-	-	-	9.20	6	9	35.65
0.20	54	80	579.59	9.40	6	9	35.65
0.40	50	74	536.66	9.60	5	7	29.71
0.60	22	33	236.13	9.80	5	7	29.71
0.80	7	10	75.13	10.00	5	7	29.71
1.00	3	4	32.20	10.20	5	7	28.31
1.20	2	3	19.70	10.40	5	7	28.31
1.40	1	1	9.85	10.60	5	7	28.31
1.60	1	1	9.85	10.80	5	7	28.31
1.80	1	1	9.85	11.00	7	10	39.63
2.00	1	1	9.85	11.20	8	12	43.25
2.20	1	1	9.10	11.40	8	12	43.25
2.40	1	1	9.10	11.60	7	10	37.84
2.60	1	1	9.10	11.80	7	10	37.84
2.80	2	3	18.20	12.00	8	12	43.25
3.00	2	3	18.20	12.20	8	12	41.38
3.20	3	4	25.38	12.40	8	12	41.38
3.40	3	4	25.38	12.60	9	13	46.55
3.60	4	6	33.84	12.80	9	13	46.55
3.80	4	6	33.84	13.00	11	16	56.90
4.00	4	6	33.84	13.20	11	16	54.55
4.20	4	6	31.61	13.40	11	16	54.55
4.40	3	4	23.71	13.60	15	19	74.38
4.60	4	6	31.61	13.80	14	18	69.42
4.80	4	6	31.61	14.00	14	18	69.42
5.00	4	6	31.61	14.20	14	18	66.66
5.20	4	6	29.65	14.40	15	19	71.42
5.40	5	7	37.06	14.60	14	18	66.66
5.60	9	13	66.72	14.80	15	19	71.42
5.80	15	19	111.19	15.00	16	19	76.19
6.00	16	19	118.61	15.20			
6.20	16	19	111.70	15.40			
6.40	14	18	97.73	15.60			
6.60	15	19	104.72	15.80			
6.80	16	19	111.70	16.00			
7.00	12	16	83.77	16.20			
7.20	6	9	39.58	16.40			
7.40	7	10	46.18	16.60			
7.60	8	12	52.77	16.80			
7.80	8	12	52.77	17.00			
8.00	8	12	52.77	17.20			
8.20	7	10	43.77	17.40			
8.40	7	10	43.77	17.60			
8.60	7	10	43.77	17.80			
8.80	6	9	37.51	18.00			
9.00	6	9	37.51	18.20			

### Grafico profondità - N(20)

prova n. 1

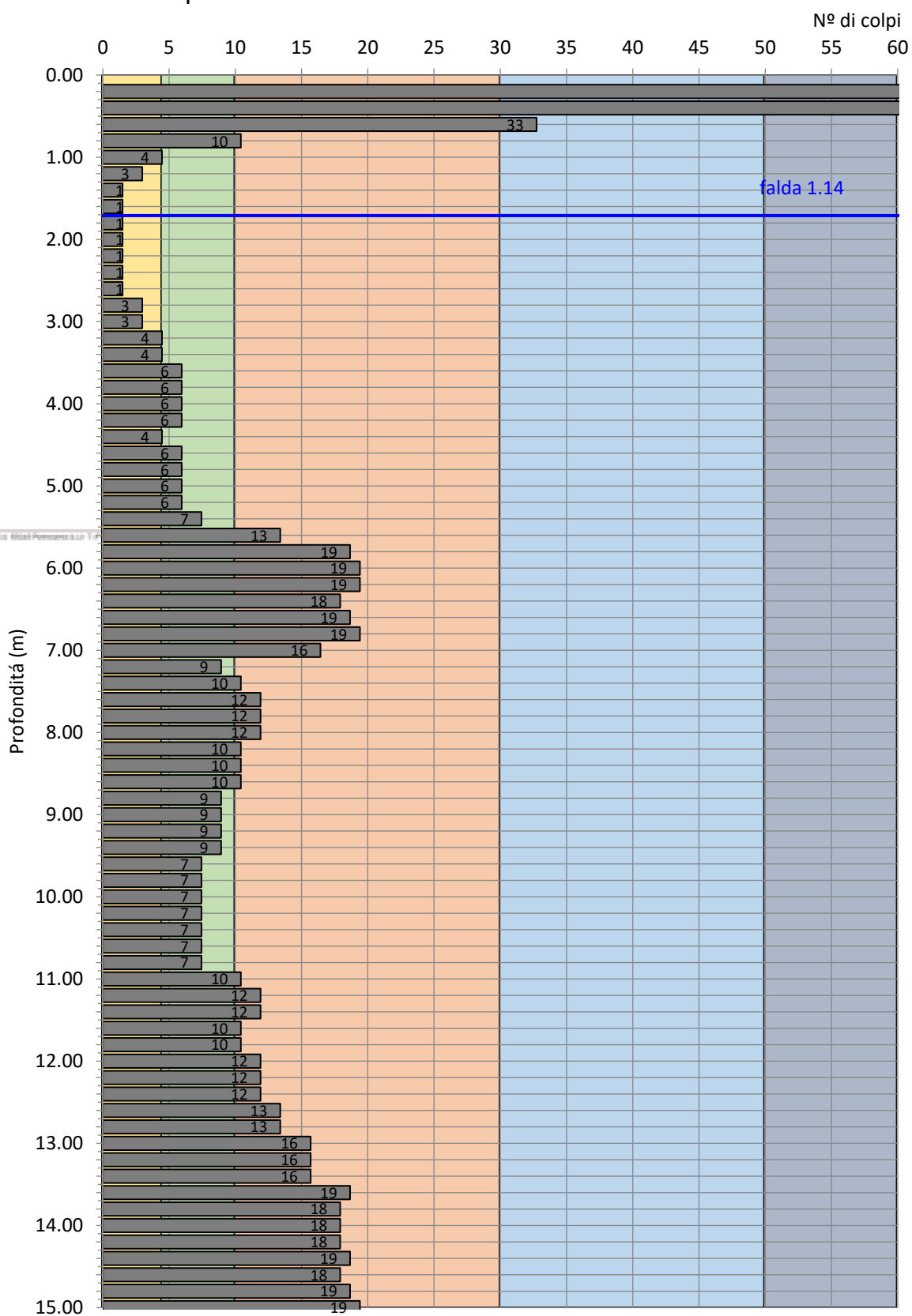






## Grafico profondità - Nspt

prova n. 1



CERTIFICATO N°

DPSH 2-160421

DEL

16.04.21

**INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH)**

richiedente 0.00

data esecuzione 16.04.21

committente 0.00

prova n. 2

indirizzo cantiere via Unità d'Italia

quota inizio piano campagna

località "Canniccia"

Coordinate GPS 43°57.384'N 10°11.910'E

comune Pietrasanta

profondità indagine 15

provincia Lucca

falda 0.30

**Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155**

Rif. Norme EN ISO 22476-2-2003/AGI 1977/ISSMFE 1988

M (peso massa battente)	63.5	kg
H (altezza caduta libera)	0.75	m
Ms (peso sistema di battuta)	0.63	kg
D (diametro punta conica)	50.5	mm
A (area base punta conica)	20	cm <sup>2</sup>
α (angolo apertura punta)	90	°
La (lunghezza aste)	1	m
Ma (peso asta x metro)	6.31	kg/m
P (peso singola asta)	6.31	kg
δ (avanzamento punta)	0.2	m
P1 (prof. giunzione prima asta)	0.4	m
N (numero di colpi punta)	N(20)	relativo ad un avanzamento di 20 cm
Rivestimento/Fanghi	NO	

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO  
(prova SPT \* Qspt = 7.83 kg/cm<sup>2</sup>)

$$Q = (MH/A\delta) = 11.66 \text{ kg/cm}^2$$

COEFF. TEORICO DI ENERGIA  
(teoricamente : Nspt = βN)

$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.488$$

**Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N)**

$$\text{FORMULA OLANDESE : } R_{pd} = M^2 H / (Ae(M+P)) = M^2 H N / (A\delta(M+P))$$

Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A)  
e = infissione per colpo = δ/NM = peso massa battente - altezza caduta H  
P = peso totale aste e sistema battuta**NOTE**

foro non attrezzato con piezometro

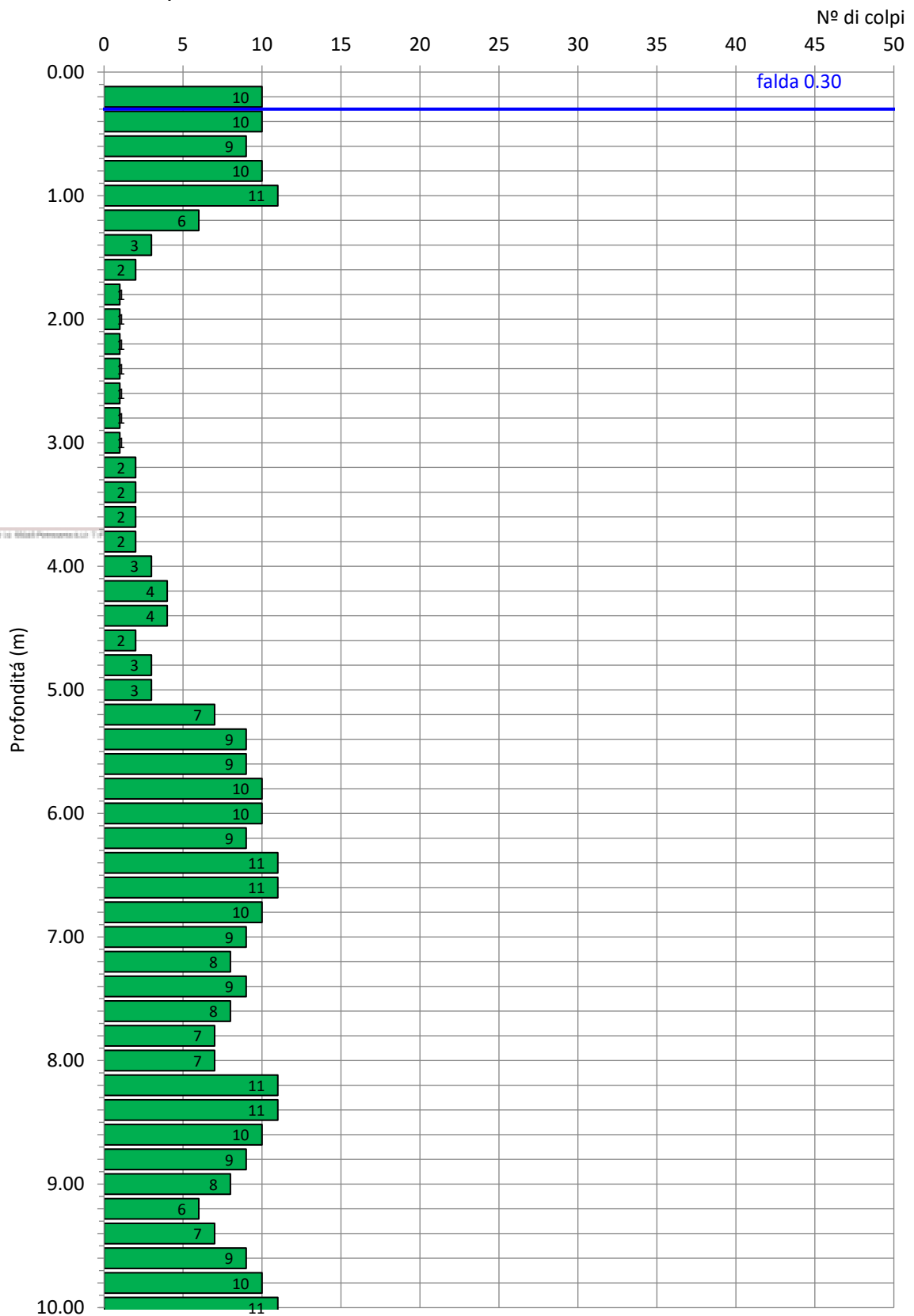
Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una funzione di smussamento (filtering) dei picchi (Crespellani-Loi)

E' stata inoltre applicata la correzione Nspt (Terzaghi-Peck 1948) se in presenza di falda

Profondità	N20	Nspt	Rpd	Profondità	N20	Nspt	Rpd
m	Nº	Nº	Kg/cmq	m	Nº	Nº	Kg/cmq
0.00	-	-	-	9.20	6	9	35.65
0.20	10	15	107.33	9.40	7	10	41.60
0.40	10	15	107.33	9.60	9	13	53.48
0.60	9	13	96.60	9.80	10	15	59.42
0.80	10	15	107.33	10.00	11	16	65.37
1.00	11	16	118.07	10.20	10	15	56.62
1.20	6	9	59.10	10.40	8	12	45.29
1.40	3	4	29.55	10.60	7	10	39.63
1.60	2	3	19.70	10.80	7	10	39.63
1.80	1	1	9.85	11.00	6	9	33.97
2.00	1	1	9.85	11.20	6	9	32.44
2.20	1	1	9.10	11.40	6	9	32.44
2.40	1	1	9.10	11.60	6	9	32.44
2.60	1	1	9.10	11.80	8	12	43.25
2.80	1	1	9.10	12.00	8	12	43.25
3.00	1	1	9.10	12.20	8	12	41.38
3.20	2	3	16.92	12.40	8	12	41.38
3.40	2	3	16.92	12.60	8	12	41.38
3.60	2	3	16.92	12.80	11	16	56.90
3.80	2	3	16.92	13.00	11	16	56.90
4.00	3	4	25.38	13.20	9	13	44.63
4.20	4	6	31.61	13.40	12	16	59.50
4.40	4	6	31.61	13.60	15	19	74.38
4.60	2	3	15.80	13.80	15	19	74.38
4.80	3	4	23.71	14.00	13	17	64.46
5.00	3	4	23.71	14.20	14	18	66.66
5.20	7	10	51.89	14.40	15	19	71.42
5.40	9	13	66.72	14.60	16	19	76.19
5.60	9	13	66.72	14.80	15	19	71.42
5.80	10	15	74.13	15.00	15	19	71.42
6.00	10	15	74.13	15.20			
6.20	9	13	62.83	15.40			
6.40	11	16	76.79	15.60			
6.60	11	16	76.79	15.80			
6.80	10	15	69.81	16.00			
7.00	9	13	62.83	16.20			
7.20	8	12	52.77	16.40			
7.40	9	13	59.37	16.60			
7.60	8	12	52.77	16.80			
7.80	7	10	46.18	17.00			
8.00	7	10	46.18	17.20			
8.20	11	16	68.78	17.40			
8.40	11	16	68.78	17.60			
8.60	10	15	62.52	17.80			
8.80	9	13	56.27	18.00			
9.00	8	12	50.02	18.20			

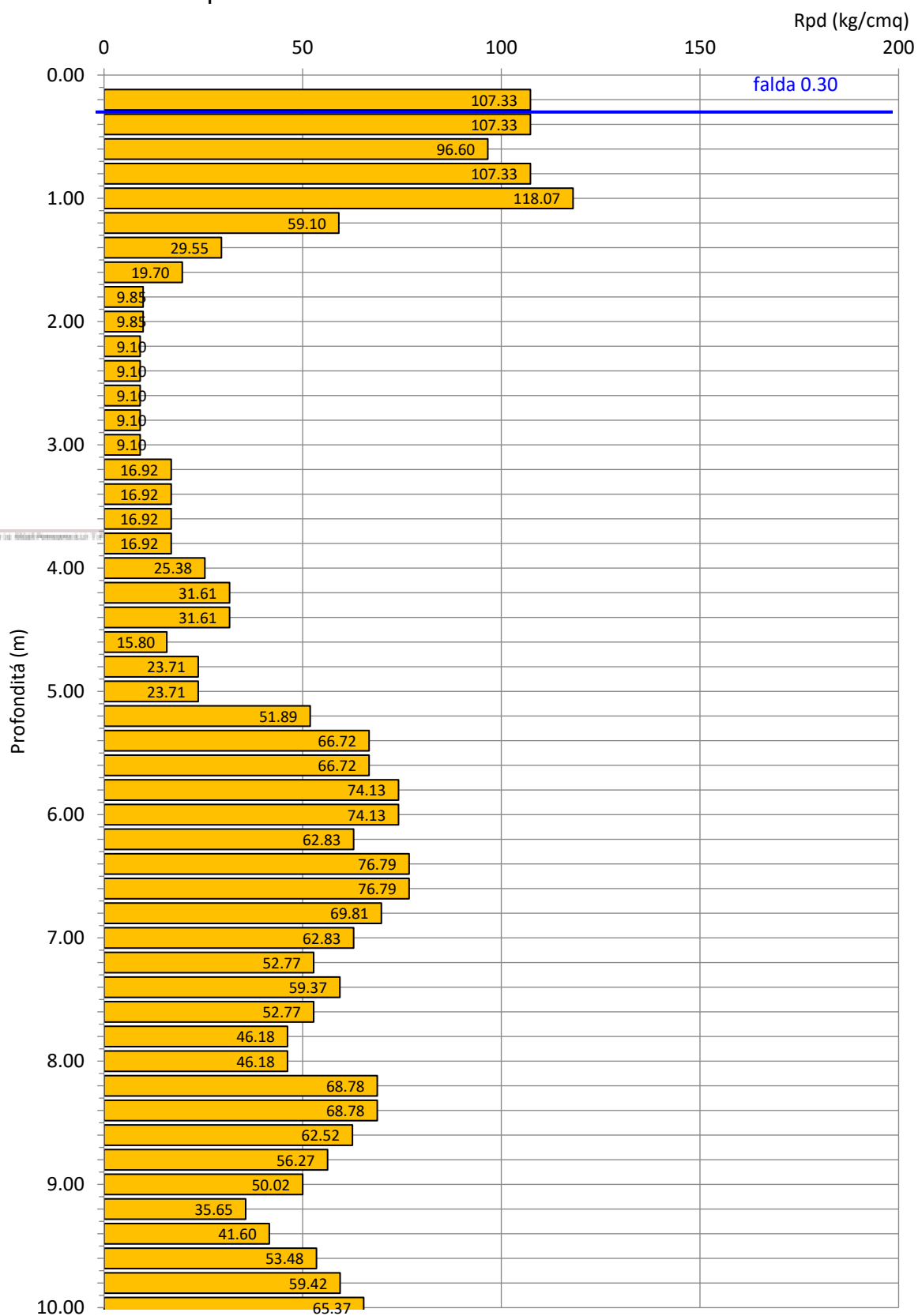
### Grafico profondità - N(20)

prova n. 2



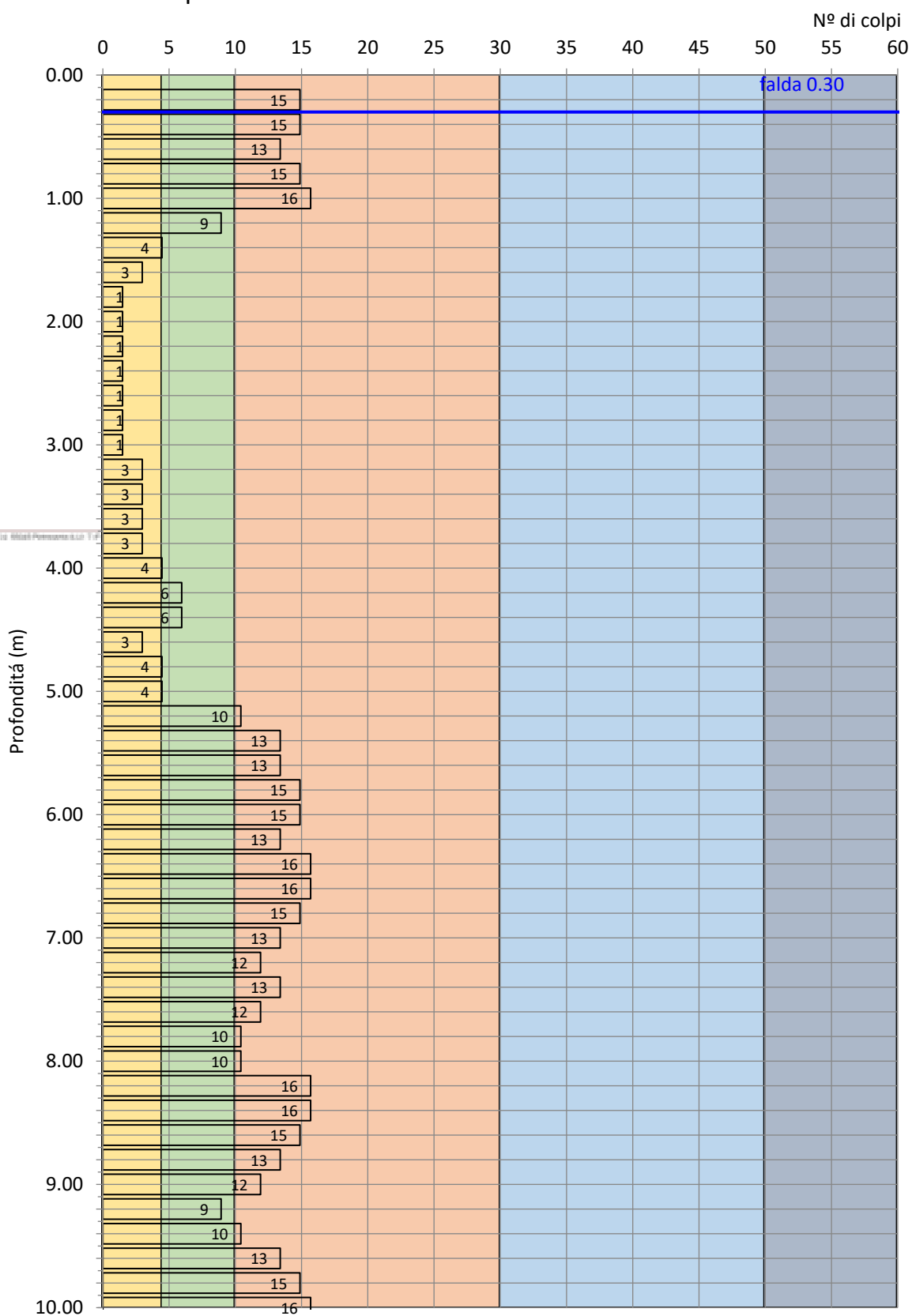
## Grafico profundită - Rpd

prova n. 2



## Grafico profondità - Nspt

prova n. 2



**CERTIFICATO N°**

DPSH 3-160421

**DEL**

16.04.21

**INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH)***richiedente* 0.00*data esecuzione* 16.04.21*committente* 0.00*prova n.* 3*indirizzo cantiere* via Unità d'Italia*quota inizio* piano campagna*località* "Canniccia"*Coordinate GPS* 43°57.256'N 10°11.947'E*comune* Pietrasanta*profondità indagine* 5.2*provincia* Lucca*falda* NR**Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155**

Rif. Norme EN ISO 22476-2-2003/AGI 1977/ISSMFE 1988

M (peso massa battente)	63.5	kg
H (altezza caduta libera)	0.75	m
Ms (peso sistema di battuta)	0.63	kg
D (diametro punta conica)	50.5	mm
A (area base punta conica)	20	cm <sup>2</sup>
$\alpha$ (angolo apertura punta)	90	°
La (lunghezza aste)	1	m
Ma (peso asta x metro)	6.31	kg/m
P (peso singola asta)	6.31	kg
$\delta$ (avanzamento punta)	0.2	m
P1 (prof. giunzione prima asta)	0.4	m
N (numero di colpi punta)	N(20)	relativo ad un avanzamento di 20 cm
Rivestimento/Fanghi	NO	

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO  
(prova SPT \* Qspt = 7.83 kg/cm<sup>2</sup>)

$$Q = (MH/A\delta) = 11.66 \text{ kg/cm}^2$$

COEFF. TEORICO DI ENERGIA  
(teoricamente : Nspt =  $\beta$ N)

$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.488$$

**Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N)**

$$\text{FORMULA OLANDESE : } R_{pd} = M^2 H / (Ae(M+P)) = M^2 H N / (A\delta(M+P))$$

Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A)  
e = infissione per colpo =  $\delta/N$ M = peso massa battente - altezza caduta H  
P = peso totale aste e sistema battuta**NOTE**

foro non attrezzato con piezometro

Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una funzione di smussamento (filtering) dei picchi (Crespellani-Loi)

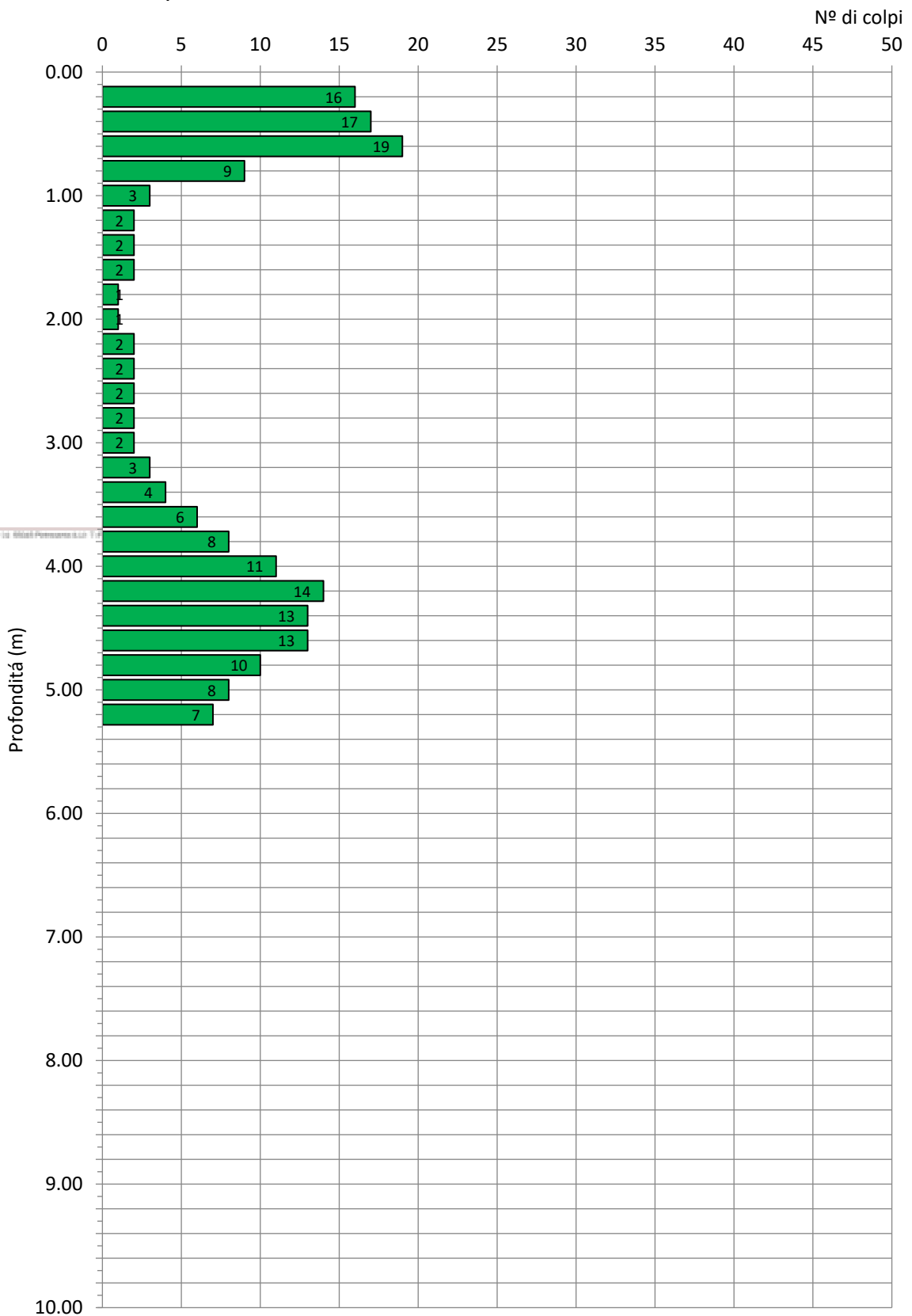
E' stata inoltre applicata la correzione Nspt (Terzaghi-Peck 1948) se in presenza di falda

Profondità	N20	Nspt	Rpd	Profondità	N20	Nspt	Rpd
m	Nº	Nº	Kg/cmq	m	Nº	Nº	Kg/cmq
0.00	-	-	-	9.20			
0.20	16	24	171.73	9.40			
0.40	17	25	182.46	9.60			
0.60	19	28	203.93	9.80			
0.80	9	13	96.60	10.00			
1.00	3	4	32.20	10.20			
1.20	2	3	19.70	10.40			
1.40	2	3	19.70	10.60			
1.60	2	3	19.70	10.80			
1.80	1	1	9.85	11.00			
2.00	1	1	9.85	11.20			
2.20	2	3	18.20	11.40			
2.40	2	3	18.20	11.60			
2.60	2	3	18.20	11.80			
2.80	2	3	18.20	12.00			
3.00	2	3	18.20	12.20			
3.20	3	4	25.38	12.40			
3.40	4	6	33.84	12.60			
3.60	6	9	50.76	12.80			
3.80	8	12	67.68	13.00			
4.00	11	16	93.06	13.20			
4.20	14	21	110.63	13.40			
4.40	13	19	102.72	13.60			
4.60	13	19	102.72	13.80			
4.80	10	15	79.02	14.00			
5.00	8	12	63.21	14.20			
5.20	7	10	51.89	14.40			
5.40				14.60			
5.60				14.80			
5.80				15.00			
6.00				15.20			
6.20				15.40			
6.40				15.60			
6.60				15.80			
6.80				16.00			
7.00				16.20			
7.20				16.40			
7.40				16.60			
7.60				16.80			
7.80				17.00			
8.00				17.20			
8.20				17.40			
8.40				17.60			
8.60				17.80			
8.80				18.00			
9.00				18.20			



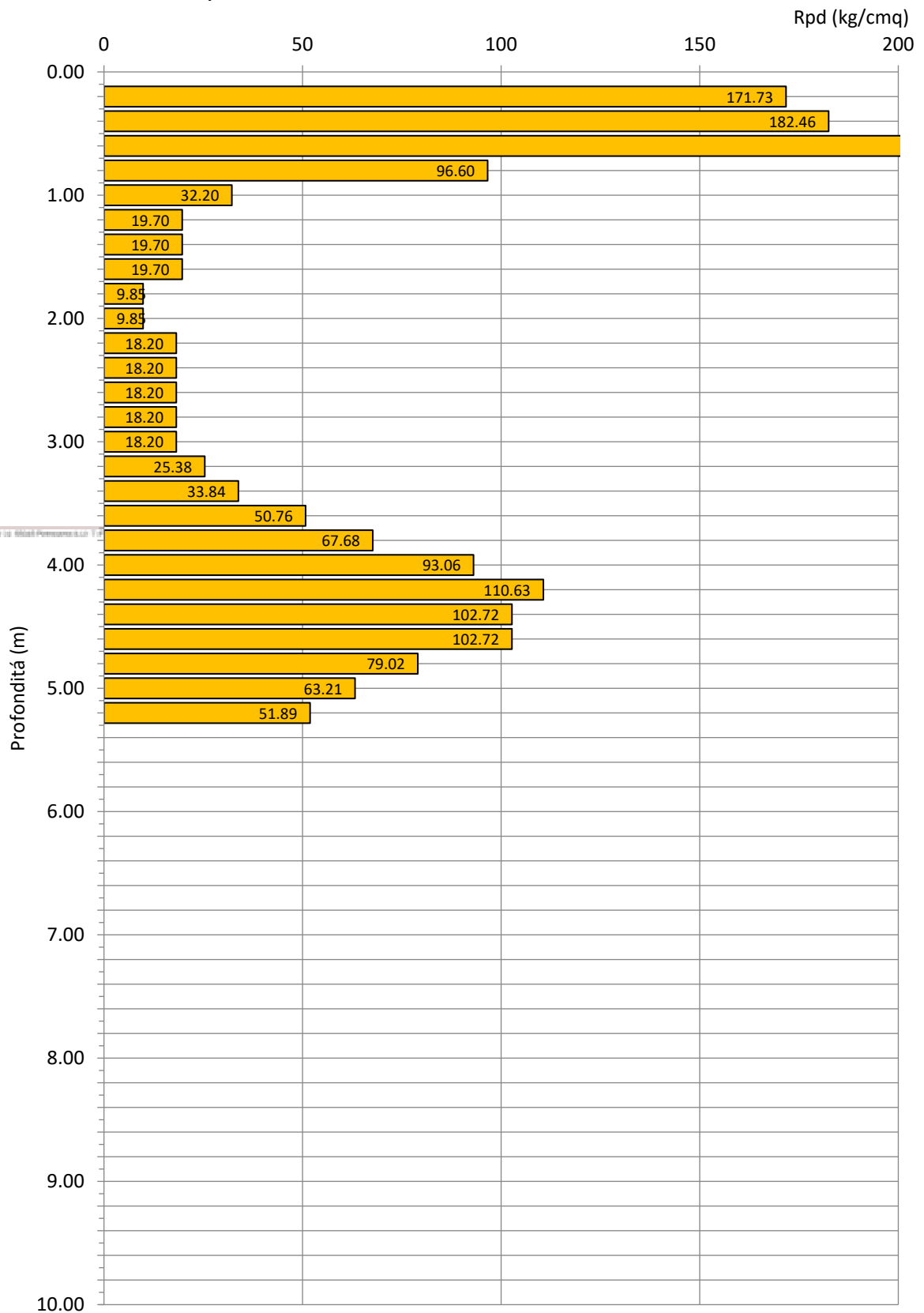
### Grafico profondità - N(20)

prova n. 3



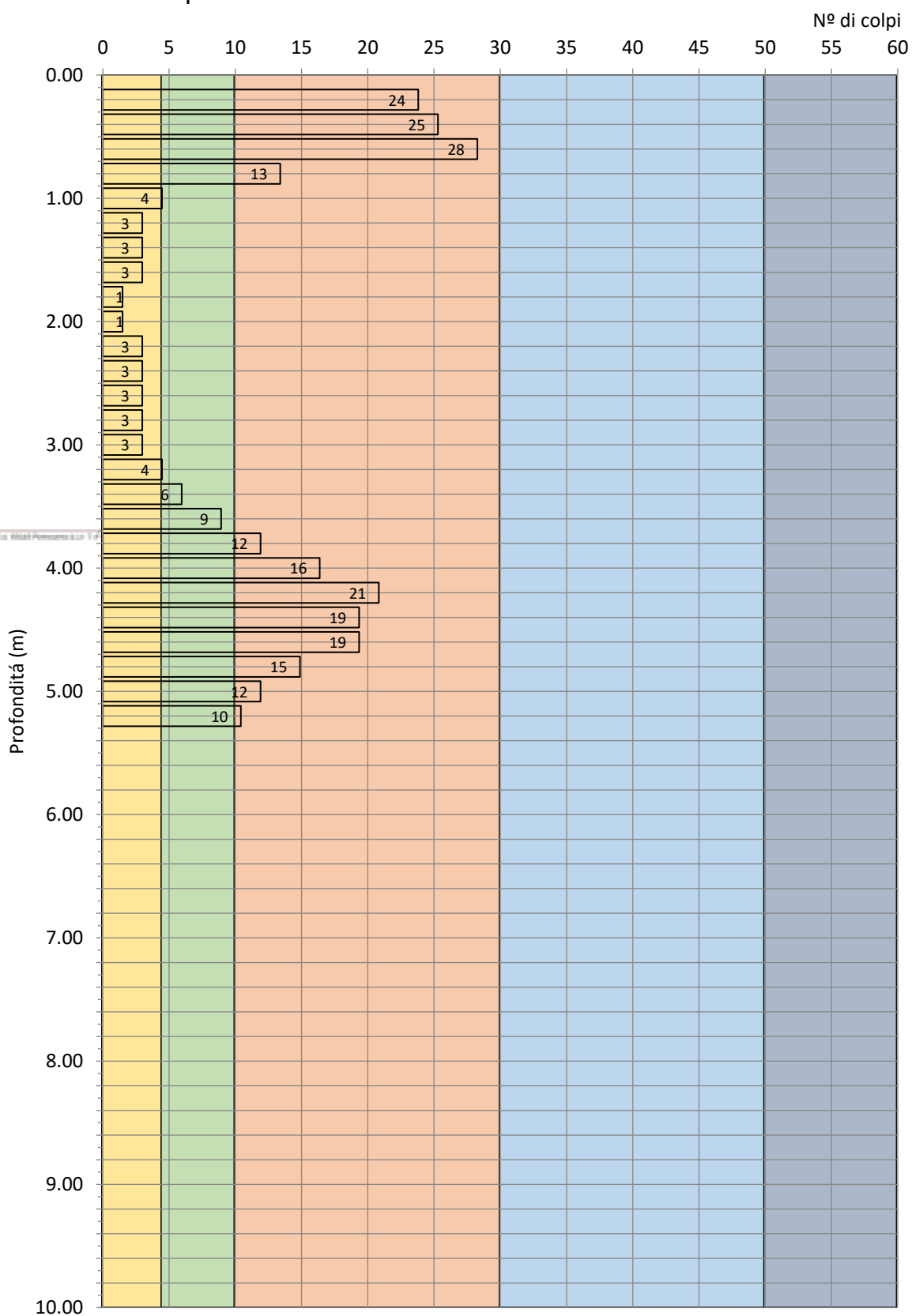
## Grafico profondità - Rpd

prova n. 3



### Grafico profondità - Nspt

prova n. 3



**CERTIFICATO N°**

DPSH 4-160421

**DEL**

16.04.21

**INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH)***richiedente* 0.00*data esecuzione* 16.04.21*committente* 0.00*prova n.* 4*indirizzo cantiere* via Unità d'Italia*quota inizio* piano campagna*località* "Canniccia"*Coordinate GPS* 43°57.348'N 10°11.943'E*comune* Pietrasanta*profondità indagine* 5.2*provincia* Lucca*falda* 0.35**Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155**

Rif. Norme EN ISO 22476-2-2003/AGI 1977/ISSMFE 1988

M (peso massa battente)	63.5	kg
H (altezza caduta libera)	0.75	m
Ms (peso sistema di battuta)	0.63	kg
D (diametro punta conica)	50.5	mm
A (area base punta conica)	20	cm <sup>2</sup>
$\alpha$ (angolo apertura punta)	90	°
La (lunghezza aste)	1	m
Ma (peso asta x metro)	6.31	kg/m
P (peso singola asta)	6.31	kg
$\delta$ (avanzamento punta)	0.2	m
P1 (prof. giunzione prima asta)	0.4	m
N (numero di colpi punta)	N(20)	relativo ad un avanzamento di 20 cm
Rivestimento/Fanghi	NO	

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO  
(prova SPT \* Qspt = 7.83 kg/cm<sup>2</sup>)

$$Q = (MH/A\delta) = 11.66 \text{ kg/cm}^2$$

COEFF. TEORICO DI ENERGIA  
(teoricamente : Nspt =  $\beta$ N)

$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.488$$

**Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N)**

**FORMULA OLANDESE :  $R_{pd} = M^2H / (Ae(M+P)) = M^2HN / (A\delta(M+P))$**

Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A)  
e = infissione per colpo =  $\delta/N$ M = peso massa battente - altezza caduta H  
P = peso totale aste e sistema battuta**NOTE**

foro non attrezzato con piezometro

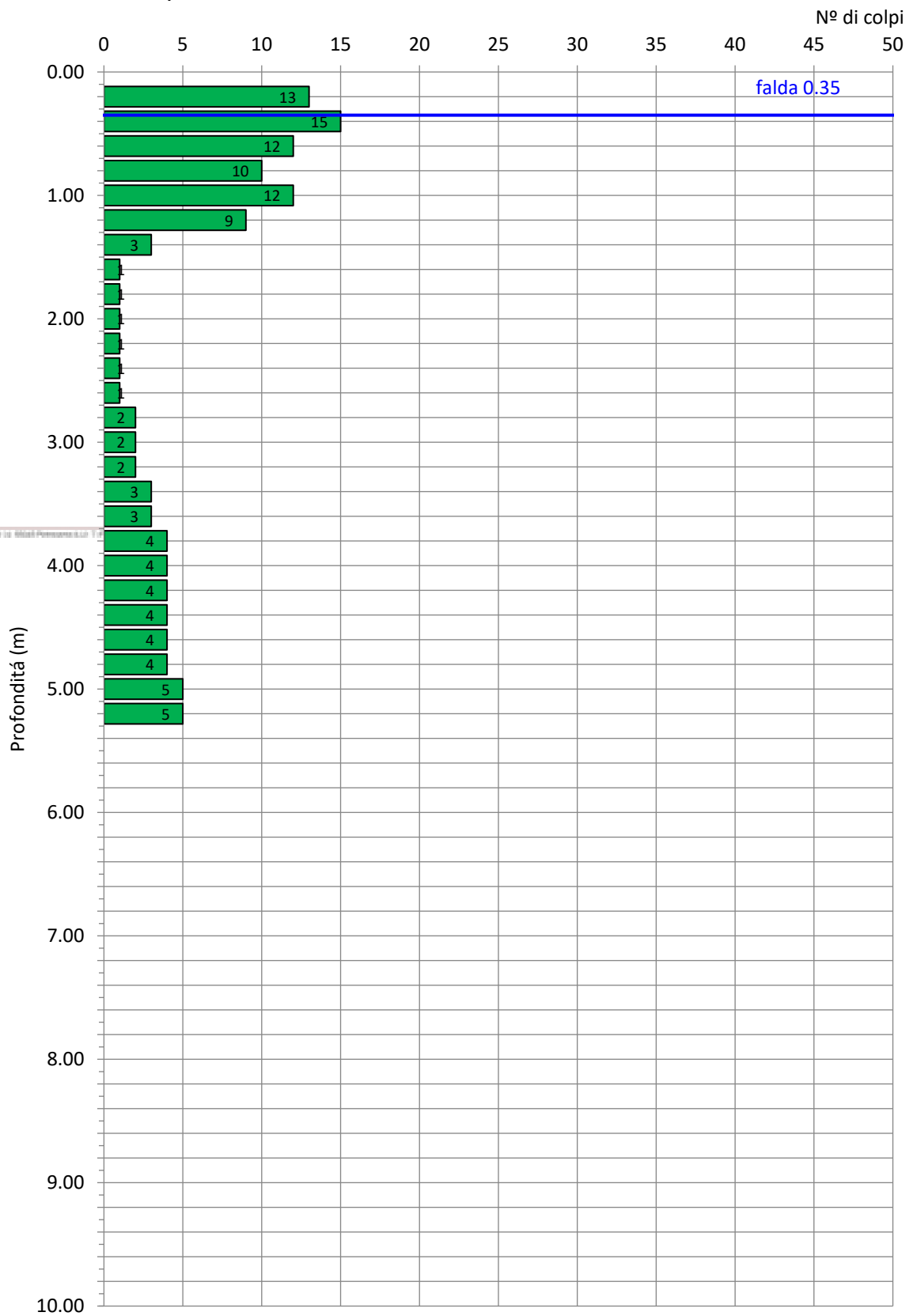
Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una funzione di smussamento (filtering) dei picchi (Crespellani-Loi)

E' stata inoltre applicata la correzione Nspt (Terzaghi-Peck 1948) se in presenza di falda

Profondità	N20	Nspt	Rpd	Profondità	N20	Nspt	Rpd
m	Nº	Nº	Kg/cmq	m	Nº	Nº	Kg/cmq
0.00	-	-	-	9.20			
0.20	13	19	139.53	9.40			
0.40	15	19	161.00	9.60			
0.60	12	16	128.80	9.80			
0.80	10	15	107.33	10.00			
1.00	12	16	128.80	10.20			
1.20	9	13	88.66	10.40			
1.40	3	4	29.55	10.60			
1.60	1	1	9.85	10.80			
1.80	1	1	9.85	11.00			
2.00	1	1	9.85	11.20			
2.20	1	1	9.10	11.40			
2.40	1	1	9.10	11.60			
2.60	1	1	9.10	11.80			
2.80	2	3	18.20	12.00			
3.00	2	3	18.20	12.20			
3.20	2	3	16.92	12.40			
3.40	3	4	25.38	12.60			
3.60	3	4	25.38	12.80			
3.80	4	6	33.84	13.00			
4.00	4	6	33.84	13.20			
4.20	4	6	31.61	13.40			
4.40	4	6	31.61	13.60			
4.60	4	6	31.61	13.80			
4.80	4	6	31.61	14.00			
5.00	5	7	39.51	14.20			
5.20	5	7	37.06	14.40			
5.40				14.60			
5.60				14.80			
5.80				15.00			
6.00				15.20			
6.20				15.40			
6.40				15.60			
6.60				15.80			
6.80				16.00			
7.00				16.20			
7.20				16.40			
7.40				16.60			
7.60				16.80			
7.80				17.00			
8.00				17.20			
8.20				17.40			
8.40				17.60			
8.60				17.80			
8.80				18.00			
9.00				18.20			

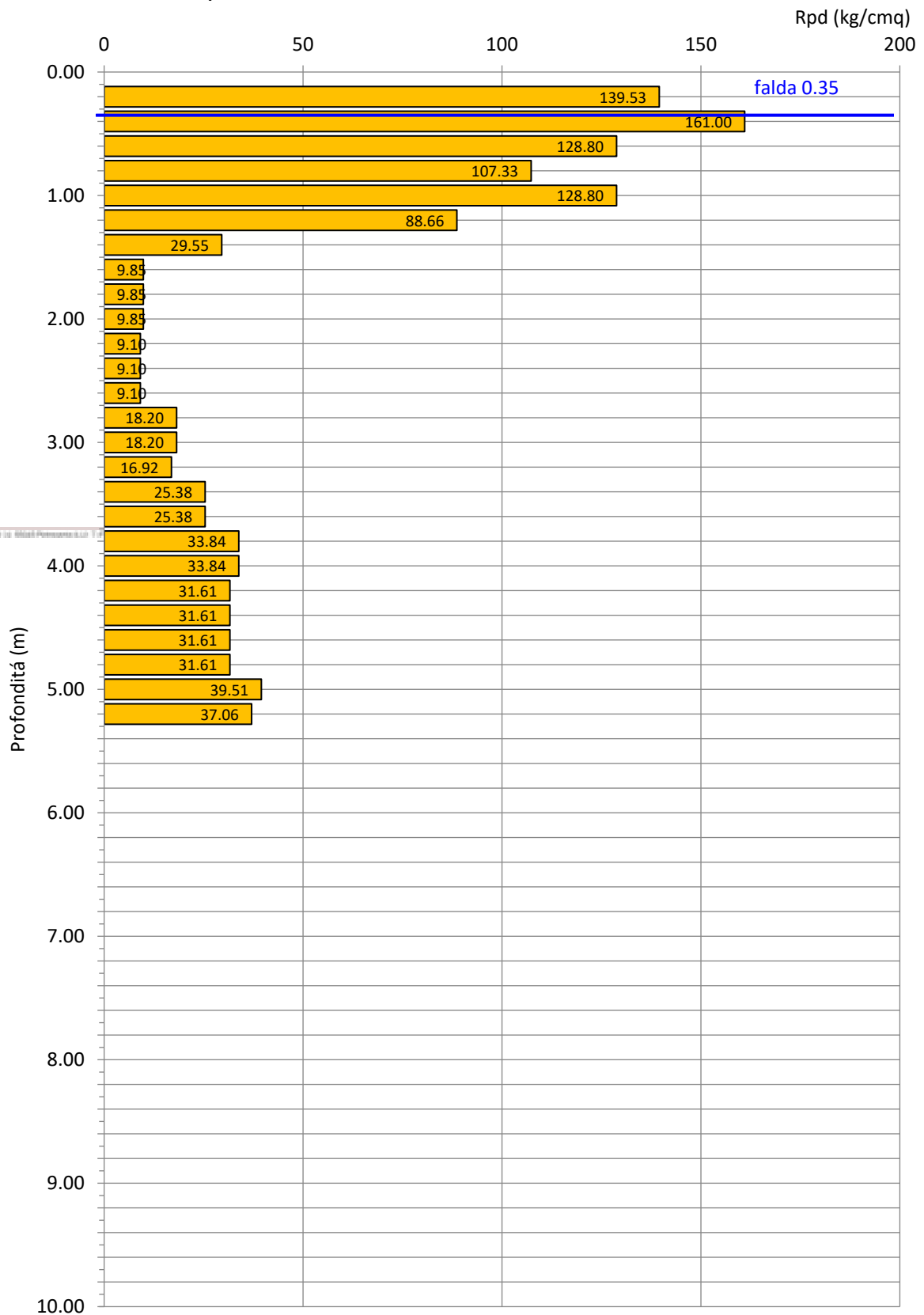
### Grafico profondità - N(20)

prova n. 4



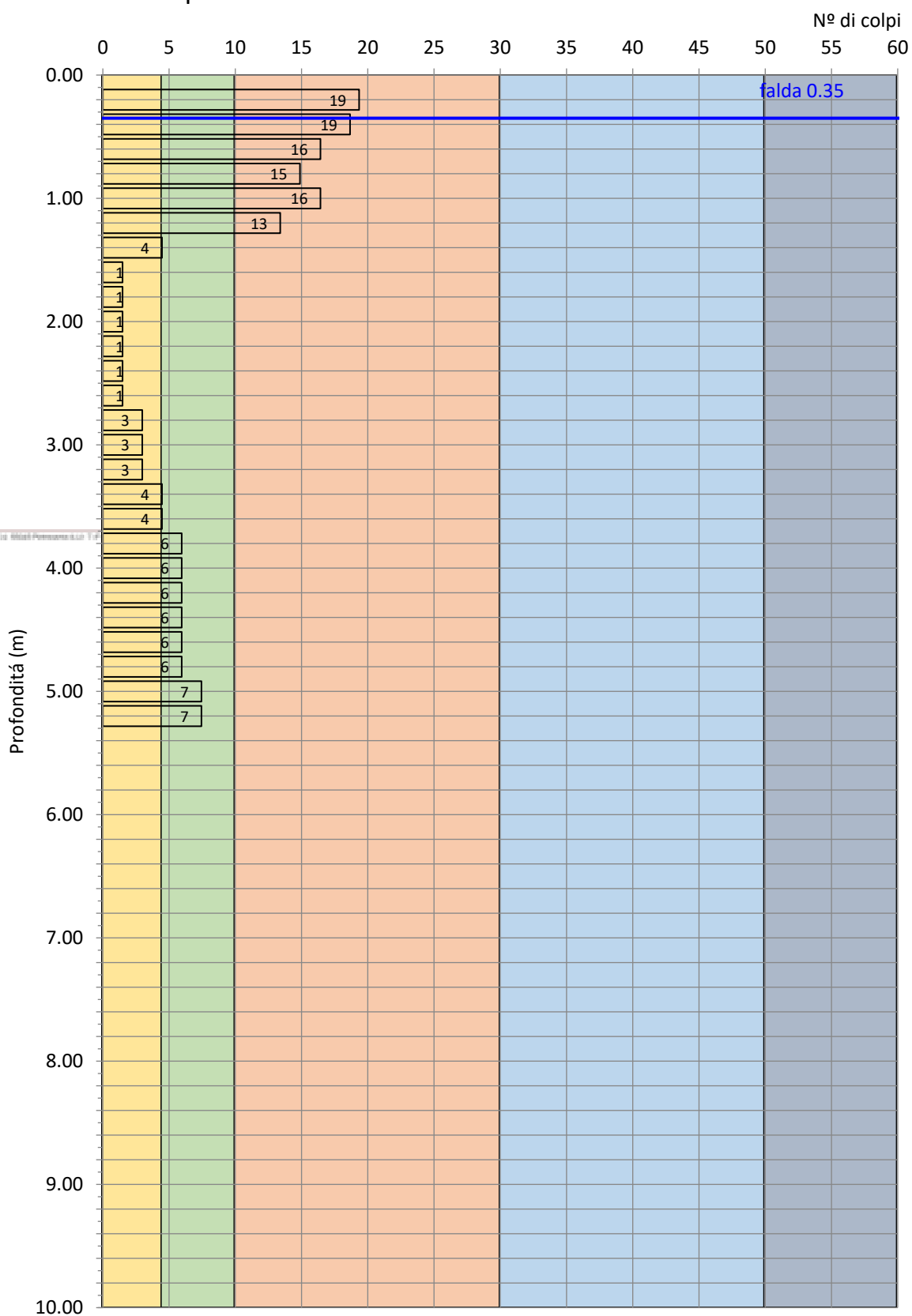
## Grafico profondità - Rpd

prova n. 4



## Grafico profondità - Nspt

prova n. 4

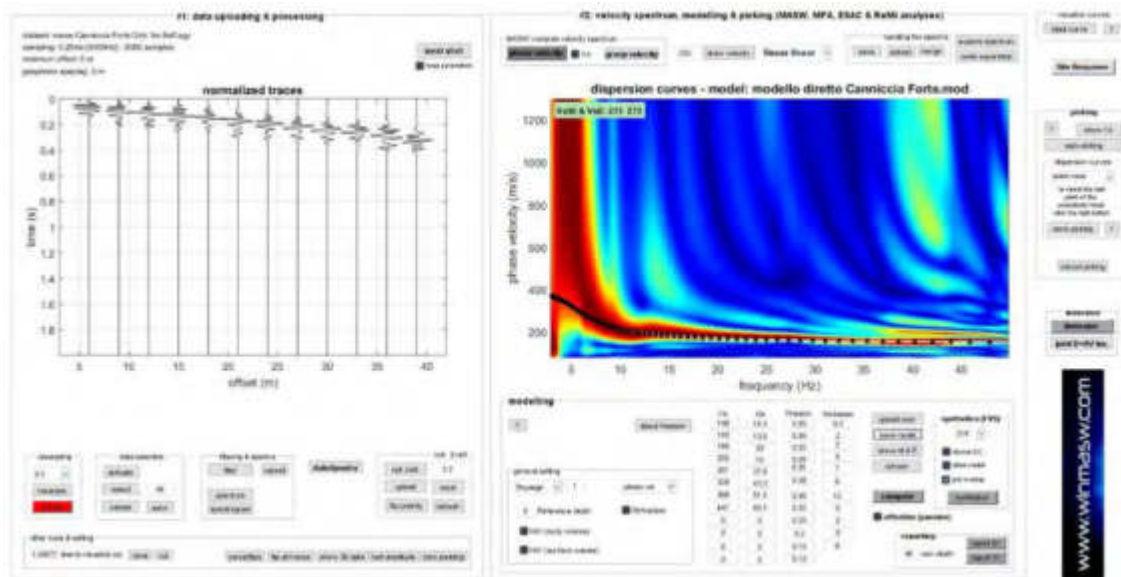


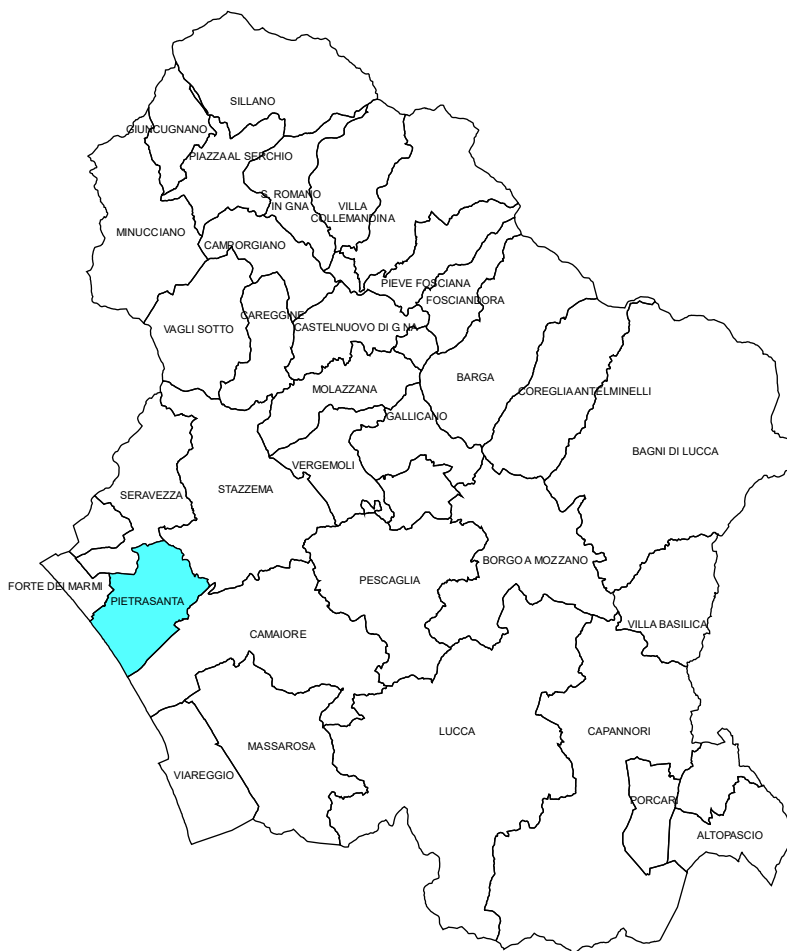


## ALLEGATO 3

### INDAGINI GEOFISICHE MASW

TIPO DI PROVA	COORDINATE INIZIO STESA WGS84		COORDINATE FINE STESA WGS84	
	MASW	LATITUDINE	43.956261	LATITUDINE
	LONGITUDINE	10.198177	LONGITUDINE	10.198408





"RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA  
 REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO  
 E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI)  
 DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE  
 ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI  
 PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA'  
 D'ITALIA." COMUNE DI PIETRASANTA (LU)

TECNICO INCARICATO

Dott. Geol.  
**VANESSA GRECO**

Dott. Geol.  
**MICHELE GIOVANNETTI**

DATA

OTTOBRE 2021

PROGETTISTA

STUDIO RAMO  
 Geom. MIRKO  
 RAMACCIOTTI

COMMITTENTE

MUTLEY SRL

G&Geo  Studio Geologi Associati



Via Aurelia Sud, 14  
 55045 Pietrasanta (LU)  
 Part. IVA 02378660464  
 T+F (+39) 0584.1848216  
 C 335.6090871(M) 349.5926076(V)  
 info@gegeo.it

Michele Giovannetti  
 Vanessa Greco  
**Geologi**

## SOMMARIO

1 - PREMESSA	2
2 - VOLUME SIGNIFICATIVO	2
3 - INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	4
3.1 - Descrizione delle indagini .....	4
<u>3.1.1 - Indagine MASW.....</u>	<u>4</u>
<u>3.1.2 - Penetrometria statica CPTU/CPTE.....</u>	<u>7</u>
<u>3.1.3- Penetrometria dinamica DPSH.....</u>	<u>10</u>
<u>4 - MODELLO GEOTECNICO DI SINTESI PER LA PROGETTAZIONE ....</u>	<u>11</u>
4.1 - Parametri caratteristici .....	14
4.2 - Parametri di progetto .....	27
5 - PROBLEMATICHE INERENTI ALLA PROGETTAZIONE	30
5.1 - Stabilità del fronte di scavo.....	30

## INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

<i>Figura 1 VOLUME SIGNIFICATIVO GEOTECNICO SECONDO LANCELLOTTA E CALAVERA 1999.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA CPTU1 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3 INDAGINE PENETROMETRICA CPTU2 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH1 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH2 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH3 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 6 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH4 ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>12</i>

## 1 - PREMESSA

Per incarico di MUTLEY SRL vengono esplicitati i contenuti della Relazione Geologica di supporto alla "RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA' D'ITALIA." - Comune di Pietrasanta (LU).

Questo elaborato viene redatto ai sensi del D.M. 17/01/2018 (Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) ed è finalizzato alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito ed a fornire un contributo, in relazione ai suddetti modelli, alle verifiche della sicurezza e delle prestazioni attese.

Le verifiche finali della sicurezza e delle prestazioni attese, ai sensi del D.M. 17/01/2018, dovranno essere eseguite, tenendo in considerazione i dati della presente relazione, da specifica professionalità (ingegnere strutturale), che esula da quella dello scrivente.

In particolare, il presente elaborato ricostruisce il modello geotecnico del sottosuolo, definendone i parametri caratteristici e il comportamento geomeccanico del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato, in ottemperanza all'art. 6 del D.P.G.R. n. 36/R del 09/07/2009.

## 2 - VOLUME SIGNIFICATIVO

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2 delle NTC 2018.

Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

Il volume significativo da indagare è costituito dalla massa di terreno entro il quale si risentono gli effetti dell'intervento.

Tali effetti possono essere rappresentati da:

- modifiche dello stato tensionale per aumenti di pressione o scarichi tensionali;
- variazioni nel regime delle acque sotterranee per drenaggi o impermeabilizzazioni indotti dalle opere;
- inquinamento diretto o indotto dagli interventi;
- modifiche delle condizioni di stabilità dei versanti per variazioni planoaltimetriche o



vengono indicate le profondità massime di indagine a seconda dell'impianto fondazionale di progetto.

Secondo quanto invece previsto dagli Eurocodici, si riporta nella tabella seguente uno schema relativo alla profondità di indagine in relazione a varie tipologie di fondazioni:

Fondazione	Profondità
Plinti isolati	(1÷3) B
Travi rovesce	
Platea	$\geq B$
Palo	$\sim L+5d$
Gruppo di pali	$>L+B'$
Rilevati e rinterri	alla prof. per cui $w \leq 10\% w_f$

Nella tabella viene indicata con B la larghezza caratteristica della fondazione, con L la lunghezza del palo di diametro d, con B' la larghezza minore del rettangolo che circonda il gruppo di pali; con w il generico cedimento e con  $w_f$  il cedimento finale.

### 3 - INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Allo scopo di determinare le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni presenti, sono state prese a riferimento verticali di indagine appositamente eseguite per la cui ubicazione si rimanda alla planimetria di dettaglio di Tav. 01, a cui sono state associate ulteriori indagini di tipo sismico:

- N. 1 indagine indiretta sismica di tipo MASW
- N. 2 penetrometrie statiche CPT;
- N. 4 penetrometrie dinamiche superpesanti DPSH

Una tale campagna geognostica è stata ritenuta sufficiente sulla base dell'importanza ed estensione dell'opera ed alle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante e tenendo conto di quanto riportato nella D.P.G.R. n. 36/R del 09.07.2009.

#### 3.1 - Descrizione delle indagini

##### 3.1.1 - Indagine MASW

Lo scopo della elaborazione MASW (Multychannel Analisys of Surface Waves) è di determinare la categoria sismica del terreno (A, B, C, D, E) secondo quanto indicato dalla Nuova Normativa sulle Costruzioni.

La categoria del terreno consente di quantificare l'amplificazione sismica al fine di definire lo spettro di risposta sismico del sito. Conseguentemente è possibile determinare le azioni sismiche agenti sulle opere di nuova generazione che

interagiscono con il terreno. Considerando un semispazio elastico, omogeneo ed isotropo, si dimostra che la velocità di propagazione delle onde di superficie è indipendente dalla frequenza e che il moto indotto dalla propagazione si smorza rapidamente con la profondità, sino ad estinguersi ad una profondità circa pari ad una lunghezza d'onda.

Ciò vuol dire che la profondità raggiunta dipende dalla lunghezza d'onda, e che, a diverse lunghezze d'onda corrisponde la stessa velocità di fase (VR).

In un mezzo verticalmente eterogeneo, costituito cioè da strati aventi proprietà meccaniche differenti, il comportamento delle onde superficiali è differente. In particolare, la propagazione presenta un comportamento dispersivo (a frequenze diverse corrispondono diverse velocità di fase). Ciò vuol dire che, lunghezze d'onda diverse interessano strati diversi ai quali sono associati proprietà meccaniche diverse: ogni lunghezza d'onda si propaga ad una velocità di fase che dipende dalle caratteristiche dello strato interessato dalla propagazione.

Quindi, nel caso di mezzo eterogeneo, le onde superficiali non hanno una singola velocità, ma una velocità di fase che è funzione della frequenza: tale fenomeno, dipendente dalla distribuzione spaziale delle proprietà sismiche del sottosuolo è noto come dispersione geometrica e la relazione che lega la frequenza alla velocità di fase prende il nome di curva di dispersione.

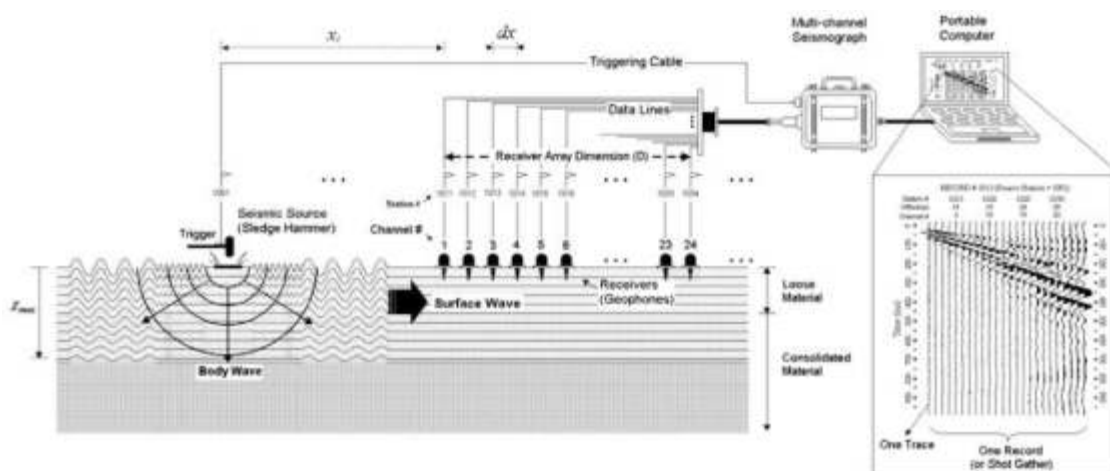
Alle alte frequenze, la velocità di fase coincide con la velocità delle onde superficiali dello strato più superficiale, mentre, alle basse frequenze, l'effetto degli strati più profondi diventa importante, e la velocità di fase tende asintoticamente alla velocità dello strato più profondo come se questo fosse esteso infinitamente in profondità.

La curva di dispersione gioca un ruolo centrale nell'utilizzo delle onde superficiali ai fini della caratterizzazione dei terreni, infatti, è funzione delle caratteristiche di rigidità del mezzo e, posto di riuscire a misurarla sperimentalmente, può essere utilizzata (come si vedrà più avanti) per un processo inverso avente come obiettivo la stima delle caratteristiche di rigidità stesse. Il processo di caratterizzazione basato sul metodo delle onde superficiali, il cui schema di acquisizione è rappresentato nella figura successiva, può essere suddiviso in tre fasi:

- 1) Acquisizione
- 2) Processing
- 3) Inversione

I dati acquisiti vengono sottoposti ad una fase di processing che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto ovvero, la velocità di fase delle onde superficiali in funzione della frequenza. Riportando le coppie di valori (VR,f) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione. La fase di inversione deve essere preceduta da una parametrizzazione

del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo (visco)-elastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.



Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, ed eventualmente delle informazioni note a priori riguardo la stratigrafia, il problema diretto viene risolto diverse volte variando i parametri che definiscono il modello.

Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica).

Per l'acquisizione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono stati realizzati 1 profilo aventi lo scopo di valutare le caratteristiche di velocità delle onde di taglio  $V_s$  e la stima del parametro  $V_{s30}$ .

La strumentazione utilizzata è composta da un prospettore sismico Seismic Source DAQLINK III, con geofoni verticali da 4.5 Hz e da una mazza battente per la generazione dell'impulso sismico. Lo stendimento ha previsto l'impiego di n.12 geofoni con spaziatura di 3.0 metri per una lunghezza complessiva di 39.0 metri (6 m offset).

I dati acquisiti sono stati poi elaborati, ottenendo la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh.

L'inversione numerica delle curve individuate, attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici o per modellazione diretta (valutazione di un possibile modello rispetto allo spettro osservato), consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

Le curve di dispersione utilizzate per i processi di inversione sono quelle che consentono di raggiungere le maggiori profondità di indagine tra le curve ottenute elaborando i dati relativi alle energizzazioni esterne agli stendimenti.



### 3.1.2 – Penetrometria statica CPTU/CPTE

La prova denominata CPTU o prova penetrometrica statica elettrica con piezocono, consiste nella misura della spinta necessaria (indicata come  $R_p$  o  $Q_c$ ) ad ottenere l'avanzamento nel terreno di una punta standard (3.57 cm di diametro, angolo al vertice di  $60^\circ$ ) a velocità costante di 20 mm/s ( $\pm 5$  mm/s).

La prova viene eseguita misurando la pressione alla punta e lo sforzo tangenziale laterale in modo fra loro indipendente con trasduttori elettrici che inviano un segnale ad una centralina posta in superficie, in maniera continuativa secondo intervalli di 1 cm.

Il metodo consente quindi di misurare direttamente l'attrito tra un manicotto di  $150\text{ cm}^2$  di superficie laterale ed il terreno, ottenendo così valori indicativi delle caratteristiche tessiture dei materiali attraversati.

La punta elettrica è inoltre munita di setto poroso o anello in acciaio sinterizzato (da sottoporre a saturazione), consentendo quindi di misurare le pressioni interstiziali generate durante l'avanzamento.

Completano la dotazione un sensore inclinometrico per monitorare l'inclinazione della batteria di aste ed un encoder di profondità che si occupa della misura della velocità di avanzamento e della quota di acquisizione.

Con questa tecnica si possono chiaramente distinguere i terreni che offrono resistenza prevalentemente per effetto della coesione tra i minerali (terreni argillosi s.l.) da quelli nei quali la resistenza alla deformazione è in prevalenza offerta dall'attrito tra i granuli (comportamento incoerente, terreni sabbiosi s.l.). Il valore FR (Friction Ratio) definisce appunto tale misura, come rapporto tra la resistenza di punta  $Q_c$  e la resistenza di attrito sul manicotto  $R_l$  o  $F_s$  (detta resistenza di attrito laterale locale).

I vantaggi rispetto a metodologie meccaniche (indubbiamente meno precise e sofisticate) sono innanzitutto legati alla precisione e linearità della misura, con la particolare sensibilità dei sensori (0.005 Mpa) che rappresenta una caratteristica fondamentale nel rilievo dei valori di resistenza di materiali molto soffici (torbe, sabbie o limi molto sciolti, ecc.): la linearità garantisce inoltre che i valori letti siano affidabili in tutto il "range" di misura dello strumento.

Interrompendo temporaneamente l'infissione e graficando l'andamento della sovrappressione in funzione del tempo si ottiene la cosiddetta "curva di dissipazione" della pressione, il cui esame fornisce utili indicazioni sui parametri di compressibilità e di permeabilità dei terreni investigati.

A tale proposito è opportuno osservare le seguenti modalità operative per quanto riguarda la saturazione della strumentazione di prova:

- Disaerazione della punta e del vano anteriore della cella di carico mediante iniezioni di olio siliconato; questa tecnica presenta diversi svantaggi consistenti nel fatto che se la punta viene utilizzata al di fuori di terreni saturi è altissima la probabilità di desaturazione della punta per fuoriuscita del liquido. Pertanto prima di iniziare una prova con questo tipo di saturazione bisogna eseguire un preforo (ad esempio con una punta meccanica CPT), estrarre le aste di preforo e introdurre nel foro la punta opportunamente confinata (p.es guaina in lattice di gomma). Per questo motivo è invalso l'uso di effettuare la saturazione della punta mediante grasso siliconico che, avendo una densità maggiore fuoriesce in maniera più lenta permettendo di raggiungere la falda prima che avvenga la desaturazione. La differenza tra le due modalità sta nel fatto che le reazioni ai cambiamenti di pressione nella punta saturata a liquido sono immediate mentre quelle con la punta saturata a grasso, pur non pregiudicando la validità della prova, sono più lente.

Nel caso in esame le prove sono state eseguite con penetrometro statico-dinamico PAGANI TG 63-200, impiegato in configurazione statica e punta elettrica di tipo "Pagani MKS" attrezzato con sensori con le seguenti caratteristiche:

<i>Sensore</i>	<i>Fondo scala</i>	<i>Risoluzione</i>	<i>Precisione</i>
QC	50 - 100 MPa	24 bit	0.005 MPa
FS	1600 kPa	24 bit	0.04 kpa
U2	2500 kPa	24 bit	0.04 kPa
TILT	20°	12 bit	0.5°

#### Punta conica

- Angolo al vertice 60°
- Diametro 35.8 mm
- Sezione 10 cm<sup>2</sup>

#### Manicotto di frizione

- Diametro 35.8 mm
- Lunghezza 133 mm
- Superficie 150 cm<sup>2</sup>

Negli allegati fuori testo (tabelle e diagrammi delle prove) sono riportati i valori della resistenza alla punta (Rp), della resistenza laterale (RI) ricampionati ai fini della parametrizzazione geotecnica ogni 10 cm.

Fatte le dovute correlazioni di tipo empirico, è possibile ricavare una stima di massima dei principali parametri geomeccanici (angolo di attrito, resistenza al taglio, coefficiente di compressibilità, ecc.) nonché un'indicazione della stratigrafia basata sul rapporto fra le resistenze in gioco, tenendo comunque presente che non è possibile sintetizzare le procedure di stima dei parametri geotecnici, i limiti e le caratteristiche di affidabilità di ciascuna delle procedure adottate.

Per la comprensione esaustiva dei procedimenti occorre difatti rimandare alle seguenti pubblicazioni:

- Kulhawy, F.H. and Mayne, P.W. 1990. Manual on estimating soil properties for foundation design. Report EL-6800, Electric Power Research Institute, Palo Alto, 306 p.
- Mesri, G., D.O.K. Lo, and T.W. Feng. "Settlement of Embankments on Soft Clays." Keynote Lecture, Settlement '94, Texas A&M University, College Station, Texas, Geotechnical Special Publication 40, 1, June 1994, pp. 8-56.
- Mesri, G. and M. Shahien. "Prediction of Settlement of Footings on Sand." Prediction Symposium, Geotechnical Special Publication 41, ASCE, (June 1994): pp. 188-191



*Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA CPTU1 ESEGUITA SUL SITO*



*Figura 3 INDAGINE PENETROMETRICA CPTU2 ESEGUITA SUL SITO*

- T. Lunne, P.K. Robertson and J.J.M. Powell, Cone Penetration testing in Geotechnical Practice, Taylor & Francis Group Spon Press (London, Jan 1997);

- Eurocode 7 - Designers' Guide to EN 1997-1: Geotechnical design - General rules, R Frank, C Bauduin, R Driscoll, M Kavvas, N Krebs Ovesen, T Orr and B Schuppener;
- National Cooperative Highway Research Program - NCHRP Synthesis 368 Cone Penetration Testing, a Synthesis of Highway Practice – Consultant Paul W. Mayne Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia, Washington D.C., 2007;
- Can. Geotech. J. 46: 1337–1355 (2009) Interpretation of cone penetration tests — a unified approach. P.K. Robertson;
- Gregg Drilling & Testing Inc. Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering By P. K. Robertson and K.L. Cabal (Robertson), 4th Edition, July 2010.

### 3.1.3- Penetrometria dinamica DPSH

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

Nel caso in esame le prove sono state eseguite con penetrometro statico-dinamico Pagani, impiegato in configurazione dinamica e punta conica, con le seguenti caratteristiche:

- Peso della massa battente 63.5 kg
- Altezza di caduta libera 75 cm
- Avanzamento della punta 20 cm

#### Punta conica

- Angolo al vertice 90°
- Diametro 50.50 mm
- Sezione 20.00 cm<sup>2</sup>

#### Aste di infissione

- Diametro 32 mm
- Lunghezza 100 mm
- Peso per metro 8 kg

Negli allegati fuori testo (tabelle e diagrammi delle prove) sono riportati i valori del numero di colpi (N) necessari all'infissione di 20 cm dello strumento nel terreno in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione. Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da rapporti empirici basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento).



*Figura 4 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH1 ESEGUITA SUL SITO*



*Figura 5 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH2 ESEGUITA SUL SITO*

#### 4 - MODELLO GEOTECNICO DI SINTESI PER LA PROGETTAZIONE

Il quadro stratigrafico messo in luce dalle indagini geognostiche eseguite è rappresentato in TAV.01.

Si rileva la presenza locale di materiali di riporto con spessori compresi tra 0.0 circa e 1.2 m, seguiti da una successione caratterizzata nei primi metri da materiali soffici da un minimo di 1.9 m dal p.c. fino a massimo 3.8 m dal p.c. sulle diverse verticali (non incontrato solo in corrispondenza di CPT2, e poco addensati fino a profondità comprese tra circa 2.6 e 5.6 m dal p.c. a dominante fine (argille e/o limi) seguite da orizzonti più francamente sabbioso-limosi da poco a mediamente addensati.

Nel seguente schema sono riassunti i parametri geomeccanici indicativi medi elaborati sulla base di correlazioni esistenti con le indagini eseguite:



**Figura 6 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH3 ESEGUITA SUL SITO**



**Figura 7 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH4 ESEGUITA SUL SITO**

SINTESI GEOTECNICA - PARAMETRI MEDI CPTU1												
Strato	Profondità		qt	RL	Dr	$\gamma$ tot	$\phi$	Cu	c'	M	Ic	SBTn
N°	da m	a m	kg/cmq	kg/cmq	%	kg/mc	°	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	-	-
1	0.00	1.90	9.79	0.46	-	1872.52	-	0.43	0.07	38.01	2.62	3

2	1.90	2.60	17.20	0.13	33.71	1756.71	29.73	-	-	48.92	2.18	5
3	2.60	6.00	55.70	0.32	48.87	1923.16	33.88	-	-	113.83	1.84	6
4	6.00	6.90	32.05	0.24	34.11	1875.48	30.21	-	-	71.62	2.17	5
5	6.90	9.10	79.11	0.44	49.59	1987.37	33.98	-	-	148.41	1.82	6
3	9.10	9.90	49.75	0.37	37.38	1955.89	31.23	-	-	104.81	2.10	5

SINTESI GEOTECNICA - PARAMETRI MEDI CPTU2												
Strato	Profondità		qt	RL	Dr	$\gamma$ tot	$\phi$	Cu	c'	M	Ic	SBTn
N°	da m	a m	kg/cmq	kg/cmq	%	kg/mc	°	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	-	-
2	0.00	1.90	27.21	0.57	44.14	1895.13	25.10	0.75	0.13	63.80	2.30	4
3	1.90	3.80	49.66	0.39	50.19	1915.08	33.92	-	-	102.58	1.89	6
4	3.80	4.20	34.65	0.39	38.96	1886.19	30.70	-	-	78.62	2.17	5
5	4.20	4.91	65.03	0.38	51.89	1955.37	34.52	-	-	129.94	1.79	6

PARAMETRI MEDI - TERRENI GRANULARI DPSH1										
Strato	Profondità		SPT	$\phi$	Dr	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	mv	Eed	stato di addensamento
N°	da m	a m	N°	°	%	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq	
X	0.00	0.80	49	42.00	75.91	1.76	2.12	0.005	292.93	addensato
2	0.80	3.00	2	25.65	11.03	1.37	1.79	0.025	40.63	sciolto
4	3.00	5.60	6	27.81	23.74	1.43	1.85	0.016	63.61	poco addensato
3	5.60	13.40	12	30.48	37.50	1.50	1.92	0.011	95.18	mod. addensato
5	13.40	15.00	18	33.19	50.11	1.57	1.99	0.008	130.13	mod. addensato

PARAMETRI MEDI - TERRENI COESIVI										
Strato	Profondità		SPT	Qc	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed	grado di consistenza
N°	da m	a m	N°	kg/cmq	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq	
X	0.00	0.80	49	98.95	2.08	2.23	2.91	0.005	381.87	duro
2	0.80	3.00	2	4.33	1.71	1.75	0.14	0.052	21.34	poco consistente
4	3.00	5.60	6	12.59	1.85	2.02	0.39	0.020	52.82	med. consistente
3	5.60	13.40	12	24.03	1.93	2.17	0.73	0.011	96.41	consistente
5	13.40	15.00	18	36.76	1.99	2.25	1.10	0.007	144.92	molto consistente

PARAMETRI MEDI - TERRENI GRANULARI DPSH2										
Strato	Profondità		SPT	$\phi$	Dr	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	mv	Eed	stato di addensamento
N°	da m	a m	N°	°	%	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq	
X	0.00	1.20	14	31.29	41.57	1.52	1.94	0.010	104.89	mod. addensato
2	1.20	3.80	2	25.72	11.46	1.38	1.79	0.025	41.33	sciolto
4	3.80	5.20	6	27.42	21.49	1.42	1.84	0.017	59.34	poco addensato
3	5.20	12.60	13	30.77	39.14	1.51	1.92	0.010	98.30	mod. addensato
5	12.60	15.00	17	32.63	47.60	1.56	1.97	0.008	122.52	mod. addensato

PARAMETRI MEDI - TERRENI COESIVI										
Strato	Profondità		SPT	Qc	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed	grado di consistenza
N°	da m	a m	N°	kg/cmq	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq	
X	0.00	1.20	14	27.55	1.95	2.22	0.83	0.009	109.81	consistente
2	1.20	3.80	2	4.58	1.72	1.77	0.15	0.049	22.30	poco consistente
4	3.80	5.20	6	11.05	1.83	1.98	0.34	0.024	46.97	med. consistente
3	5.20	12.60	13	25.15	1.94	2.20	0.76	0.010	100.68	consistente

5	12.60	15.00	17	33.98	1.98	2.24	1.02	0.008	134.33	molto consistente
---	-------	-------	----	-------	------	------	------	-------	--------	-------------------

PARAMETRI MEDI - TERRENI GRANULARI DPSH3										
Strato	Profondità		SPT	$\phi$	Dr	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	mv	Eed	stato di addensamento
N°	da m	a m	N°	°	%	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq	
X	0.00	0.80	23	34.68	55.81	1.61	2.02	0.007	153.47	mod. addensato
2	0.80	3.00	3	26.03	13.36	1.38	1.80	0.023	44.41	sciolto
4	3.00	3.60	6	27.90	24.24	1.43	1.85	0.016	64.46	poco addensato
3	3.60	5.20	16	32.03	44.80	1.54	1.96	0.009	115.00	mod. addensato
PARAMETRI MEDI - TERRENI COESIVI										
Strato	Profondità		SPT	Qc	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed	grado di consistenza
N°	da m	a m	N°	kg/cmq	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq	
X	0.00	0.80	23	45.38	2.01	2.24	1.36	0.006	177.77	molto consistente
2	0.80	3.00	3	5.68	1.75	1.83	0.18	0.040	26.50	poco consistente
4	3.00	3.60	6	12.90	1.85	2.03	0.40	0.020	53.99	med. consistente
3	3.60	5.20	16	31.25	1.97	2.22	0.94	0.009	123.91	molto consistente

PARAMETRI MEDI - TERRENI GRANULARI DPSH4										
Strato	Profondità		SPT	$\phi$	Dr	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	mv	Eed	stato di addensamento
N°	da m	a m	N°	°	%	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq	
x	0.00	1.20	17	32.44	46.81	1.55	1.97	0.008	119.96	mod. addensato
2	1.20	3.20	2	25.69	11.26	1.38	1.79	0.025	41.01	sciolto
4	3.20	5.20	6	27.66	23.00	1.42	1.84	0.016	61.71	poco addensato
PARAMETRI MEDI - TERRENI COESIVI										
Strato	Profondità		SPT	Qc	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed	grado di consistenza
N°	da m	a m	N°	kg/cmq	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq	
x	0.00	1.20	17	33.04	1.98	2.24	0.99	0.008	130.75	molto consistente
2	1.20	3.20	2	4.46	1.71	1.76	0.14	0.051	21.86	poco consistente
4	3.20	5.20	6	11.90	1.85	2.02	0.37	0.020	50.21	med. consistente

#### 4.1 – Parametri caratteristici

Per quanto riguarda i Valori Caratteristici, nel Paragrafo 6.2.2 del D.M. 17.01.2018 si ritrova la seguente definizione: “Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato”.

La definizione del D.M. 2018 riprende di fatto quella del D.M. 2008 e quindi dell'Eurocodice 7, ma non offre metodi operativi per la loro determinazione.

La Circolare 617/2008 (afferente al D.M. 2008), nel paragrafo C 6.2.2 riprende la definizione del valore caratteristico data dal D.M. 2008, facendo esplicito riferimento agli Eurocodici ...”nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima



*cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato".*

Ciò indica che la valutazione dei parametri caratteristici va eseguita alla luce delle indicazioni dell'Eurocodice 7 e si specifica che la stima cautelativa va condotta sul parametro più appropriato per lo stato limite preso in considerazione.

Nel paragrafo C 6.2.2 della Circolare, inoltre, viene chiarito, cosa si intende nella pratica per valore caratteristico di un parametro geotecnico: ... *"Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni ... Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato."*

Le opere che coinvolgono grandi volumi di terreno sono quelle che inducono variazioni tensionali all'interno di una porzione sufficientemente elevata di sottosuolo da dare origine a una compensazione delle resistenze. Si parla in questo caso di RESISTENZE COMPENSATE: le zone di terreno a resistenza minima e massima vengono sollecitate contemporaneamente e quello che emerge è un comportamento meccanico intermedio fra i due estremi. Per questo motivo i valori caratteristici dei parametri geotecnici dovranno corrispondere ad una stima cautelativa del valore medio misurato (Di Bernardo, 2009).

Rientrano in questa categoria (Aiello, 2010):

- *terreno di sedime di fondazioni superficiali di grande estensione (platee) o di dimensione ridotta (plinti e travi) ma collegate rigidamente fra loro, in modo da consentire il trasferimento delle azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti;*
- *pali per la portata laterale;*
- *pendii naturali e fronti di scavo di elevata estensione;*
- *opere di contenimento di notevole altezza.*

Nel caso di opere che coinvolgono modesti volumi di terreno a essere sollecitate sono piccole porzioni di terreno in cui prevalgono le resistenze locali. Si parla, quindi, di RESISTENZE NON COMPENSATE e il valore caratteristico andrà selezionato prendendo come riferimento un valore prossimo al minimo misurato.

Rientrano in questa categoria (Aiello, 2010):

- *terreno di base di un palo;*
- *verifica a scorrimento di un muro;*
- *plinti e travi non collegati;*
- *fronti di scavo di modesta ampiezza e muri di altezza contenuta;*
- *strutture con insufficiente rigidità.*

In pratica, le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici suggeriscono che la determinazione del valore caratteristico è basata sul giudizio del geotecnico, così come quella operativa o di progetto.

Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il CSLP, il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando, come già detto, nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, mentre si può fare riferimento ai valori minimi nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno.

In conclusione, pertanto, tenendo ferme le definizioni riportate, per modesti lavori va bene quanto suggerito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; per lavori rilevanti e di grande impatto sul terreno, è opportuno utilizzare il metodo suggerito dall'Eurocodice 7 (Aiello, 2010).

Nell'Eurocodice 7 la scelta del valore caratteristico deve partire da una stima della media spaziale. Lo stesso Eurocodice 7 chiarisce che, partendo dal fatto che molti stati limite dipendono dalla variabilità e dal valore medio del terreno nel volume di interesse, si potrà scegliere di avere una probabilità del 5% che un valore peggiore governi il comportamento del materiale in sito o, in un'ottica molto meno pessimistica, scegliere una semplice stima cautelativa del valore medio spaziale.

In generale quando il campo di variabilità dei dati ottenuti dalle prove è ristretto, quando cioè non si ha una sistematica variazione dei risultati a seconda della posizione dei campioni analizzati nell'area del progetto e con la profondità, e quindi le variazioni possono essere trattate come casuali, potrà essere accettabile adottare un valore cautelativo medio spaziale (associabile ad un Intervallo di confidenza al 95% della media del campione).

Dove, invece, il campo di variazione dei valori ottenuti dalle prove di laboratorio e in sito è ampio, è necessario adottare un valore caratteristico più pessimistico (in riferimento ad una distribuzione statistica tale probabilità può essere associata al frattile 5% della distribuzione normale della popolazione).

Tanto premesso i valori caratteristici, sono stati determinati con relazioni riportate e riassunte nell'Allegato fuori testo (Allegato 1) in base alle seguenti fonti di letteratura:

- *EUROCODICE 7*
- *Frank, R., Bauduin, C., Driscoll, R., Kavvas, M., Krebs Ovesen, N., Orr, T., Schuppener, B.: Designers' guide to EN 1997-1, Eurocode 7: geotechnical design-general rules, 2004, Thomas Telford Ltd (series editor Gulvanessian)*
- *Bond, A., Harris, A., Decoding Eurocode 7, Taylor and Francis, 2008*

Si fa presente che il valore della covarianza esprime una misura della affidabilità della tendenza centrale di una serie di dati o, in maniera equivalente, della dispersione della componente fluttuante rispetto al valore medio del trend. Minore è il valore del COV, minore la dispersione dei dati. Dalla Letteratura (Vannucchi, Uzielli, 2004) risulta che valori del COV inferiori al 10% possano essere considerati "bassi", valori compresi tra 10% e 30% "medi" e valori superiori al 30% "alti".

Nella determinazione dei parametri caratteristici si è inoltre tenuto conto della numerosità dei dati del dataset analizzato (rispetto ad una soglia calcolata statisticamente), adottando a seconda del caso una procedura con coefficiente di variazione non determinato oppure noto da letteratura per ciascuna grandezza considerata.

Si mette in risalto infine che, nella maggior parte dei casi, ad esclusione di quanto indicato nella letteratura specializzata i valori caratteristici da utilizzare nelle verifiche sono i valori inferiori (lower bound).

Si pone inoltre in evidenza che i valori caratteristici superiori (upper bound), come prescritto dalla norma prEN 1990 (Eurocodice 0) e rilevato da Gulvanessian et al., 2002 (Designer's guide to EN 1990), vanno usati nelle verifiche nelle condizioni in cui il loro utilizzo risulti in un effetto sfavorevole rispetto all'utilizzo dei valori caratteristici inferiori. Alcuni casi particolari nei quali gli effetti possono risultare sfavorevoli adottando il valore caratteristico superiore sono l'attrito negativo nei pali ( $\Phi$ ), i cedimenti differenziali (moduli elastici e di comprimibilità), la stabilità dei fronti di scavo, rilevati e versanti ( $\gamma$ ), come rilevato da Frank et al., 2004 (Designer's guide to Eurocode 7).

Di seguito vengono riportate le tabelle contenenti i dati statistici e le elaborazioni eseguite per ciascun parametro considerato:

CPTU1														
								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
ANGOLO DI ATTRITO $\phi$								Vx $\phi = 10\%$		IC 95% media		5% frattile		
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub>	Xk <sub>low</sub>	Xk <sub>low</sub>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.90	2.60	29.73	1.36	7	4.57%	31.14	26.91	1.94	1.64	1.68	28.74	30.73	26.91	32.56
2.60	6.00	33.88	1.44	34	4.25%	36.07	31.23	1.69	1.64	1.65	33.47	34.30	31.41	36.36

6.00	6.90	30.21	1.12	9	3.71%	31.57	28.30	1.86	1.64	1.12	29.52	30.91	28.02	32.41
6.90	9.10	33.98	1.40	22	4.13%	36.02	30.65	1.72	1.64	1.57	33.46	34.49	31.51	36.45
9.10	9.90	31.23	0.90	8	2.88%	32.55	30.23	1.89	1.64	0.70	30.63	31.83	29.42	33.03
COESIONE NON DRENATA Cu								Vx Cu = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	0.43	0.18	16	42.42%	0.88	0.20	1.75	1.64	2.11	0.35	0.51	0.10	0.77
PESO DI VOUME TOTALE γ								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	1872.52	100.65	19	5.37%	2015.70	1570.71	1.73	1.64	146.38	1837.19	1907.85	1714.52	2030.52
1.90	2.60	1756.71	12.05	7	0.69%	1771.99	1739.74	1.94	1.64	2.24	1747.86	1765.56	1731.68	1781.73
2.60	6.00	1923.16	54.22	34	2.82%	1997.29	1780.43	1.69	1.64	41.36	1896.03	1950.28	1762.68	2083.63
6.00	6.90	1875.48	31.46	9	1.68%	1934.28	1836.24	1.86	1.64	14.28	1824.07	1926.90	1712.89	2038.07
6.90	9.10	1987.37	38.77	22	1.95%	2036.97	1897.10	1.72	1.64	20.46	1973.14	2001.59	1919.16	2055.57
9.10	9.90	1955.89	27.67	8	1.41%	1997.36	1918.51	1.89	1.64	10.59	1899.02	2012.77	1785.28	2126.51
COESIONE EFFICACE c'								Vx c' = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	0.07	0.03	16	40.76%	0.14	0.04	1.75	1.64	0.31	0.06	0.08	0.02	0.12
MODULO CONFINATO M								Vx M = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	38.01	9.87	19	25.97%	51.39	22.92	1.73	1.64	69.34	33.71	42.31	18.77	57.25
1.90	2.60	48.92	3.68	7	7.52%	51.39	41.36	1.94	1.64	7.48	39.80	58.04	23.11	74.73
2.60	6.00	113.83	26.18	34	22.99%	150.95	54.71	1.69	1.64	162.87	104.20	123.46	56.84	170.82
6.00	6.90	71.62	13.74	9	19.19%	89.99	49.56	1.86	1.64	71.35	59.84	83.40	34.37	108.87
6.90	9.10	148.41	25.14	22	16.94%	185.50	92.58	1.72	1.64	115.24	132.80	164.02	73.53	223.29
9.10	9.90	104.81	15.07	8	14.38%	126.07	88.78	1.89	1.64	58.61	86.52	123.09	49.95	159.66
MODULO ELASTICO E								Vx E = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.90	2.60	38.71	8.44	7	21.79%	46.77	21.57	1.94	1.64	49.74	31.49	45.93	18.29	59.13
2.60	6.00	125.33	34.61	34	27.62%	178.50	53.42	1.69	1.64	258.67	114.72	135.93	62.58	188.07
6.00	6.90	72.10	15.34	9	21.28%	93.01	48.03	1.86	1.64	88.33	60.24	83.96	34.60	109.61
6.90	9.10	178.00	40.61	22	22.81%	248.90	96.12	1.72	1.64	250.71	159.27	196.72	88.19	267.80
9.10	9.90	111.93	19.57	8	17.49%	139.99	91.56	1.89	1.64	92.61	92.40	131.46	53.35	170.51

CPTU2														
Gulvanessian et al. (Telford 2002)														
ANGOLO DI ATTRITO φ								Vx φ = 10%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	25.10	10.13	13	40.37%	43.54	15.39	1.78	1.64	110.68	23.95	26.24	20.81	29.38
1.90	3.80	33.92	2.11	19	6.21%	38.89	29.39	1.73	1.64	3.54	33.08	34.76	30.18	37.67
3.80	4.20	30.70	3.45	4	11.23%	34.66	26.32	2.35	1.64	10.48	28.18	33.23	25.06	36.35
4.20	4.91	34.52	0.73	7	2.11%	35.18	33.18	1.94	1.64	0.41	33.99	35.06	33.01	36.03
COESIONE NON DRENATA Cu								Vx Cu = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	0.75	0.53	14	70.96%	1.96	0.31	1.77	1.64	10.16	0.50	1.00	-0.22	1.72
PESO DI VOUME TOTALE γ								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	

da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	1895.13	160.62	19	8.48%	2129.57	1400.05	1.73	1.64	368.40	1859.37	1930.88	1735.22	2055.04
1.90	3.80	1915.08	105.75	19	5.52%	2075.48	1656.87	1.73	1.64	158.03	1878.95	1951.21	1753.49	2076.67
3.80	4.20	1886.19	160.44	4	8.51%	2038.69	1737.41	2.35	1.64	369.32	1808.62	1963.75	1712.75	2059.62
4.20	4.91	1955.37	31.44	7	1.61%	1983.06	1896.04	1.94	1.64	13.68	1894.58	2016.15	1783.45	2127.28
COESIONE EFFICACE c'								Vx c' = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	0.13	0.09	14	66.77%	0.33	0.06	1.77	1.64	1.57	0.09	0.17	-0.03	0.29
MODULO CONFINATO M								Vx M = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n° dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.90	63.80	46.61	19	73.06%	211.36	34.02	1.73	1.64	921.44	56.58	71.02	31.50	96.10
1.90	3.80	102.58	32.14	19	31.33%	182.32	50.51	1.73	1.64	272.54	90.97	114.19	50.65	154.52
3.80	4.20	78.62	39.63	4	50.40%	132.30	45.10	2.35	1.64	540.50	59.22	98.02	35.25	121.99
4.20	4.91	129.94	14.34	7	11.04%	143.78	104.15	1.94	1.64	42.85	105.71	154.18	61.39	198.49

DPSH1														
TERRENI GRANULARI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
PHI								Vx φ = 10%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	42.00	9.93	4	23.65%	51.03	29.83	2.35	1.64	63.54	38.54	45.45	34.27	49.72
0.80	3.00	25.65	0.56	11	2.18%	26.90	25.28	1.81	1.64	0.33	25.35	25.96	24.60	26.71
3.00	5.60	27.81	1.09	13	3.91%	31.15	26.90	1.78	1.64	1.15	27.28	28.35	25.80	29.83
5.60	13.40	30.48	1.67	39	5.48%	33.59	28.41	1.69	1.64	2.48	30.03	30.93	27.63	33.34
13.40	15.00	33.19	0.21	8	0.64%	33.59	33.01	1.89	1.64	0.04	33.05	33.34	32.76	33.62
γ dry								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	1.76	0.22	4	12.27%	1.94	1.48	2.35	1.64	0.72	1.51	2.02	1.20	2.33
0.80	3.00	1.37	0.01	11	0.99%	1.41	1.37	1.81	1.64	0.00	1.37	1.38	1.35	1.40
3.00	5.60	1.43	0.03	13	1.98%	1.52	1.41	1.78	1.64	0.02	1.41	1.44	1.38	1.48
5.60	13.40	1.50	0.04	39	3.00%	1.58	1.44	1.69	1.64	0.04	1.49	1.51	1.42	1.58
13.40	15.00	1.57	0.01	8	0.38%	1.58	1.57	1.89	1.64	0.00	1.57	1.58	1.56	1.58
γ sat								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	2.12	0.16	4	7.74%	2.25	1.90	2.35	1.64	0.34	1.93	2.32	1.69	2.55
0.80	3.00	1.79	0.02	11	0.85%	1.82	1.78	1.81	1.64	0.00	1.78	1.80	1.76	1.82
3.00	5.60	1.85	0.03	13	1.56%	1.93	1.82	1.78	1.64	0.01	1.83	1.86	1.79	1.90
5.60	13.40	1.92	0.04	39	2.24%	2.00	1.86	1.69	1.64	0.03	1.90	1.93	1.84	1.99
13.40	15.00	1.99	0.01	8	0.27%	2.00	1.98	1.89	1.64	0.00	1.98	1.99	1.98	2.00
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	0.005	0.00	4	83.80%	0.012	0.002	2.35	1.64	0.10	0.000	0.010	-0.006	0.017
0.80	3.00	0.025	0.00	11	12.38%	0.027	0.019	1.81	1.64	0.01	0.023	0.027	0.019	0.031
3.00	5.60	0.016	0.00	13	14.36%	0.019	0.010	1.78	1.64	0.01	0.015	0.017	0.012	0.020
5.60	13.40	0.011	0.00	39	20.61%	0.014	0.007	1.69	1.64	0.01	0.010	0.012	0.007	0.015
13.40	15.00	0.008	0.00	8	2.29%	0.008	0.007	1.89	1.64	0.00	0.008	0.008	0.007	0.008

Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	292.93	175.99	4	60.08%	453.72	86.42	2.35	1.64	#####	220.66	365.21	131.32	454.55
0.80	3.00	40.63	5.70	11	14.04%	53.45	36.86	1.81	1.64	21.67	34.59	46.68	19.69	61.57
3.00	5.60	63.61	12.63	13	19.86%	102.81	53.45	1.78	1.64	67.91	54.90	72.31	31.03	96.18
5.60	13.40	95.18	21.15	39	22.22%	135.71	69.97	1.69	1.64	127.18	87.66	102.70	47.61	142.75
13.40	15.00	130.13	3.02	8	2.32%	135.71	127.59	1.89	1.64	1.90	128.11	132.15	124.06	136.20
TERRENI COESIVI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
γ dry								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	2.08	0.12	4	5.76%	2.18	1.92	2.35	1.64	0.19	1.94	2.22	1.77	2.40
0.80	3.00	1.71	0.05	11	3.07%	1.81	1.67	1.81	1.64	0.04	1.68	1.74	1.61	1.81
3.00	5.60	1.85	0.04	13	1.92%	1.95	1.81	1.78	1.64	0.02	1.83	1.87	1.78	1.92
5.60	13.40	1.93	0.04	39	2.03%	2.00	1.88	1.69	1.64	0.02	1.92	1.94	1.86	2.00
13.40	15.00	1.99	0.00	8	0.19%	2.00	1.99	1.89	1.64	0.00	1.99	1.99	1.98	2.00
γ sat								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	2.23	0.05	4	2.12%	2.25	2.16	2.35	1.64	0.03	2.17	2.28	2.10	2.35
0.80	3.00	1.75	0.10	11	5.80%	1.95	1.68	1.81	1.64	0.16	1.70	1.81	1.56	1.94
3.00	5.60	2.02	0.07	13	3.40%	2.22	1.95	1.78	1.64	0.06	1.99	2.06	1.90	2.15
5.60	13.40	2.17	0.06	39	2.90%	2.25	2.07	1.69	1.64	0.05	2.15	2.19	2.06	2.28
13.40	15.00	2.25	0.00	8	0.00%	2.25	2.25	1.89	1.64	0.00	2.25	2.25	2.25	2.25
Cu								Vx Cu = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	2.91	1.95	4	66.99%	4.69	0.63	2.35	1.64	35.32	2.19	3.63	1.30	4.51
0.80	3.00	0.14	0.06	11	43.75%	0.28	0.10	1.81	1.64	0.72	0.11	0.17	0.02	0.26
3.00	5.60	0.39	0.14	13	35.21%	0.81	0.28	1.78	1.64	1.30	0.32	0.45	0.13	0.64
5.60	13.40	0.73	0.23	39	31.43%	1.17	0.45	1.69	1.64	1.94	0.67	0.79	0.34	1.12
13.40	15.00	1.10	0.03	8	2.96%	1.17	1.08	1.89	1.64	0.03	1.08	1.13	1.04	1.17
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	0.005	0.00	4	100.91%	0.012	0.002	2.35	1.64	0.13	-0.001	0.010	-0.008	0.018
0.80	3.00	0.052	0.01	11	28.06%	0.062	0.026	1.81	1.64	0.11	0.044	0.059	0.024	0.079
3.00	5.60	0.020	0.00	13	21.50%	0.026	0.009	1.78	1.64	0.03	0.018	0.022	0.012	0.028
5.60	13.40	0.011	0.00	39	28.29%	0.016	0.007	1.69	1.64	0.02	0.010	0.012	0.006	0.017
13.40	15.00	0.007	0.00	8	2.86%	0.007	0.007	1.89	1.64	0.00	0.007	0.007	0.007	0.007
Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	381.87	255.80	4	66.99%	617.15	84.22	2.35	1.64	#####	287.65	476.09	171.19	592.55
0.80	3.00	21.34	7.80	11	36.52%	38.87	16.19	1.81	1.64	77.05	18.17	24.52	10.34	32.35
3.00	5.60	52.82	17.42	13	32.97%	106.90	38.87	1.78	1.64	155.37	45.59	60.05	25.77	79.87
5.60	13.40	96.41	29.32	39	30.42%	152.71	61.55	1.69	1.64	241.37	88.79	104.02	48.23	144.59
13.40	15.00	144.92	4.22	8	2.91%	152.71	141.38	1.89	1.64	3.32	142.09	147.74	136.44	153.40

DPSH2														
TERRENI GRANULARI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
PHI								Vx $\phi = 10\%$			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	$z_{0.05}$	Soglia	$Xk_{mean}^-$	$Xk_{mean}^+$	$Xk_{low}^-$	$Xk_{low}^+$
0.00	1.20	31.29	1.11	6	3.53%	32.12	29.13	2.02	1.64	1.06	30.38	32.20	28.89	33.70
1.20	3.80	25.72	0.54	13	2.09%	26.90	25.28	1.78	1.64	0.30	25.46	25.99	24.73	26.71
3.80	5.20	27.42	1.19	7	4.33%	29.83	26.10	1.94	1.64	1.39	26.55	28.29	24.95	29.89
5.20	12.60	30.77	0.98	37	3.20%	32.12	29.13	1.69	1.64	0.85	30.50	31.05	29.09	32.46
12.60	15.00	32.63	0.94	13	2.88%	33.59	30.50	1.78	1.64	0.73	32.16	33.09	30.89	34.37
$\gamma$ dry								Vx $\gamma = 5\%$			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	$z_{0.05}$	Soglia	$Xk_{mean}^-$	$Xk_{mean}^+$	$Xk_{low}^-$	$Xk_{low}^+$
0.00	1.20	1.52	0.03	6	1.94%	1.54	1.46	2.02	1.64	0.02	1.50	1.54	1.46	1.58
1.20	3.80	1.38	0.01	13	0.95%	1.41	1.37	1.78	1.64	0.00	1.37	1.38	1.35	1.40
3.80	5.20	1.42	0.03	7	2.13%	1.48	1.39	1.94	1.64	0.02	1.40	1.44	1.36	1.48
5.20	12.60	1.51	0.03	37	1.75%	1.54	1.46	1.69	1.64	0.01	1.50	1.51	1.46	1.55
12.60	15.00	1.56	0.03	13	1.66%	1.58	1.50	1.78	1.64	0.01	1.54	1.57	1.51	1.60
$\gamma$ sat								Vx $\gamma = 5\%$			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	$z_{0.05}$	Soglia	$Xk_{mean}^-$	$Xk_{mean}^+$	$Xk_{low}^-$	$Xk_{low}^+$
0.00	1.20	1.94	0.03	6	1.48%	1.96	1.88	2.02	1.64	0.01	1.91	1.96	1.88	2.00
1.20	3.80	1.79	0.01	13	0.82%	1.82	1.78	1.78	1.64	0.00	1.78	1.80	1.76	1.82
3.80	5.20	1.84	0.03	7	1.73%	1.90	1.80	1.94	1.64	0.01	1.81	1.86	1.77	1.90
5.20	12.60	1.92	0.03	37	1.32%	1.96	1.88	1.69	1.64	0.01	1.92	1.93	1.88	1.97
12.60	15.00	1.97	0.02	13	1.20%	2.00	1.92	1.78	1.64	0.01	1.96	1.98	1.93	2.02
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	$z_{0.05}$	Soglia	$Xk_{mean}^-$	$Xk_{mean}^+$	$Xk_{low}^-$	$Xk_{low}^+$
0.00	1.20	0.010	0.00	6	15.98%	0.013	0.009	2.02	1.64	0.01	0.008	0.011	0.006	0.013
1.20	3.80	0.025	0.00	13	12.31%	0.027	0.019	1.78	1.64	0.01	0.023	0.026	0.019	0.030
3.80	5.20	0.017	0.00	7	18.77%	0.022	0.012	1.94	1.64	0.02	0.015	0.020	0.011	0.024
5.20	12.60	0.010	0.00	37	13.02%	0.013	0.009	1.69	1.64	0.00	0.010	0.011	0.008	0.013
12.60	15.00	0.008	0.00	13	11.62%	0.011	0.007	1.78	1.64	0.00	0.008	0.009	0.006	0.010
Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	$z_{0.05}$	Soglia	$Xk_{mean}^-$	$Xk_{mean}^+$	$Xk_{low}^-$	$Xk_{low}^+$
0.00	1.20	104.89	13.70	6	13.06%	115.39	78.21	2.02	1.64	48.39	83.76	126.02	48.98	160.80
1.20	3.80	41.33	5.48	13	13.26%	53.45	36.86	1.78	1.64	19.65	35.67	46.99	20.17	62.49
3.80	5.20	59.34	13.23	7	22.29%	86.42	45.16	1.94	1.64	79.80	48.27	70.41	28.04	90.64
5.20	12.60	98.30	12.26	37	12.47%	115.39	78.21	1.69	1.64	41.38	90.33	106.28	49.14	147.46
12.60	15.00	122.52	12.57	13	10.26%	135.71	94.63	1.78	1.64	34.89	105.75	139.29	59.78	185.26
TERRENI COESIVI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
$\gamma$ dry								Vx $\gamma = 5\%$			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	$z_{0.05}$	Soglia	$Xk_{mean}^-$	$Xk_{mean}^+$	$Xk_{low}^-$	$Xk_{low}^+$
0.00	1.20	1.95	0.03	6	1.36%	1.97	1.90	2.02	1.64	0.01	1.93	1.97	1.89	2.01
1.20	3.80	1.72	0.05	13	3.00%	1.81	1.67	1.78	1.64	0.04	1.69	1.74	1.62	1.81
3.80	5.20	1.83	0.05	7	2.67%	1.92	1.76	1.94	1.64	0.04	1.80	1.87	1.73	1.93
5.20	12.60	1.94	0.02	37	1.20%	1.97	1.90	1.69	1.64	0.01	1.93	1.95	1.90	1.98

12.60	15.00	1.98	0.02	13	0.94%	2.00	1.94	1.78	1.64	0.00	1.97	1.99	1.95	2.01
γ sat								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	2.22	0.05	6	2.28%	2.25	2.12	2.02	1.64	0.03	2.18	2.26	2.11	2.33
1.20	3.80	1.77	0.10	13	5.65%	1.95	1.68	1.78	1.64	0.15	1.72	1.82	1.58	1.95
3.80	5.20	1.98	0.09	7	4.76%	2.16	1.85	1.94	1.64	0.12	1.92	2.05	1.79	2.18
5.20	12.60	2.20	0.04	37	2.00%	2.25	2.12	1.69	1.64	0.02	2.18	2.21	2.12	2.27
12.60	15.00	2.24	0.02	13	0.83%	2.25	2.19	1.78	1.64	0.00	2.23	2.25	2.21	2.28
Cu								Vx Cu = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	0.83	0.15	6	17.78%	0.94	0.54	2.02	1.64	0.71	0.71	0.95	0.51	1.15
1.20	3.80	0.15	0.06	13	39.88%	0.28	0.10	1.78	1.64	0.63	0.12	0.18	0.04	0.26
3.80	5.20	0.34	0.14	7	41.76%	0.63	0.19	1.94	1.64	1.61	0.24	0.45	0.05	0.64
5.20	12.60	0.76	0.13	37	17.41%	0.94	0.54	1.69	1.64	0.62	0.72	0.80	0.53	0.99
12.60	15.00	1.02	0.14	13	13.31%	1.17	0.72	1.78	1.64	0.49	0.95	1.09	0.77	1.27
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	0.009	0.00	6	22.87%	0.014	0.008	2.02	1.64	0.01	0.008	0.011	0.005	0.014
1.20	3.80	0.049	0.01	13	29.24%	0.062	0.026	1.78	1.64	0.11	0.042	0.056	0.023	0.076
3.80	5.20	0.024	0.01	7	31.90%	0.036	0.012	1.94	1.64	0.06	0.018	0.029	0.008	0.039
5.20	12.60	0.010	0.00	37	18.07%	0.014	0.008	1.69	1.64	0.01	0.010	0.011	0.007	0.013
12.60	15.00	0.008	0.00	13	15.37%	0.010	0.007	1.78	1.64	0.00	0.007	0.008	0.005	0.010
Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	109.81	18.96	6	17.26%	124.37	72.88	2.02	1.64	88.57	87.69	131.93	51.28	168.34
1.20	3.80	22.30	7.49	13	33.58%	38.87	16.19	1.78	1.64	68.02	19.24	25.35	10.88	33.71
3.80	5.20	46.97	18.18	7	38.71%	84.22	27.53	1.94	1.64	190.48	38.21	55.73	22.19	71.74
5.20	12.60	100.68	16.98	37	16.86%	124.37	72.88	1.69	1.64	77.49	92.51	108.85	50.33	151.03
12.60	15.00	134.33	17.49	13	13.02%	152.71	95.56	1.78	1.64	61.61	115.94	152.71	65.54	203.11

DPSH3														
TERRENI GRANULARI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
PHI								Vx φ = 10%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	34.68	2.43	4	7.00%	36.67	31.15	2.35	1.64	4.60	31.82	37.53	28.30	41.05
0.80	3.00	26.03	0.44	11	1.68%	26.90	25.28	1.81	1.64	0.20	25.79	26.26	25.20	26.85
3.00	3.60	27.90	1.13	3	4.07%	29.13	26.90	2.92	1.64	1.25	25.98	29.81	24.07	31.72
3.60	5.20	32.03	1.64	8	5.12%	34.12	29.83	1.89	1.64	2.27	30.93	33.13	28.74	35.33
γ dry								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	1.61	0.07	4	4.23%	1.67	1.52	2.35	1.64	0.08	1.53	1.70	1.44	1.79
0.80	3.00	1.38	0.01	11	0.77%	1.41	1.37	1.81	1.64	0.00	1.38	1.39	1.36	1.40
3.00	3.60	1.43	0.03	3	2.02%	1.46	1.41	2.92	1.64	0.02	1.38	1.48	1.33	1.53
3.60	5.20	1.54	0.04	8	2.92%	1.60	1.48	1.89	1.64	0.04	1.51	1.57	1.45	1.63



γ sat								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	2.02	0.06	4	2.91%	2.07	1.93	2.35	1.64	0.05	1.95	2.09	1.87	2.17
0.80	3.00	1.80	0.01	11	0.66%	1.82	1.78	1.81	1.64	0.00	1.79	1.80	1.78	1.82
3.00	3.60	1.85	0.03	3	1.64%	1.88	1.82	2.92	1.64	0.01	1.80	1.90	1.75	1.95
3.60	5.20	1.96	0.04	8	2.12%	2.01	1.90	1.89	1.64	0.02	1.93	1.98	1.87	2.04
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	0.007	0.00	4	28.44%	0.010	0.005	2.35	1.64	0.01	0.005	0.009	0.002	0.012
0.80	3.00	0.023	0.00	11	10.56%	0.027	0.019	1.81	1.64	0.01	0.021	0.024	0.018	0.027
3.00	3.60	0.016	0.00	3	18.70%	0.019	0.013	2.92	1.64	0.02	0.011	0.021	0.006	0.026
3.60	5.20	0.009	0.00	8	19.39%	0.012	0.007	1.89	1.64	0.01	0.008	0.010	0.005	0.012
Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	153.47	35.23	4	22.95%	183.74	102.81	2.35	1.64	218.79	115.60	191.33	68.80	238.13
0.80	3.00	44.41	4.47	11	10.08%	53.45	36.86	1.81	1.64	12.20	37.80	51.01	21.52	67.29
3.00	3.60	64.46	12.60	3	19.55%	78.21	53.45	2.92	1.64	66.69	46.09	82.82	27.73	101.18
3.60	5.20	115.00	21.79	8	18.94%	143.48	86.42	1.89	1.64	111.67	94.94	135.07	54.81	175.20
TERRENI COESIVI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
γ dry								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	2.01	0.04	4	2.09%	2.05	1.95	2.35	1.64	0.02	1.96	2.06	1.90	2.12
0.80	3.00	1.75	0.04	11	2.32%	1.81	1.67	1.81	1.64	0.03	1.73	1.77	1.67	1.83
3.00	3.60	1.85	0.04	3	2.37%	1.90	1.81	2.92	1.64	0.03	1.78	1.93	1.71	2.00
3.60	5.20	1.97	0.03	8	1.69%	2.01	1.92	1.89	1.64	0.02	1.94	1.99	1.90	2.03
γ sat								Vx γ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	2.24	0.02	4	0.73%	2.25	2.22	2.35	1.64	0.00	2.22	2.26	2.20	2.28
0.80	3.00	1.83	0.08	11	4.30%	1.95	1.68	1.81	1.64	0.09	1.79	1.87	1.68	1.98
3.00	3.60	2.03	0.09	3	4.19%	2.12	1.95	2.92	1.64	0.10	1.89	2.17	1.74	2.32
3.60	5.20	2.22	0.04	8	1.72%	2.25	2.16	1.89	1.64	0.02	2.20	2.25	2.15	2.30
Cu								Vx Cu = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	1.36	0.38	4	28.15%	1.69	0.81	2.35	1.64	2.91	0.91	1.81	0.35	2.36
0.80	3.00	0.18	0.05	11	26.62%	0.28	0.10	1.81	1.64	0.35	0.15	0.21	0.09	0.27
3.00	3.60	0.40	0.14	3	34.26%	0.54	0.28	2.92	1.64	1.26	0.17	0.62	-0.06	0.85
3.60	5.20	0.94	0.24	8	25.05%	1.25	0.63	1.89	1.64	1.60	0.78	1.10	0.47	1.41
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	0.006	0.00	4	36.33%	0.009	0.005	2.35	1.64	0.02	0.003	0.009	0.000	0.012
0.80	3.00	0.040	0.01	11	28.06%	0.062	0.026	1.81	1.64	0.09	0.034	0.046	0.019	0.061
3.00	3.60	0.020	0.01	3	30.35%	0.026	0.014	2.92	1.64	0.05	0.010	0.030	0.000	0.040
3.60	5.20	0.009	0.00	8	25.41%	0.012	0.006	1.89	1.64	0.01	0.007	0.010	0.004	0.013
Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	

da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	0.80	177.77	49.32	4	27.74%	220.29	106.90	2.35	1.64	370.22	133.91	221.63	79.69	275.84
0.80	3.00	26.50	6.12	11	23.08%	38.87	16.19	1.81	1.64	38.19	22.56	30.44	12.84	40.16
3.00	3.60	53.99	17.32	3	32.08%	72.88	38.87	2.92	1.64	150.37	38.61	69.37	23.23	84.75
3.60	5.20	123.91	30.30	8	24.46%	163.60	84.22	1.89	1.64	200.56	102.29	145.53	59.06	188.76

DPSH4														
TERRENI GRANULARI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
PHI								Vx $\phi$ = 10%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	32.44	0.90	6	2.79%	33.56	31.15	2.02	1.64	0.68	31.70	33.19	30.47	34.41
1.20	3.20	25.69	0.57	10	2.23%	26.90	25.28	1.83	1.64	0.35	25.36	26.02	24.59	26.79
3.20	5.20	27.66	0.50	10	1.82%	28.41	26.90	1.83	1.64	0.25	27.37	27.95	26.69	28.63
$\gamma$ dry								Vx $\gamma$ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
0.00	1.20	1.55	0.02	6	1.61%	1.58	1.52	2.02	1.64	0.01	1.53	1.57	1.50	1.61
1.20	3.20	1.38	0.01	10	1.02%	1.41	1.37	1.83	1.64	0.00	1.37	1.38	1.35	1.40
3.20	5.20	1.42	0.01	10	0.89%	1.44	1.41	1.83	1.64	0.00	1.42	1.43	1.40	1.45
$\gamma$ sat								Vx $\gamma$ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
0.00	1.20	1.97	0.02	6	1.15%	1.99	1.93	2.02	1.64	0.01	1.95	1.99	1.92	2.02
1.20	3.20	1.79	0.02	10	0.87%	1.82	1.78	1.83	1.64	0.00	1.78	1.80	1.76	1.82
3.20	5.20	1.84	0.01	10	0.73%	1.86	1.82	1.83	1.64	0.00	1.83	1.85	1.82	1.87
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
0.00	1.20	0.008	0.00	6	10.38%	0.010	0.007	2.02	1.64	0.00	0.008	0.009	0.007	0.010
1.20	3.20	0.025	0.00	10	12.82%	0.027	0.019	1.83	1.64	0.01	0.023	0.027	0.019	0.031
3.20	5.20	0.016	0.00	10	9.07%	0.019	0.014	1.83	1.64	0.00	0.015	0.017	0.013	0.019
Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	
0.00	1.20	119.96	12.25	6	10.21%	135.38	102.81	2.02	1.64	33.83	95.79	144.12	56.02	183.89
1.20	3.20	41.01	5.87	10	14.31%	53.45	36.86	1.83	1.64	22.71	34.61	47.41	19.79	62.23
3.20	5.20	61.71	5.51	10	8.92%	69.97	53.45	1.83	1.64	13.30	52.08	71.34	29.77	93.65
TERRENI COESIVI								Gulvanessian et al. (Telford 2002)						
$\gamma$ dry								Vx $\gamma$ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
0.00	1.20	1.98	0.02	6	0.88%	2.00	1.95	2.02	1.64	0.00	1.96	1.99	1.94	2.01
1.20	3.20	1.71	0.05	10	3.14%	1.81	1.67	1.83	1.64	0.05	1.68	1.75	1.61	1.82
3.20	5.20	1.85	0.02	10	1.17%	1.88	1.81	1.83	1.64	0.01	1.83	1.86	1.81	1.89
$\gamma$ sat								Vx $\gamma$ = 5%			IC 95% media		5% frattile	
0.00	1.20	2.24	0.01	6	0.59%	2.25	2.22	2.02	1.64	0.00	2.23	2.25	2.21	2.27
1.20	3.20	1.76	0.10	10	5.92%	1.95	1.68	1.83	1.64	0.17	1.70	1.82	1.56	1.96
3.20	5.20	2.02	0.04	10	2.07%	2.07	1.95	1.83	1.64	0.02	1.99	2.04	1.94	2.10

Cu								Vx Cu = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	0.99	0.13	6	13.33%	1.16	0.81	2.02	1.64	0.48	0.89	1.10	0.71	1.28
1.20	3.20	0.14	0.06	10	43.73%	0.28	0.10	1.83	1.64	0.74	0.11	0.18	0.02	0.26
3.20	5.20	0.37	0.06	10	16.17%	0.45	0.28	1.83	1.64	0.26	0.33	0.40	0.25	0.48
mv								Vx mv = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	0.008	0.00	6	13.37%	0.009	0.007	2.02	1.64	0.00	0.007	0.009	0.006	0.010
1.20	3.20	0.051	0.01	10	29.34%	0.062	0.026	1.83	1.64	0.12	0.042	0.059	0.022	0.079
3.20	5.20	0.020	0.00	10	15.77%	0.026	0.016	1.83	1.64	0.01	0.018	0.022	0.014	0.027
Eed								Vx Eed = 30%			IC 95% media		5% frattile	
da m	a m	Media	DevST	n°dati	COV	Max	Min	t(n-1)	z <sub>0.05</sub>	Soglia	Xk <sub>mean</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>mean</sub> <sup>+</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>-</sup>	Xk <sub>low</sub> <sup>+</sup>
0.00	1.20	130.75	17.05	6	13.04%	152.26	106.90	2.02	1.64	60.20	#####	157.09	61.06	200.44
1.20	3.20	21.86	8.02	10	36.68%	38.87	16.19	1.83	1.64	79.58	18.45	25.27	10.55	33.17
3.20	5.20	50.21	7.56	10	15.06%	61.55	38.87	1.83	1.64	30.80	42.37	58.04	24.22	76.19

Vista la volumetria di volume coinvolto e la rigidità della fondazione prevista, nelle tabelle successive vengono riassunti i parametri caratteristici per ciascuna verticale indagata, avendo ritenuto accettabile un valore cautelativo medio spaziale (Intervallo di confidenza al 95% della media del campione).

SINTESI GEOTECNICA - PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU1								
Strato	Profondità		γ tot	φ	Cu	c'	M	E
N°	da m	a m	kg/mc	°	kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>
1	0.00	1.90	1837.19	-	0.35	0.06	33.71	-
2	1.90	2.60	1747.86	28.74	-	-	39.80	31.49
3	2.60	6.00	1896.03	33.47	-	-	104.20	114.72
4	6.00	6.90	1824.07	29.52	-	-	59.84	60.24
5	6.90	9.10	1973.14	33.46	-	-	132.80	159.27
3	9.10	9.90	1899.02	30.63	-	-	86.52	92.40

SINTESI GEOTECNICA - PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU2								
Strato	Profondità		γ tot	φ	Cu	c'	M	E
N°	da m	a m	kg/mc	°	kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>
2	0.00	1.90	1859.37	23.95	0.50	0.09	56.58	66.32
3	1.90	3.80	1878.95	33.08	-	-	90.97	99.08
4	3.80	4.20	1808.62	28.18	-	-	59.22	58.72
5	4.20	4.91	1894.58	33.99	-	-	105.71	119.03

DPSH1								
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI GRANULARI								
Strato	Profondità		SPT	φ	γ dry	γ sat	mv	Eed
N°	da m	a m	N°	°	t/mc	t/mc	cm <sup>q</sup> /kg	kg/cm <sup>q</sup>
X	0.00	0.80	49	38.54	1.51	1.93	0.000	220.66
2	0.80	3.00	2	25.35	1.37	1.78	0.023	34.59

4	3.00	5.60	6	27.28	1.41	1.83	0.015	54.90
3	5.60	13.40	12	30.03	1.49	1.90	0.010	87.66
5	13.40	15.00	18	33.05	1.57	1.98	0.008	128.11
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI COESIVI								
Strato	Profondità		SPT	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed
Nº	da m	a m	Nº	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq
X	0.00	0.80	49	1.94	2.17	2.19	-0.001	287.65
2	0.80	3.00	2	1.68	1.70	0.11	0.044	18.17
4	3.00	5.60	6	1.83	1.99	0.32	0.018	45.59
3	5.60	13.40	12	1.92	2.15	0.67	0.010	88.79
5	13.40	15.00	18	1.99	2.25	1.08	0.007	142.09

DPSH2								
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI GRANULARI								
Strato	Profondità		SPT	$\phi$	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	mv	Eed
Nº	da m	a m	Nº	°	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq
X	0.00	1.20	14	30.38	1.50	1.91	0.008	83.76
2	1.20	3.80	2	25.46	1.37	1.78	0.023	35.67
4	3.80	5.20	6	26.55	1.40	1.81	0.015	48.27
3	5.20	12.60	13	30.50	1.50	1.92	0.010	90.33
5	12.60	15.00	17	32.16	1.54	1.96	0.008	105.75
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI COESIVI								
Strato	Profondità		SPT	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed
Nº	da m	a m	Nº	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq
X	0.00	1.20	14	1.93	2.18	0.71	0.008	87.69
2	1.20	3.80	2	1.69	1.72	0.12	0.042	19.24
4	3.80	5.20	6	1.80	1.92	0.24	0.018	38.21
3	5.20	12.60	13	1.93	2.18	0.72	0.010	92.51
5	12.60	15.00	17	1.97	2.23	0.95	0.007	115.94

DPSH3								
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI GRANULARI								
Strato	Profondità		SPT	$\phi$	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	mv	Eed
Nº	da m	a m	Nº	°	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq
X	0.00	0.80	23	31.82	1.53	1.95	0.005	115.60
2	0.80	3.00	3	25.79	1.38	1.79	0.021	37.80
4	3.00	3.60	6	25.98	1.38	1.80	0.011	46.09
3	3.60	5.20	16	30.93	1.51	1.93	0.008	94.94
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI COESIVI								
Strato	Profondità		SPT	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed
Nº	da m	a m	Nº	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq
X	0.00	0.80	23	1.96	2.22	0.91	0.003	133.91
2	0.80	3.00	3	1.73	1.79	0.15	0.034	22.56
4	3.00	3.60	6	1.78	1.89	0.17	0.010	38.61

3	3.60	5.20	16	1.94	2.20	0.78	0.007	102.29
---	------	------	----	------	------	------	-------	--------

DPSH4								
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI GRANULARI								
Strato	Profondità		SPT	$\phi$	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	mv	Eed
Nº	da m	a m	Nº	°	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq
X	0.00	1.20	17	31.70	1.53	1.95	0.008	95.79
2	1.20	3.20	2	25.36	1.37	1.78	0.023	34.61
4	3.20	5.20	6	27.37	1.42	1.83	0.015	52.08
PARAMETRI CARATTERISTICI - TERRENI COESIVI								
Strato	Profondità		SPT	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	Cu	mv	Eed
Nº	da m	a m	Nº	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq
X	0.00	1.20	17	1.96	2.23	0.89	0.007	104.41
2	1.20	3.20	2	1.68	1.70	0.11	0.042	18.45
4	3.20	5.20	6	1.83	1.99	0.33	0.018	42.37

#### 4.2 - Parametri di progetto

I valore dei parametri di progetto ( $X_d$ ) sono stati determinati dividendo il valore dei parametri geotecnici caratteristici ( $X_k$ ) per il valore del coefficiente parziale ( $\gamma_M$ ) specificato nella Tab.6.2.II (dal D.M.17.01.2018):

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	
		(M1)	(M2)
Angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$Cu_k$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_k$	1.0	1.0

da cui:

CPTU1			
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M1		
	$\phi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	-	0.35	1837.19
2	28.74	-	1747.86
3	33.47	-	1896.03
4	29.52	-	1824.07
5	33.46	-	1973.14
3	30.63	-	1899.02
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M2		
	$\phi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	-	0.25	1837.19
2	23.68	-	1747.86
3	27.87	-	1896.03

4	24.37	-	1824.07
5	27.87	-	1973.14
3	25.34		1899.02

CPTU2			
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M1		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
2	23.95	0.50	1859.37
3	33.08	-	1878.95
4	28.18	-	1808.62
5	33.99	-	1894.58
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M2		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
2	19.56	0.35	1859.37
3	27.53	-	1878.95
4	23.20	-	1808.62
5	28.34	-	1894.58

DPSH1			
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M1		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	38.54	-	1930
2	25.35	0.11	1740
4	27.28	-	1830
3	30.03	-	1900
5	33.05	-	1980
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M2		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	32.51	-	1930
2	20.76	0.08	1740
4	22.42	-	1830
3	24.82	-	1900
5	27.50	-	1980

DPSH2			
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M1		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	30.38	-	1910
2	25.46	0.12	1750
4	26.55	-	1810
3	30.50	-	1920
5	32.16	-	1960
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M2		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )

X	25.13	-	1910
2	20.85	0.09	1750
4	21.79	-	1810
3	25.23	-	1920
5	26.70	-	1960

DPSH3			
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M1		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	31.82	-	1950
2	25.79	0.15	1790
4	25.98	-	1800
3	30.93	-	1930
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M2		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	26.40	-	1950
2	21.13	0.11	1790
4	21.30	-	1800
3	25.61	-	1930

DPSH4			
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M1		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	31.70	-	1950
2	25.36	0.11	1740
4	27.37	-	1830
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M2		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	26.29	-	1950
2	20.77	0.08	1740
4	22.50	-	1830

A completamento di quanto sopra detto, in riferimento alla sintesi generale del sito, si offre la parametrizzazione di progetto della sintesi di cui alla Tavola 1.

SINTESI GEOLOGICA					
Strato	qt	RL	Descrizione	Nspt (min-max)	Stato di addensamento
N°	kg/cmq	kg/cmq			
X	-	-	Terreno di riporto eterogeneo grossolano rilevato solo sulle verticali DPSH1-2-3-4	(14-49)	Da mediamente addensato a addensato
1	<10	0.46	Argilla è presente solo sulla verticale CPTU1	-	med. consistente
2	10	30	Limo sabbioso - Sabbia limosa	2-3	poco addensato
3	50	60	Sabbia-Limo sabbioso-Sabbia limosa	16	mod. addensato
4	30	35	Limo sabbioso - Sabbia limosa	6	poco addensato
5	65	75	Sabbia	17-18	mod. addensato
Orizzonti	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M1				

litotecnici	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	33.11	-	1935
1	-	0.35	1837
2	25.77	0.13	1760
3	31.44	-	1903
4	27.48	-	1817
5	33.16		1951
Orizzonti litotecnici	Parametri geotecnici di progetto ( $\gamma_d$ ) - M2		
	$\varphi_d$ (°)	$Cu_d$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
X	27.55	-	1935
1	-	0.25	1837
2	21.12	0.09	1760
3	26.06	-	1903
4	22.59	-	1817
5	27.60	-	1951

## 5 - PROBLEMATICHE INERENTI ALLA PROGETTAZIONE

Considerando la tipologia dei terreni presenti, nonché i carichi esercitati al suolo dalla previsione progettuale in fondazione compensata, si ritiene che non sussistano particolari problematiche progettuali sotto il profilo geotecnico.

Si riportano tuttavia alcune considerazioni circa la stabilità dei fronti di scavo.

### 5.1 - Stabilità del fronte di scavo

Limitatamente agli scavi si ritiene utile sviluppare alcune valutazioni quantitative preliminari relativamente alle problematiche legate alla stabilità dello scavo in fase esecutiva.

A tale proposito, si è utilizzato il metodo di Taylor, attribuendo, cautelativamente, ai terreni interessati un valore medio di coesione non drenata ( $C_u$ ) pari a 0.1 kg/cmq. Il metodo di Taylor consente di stabilire l'altezza critica di sbancamento  $H_c$ , altezza oltre la quale, per angolo di scarpa assegnato, si ha il collasso del fronte di scavo.

Per il calcolo sono stati utilizzati i seguenti dati di ingresso:

- Altezza max del fronte di scavo (h) 4.05 m
- Angolo medio di scarpa (°) 65°
- Peso di volume ( $\gamma$ ) 1850 kg/cmq
- Numero di stabilità ( $N_s$ ) 11 (da abaco di Taylor)

Per cui:

- $H_c = (C_u/\gamma) * N_s = 5.95$  m



Dividendo l'altezza critica così calcolata per l'altezza massima dello scavo prevista, si ottiene un fattore di sicurezza che, secondo la nuova normativa sismica (D.M. 17/01/2018) deve risultare, dopo le opportune operazioni con coefficienti parziali, superiore all'unità.

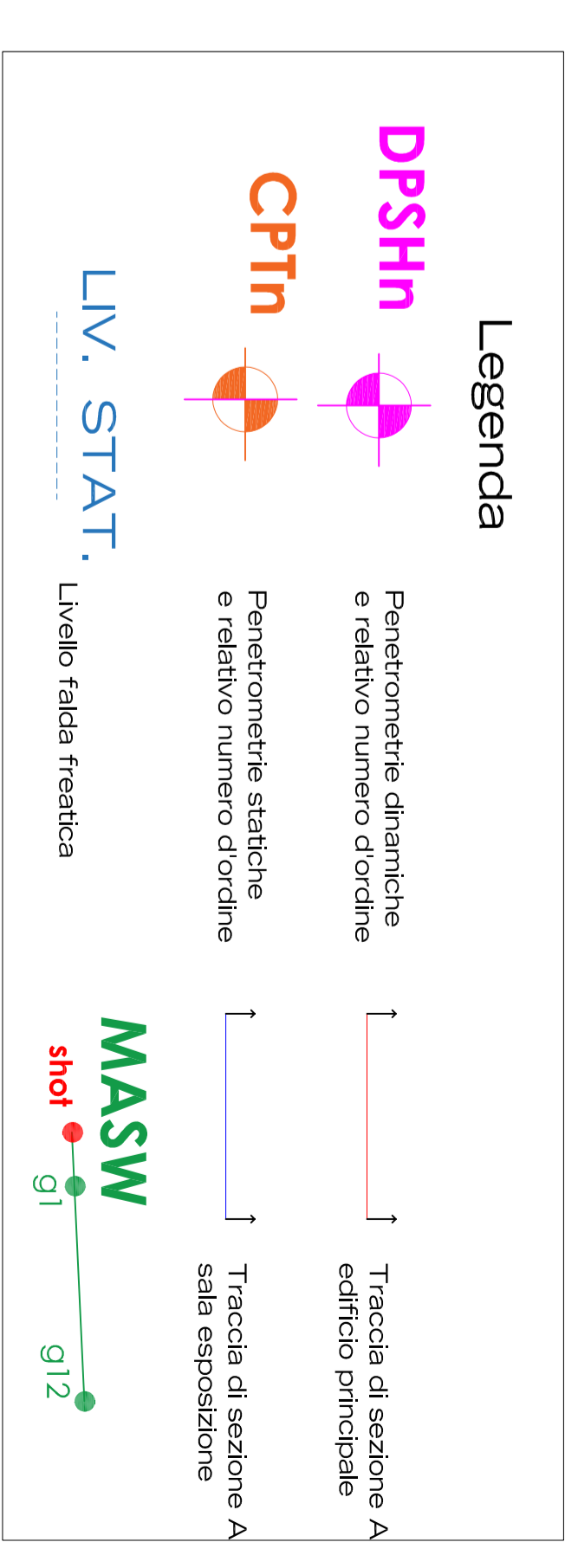
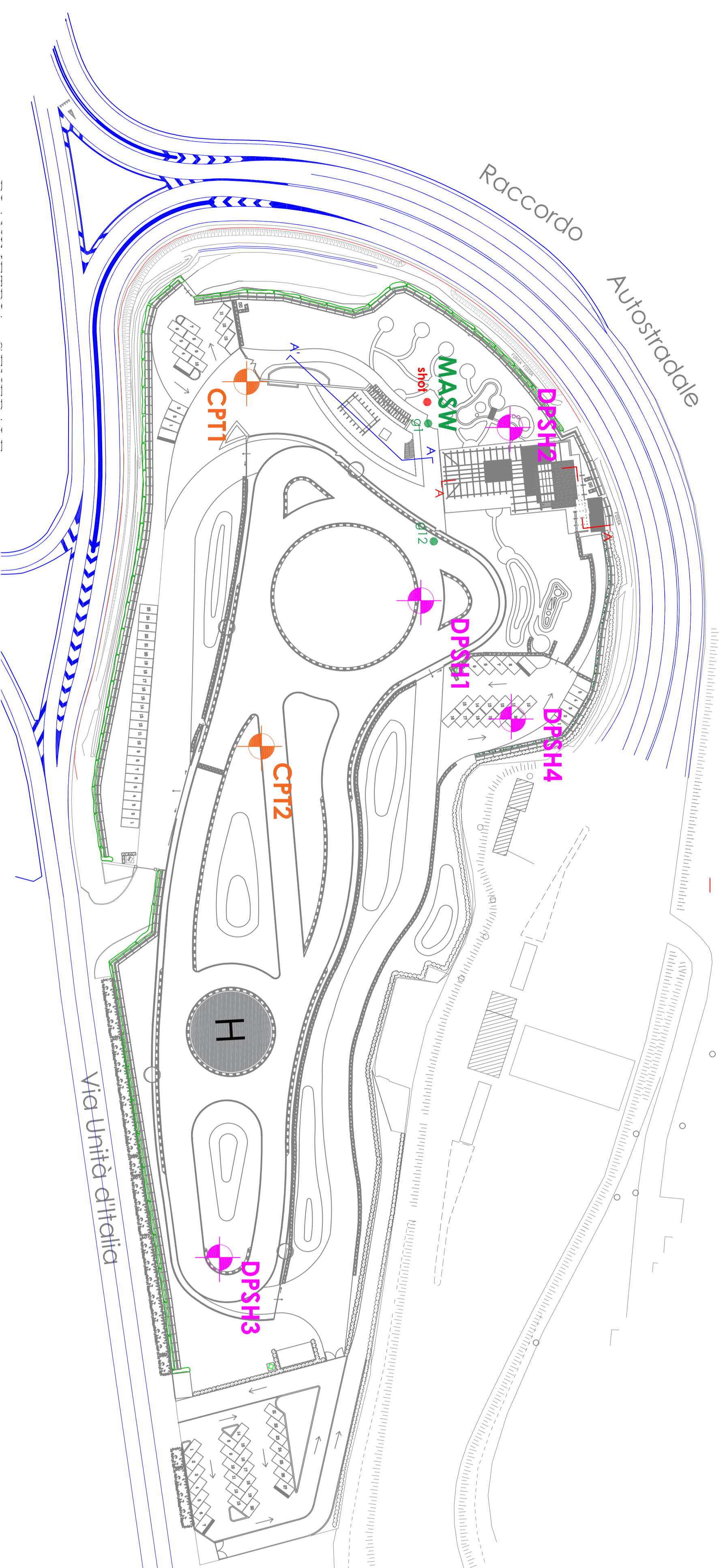
Nel nostro caso,  $FS = 1.47$  che diventa nella verifica allo SLU eseguita secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (DA1-C2)  $FS = 1.33$ .

Si fa presente che le presenti valutazioni sono valide in assenza d'acqua lungo le pareti di scavo ed al piede di esse; inoltre, qualora fosse necessario effettuare scavi con angoli di scarpa diversi da quelli indicati, si suggerisce di prevedere opere previsionali di sostegno ai fronti di scavo o di procedere con scavi a gradoni.

Pietrasanta, 14/10/2021

**Dott. Vanessa Greco – Geologo**

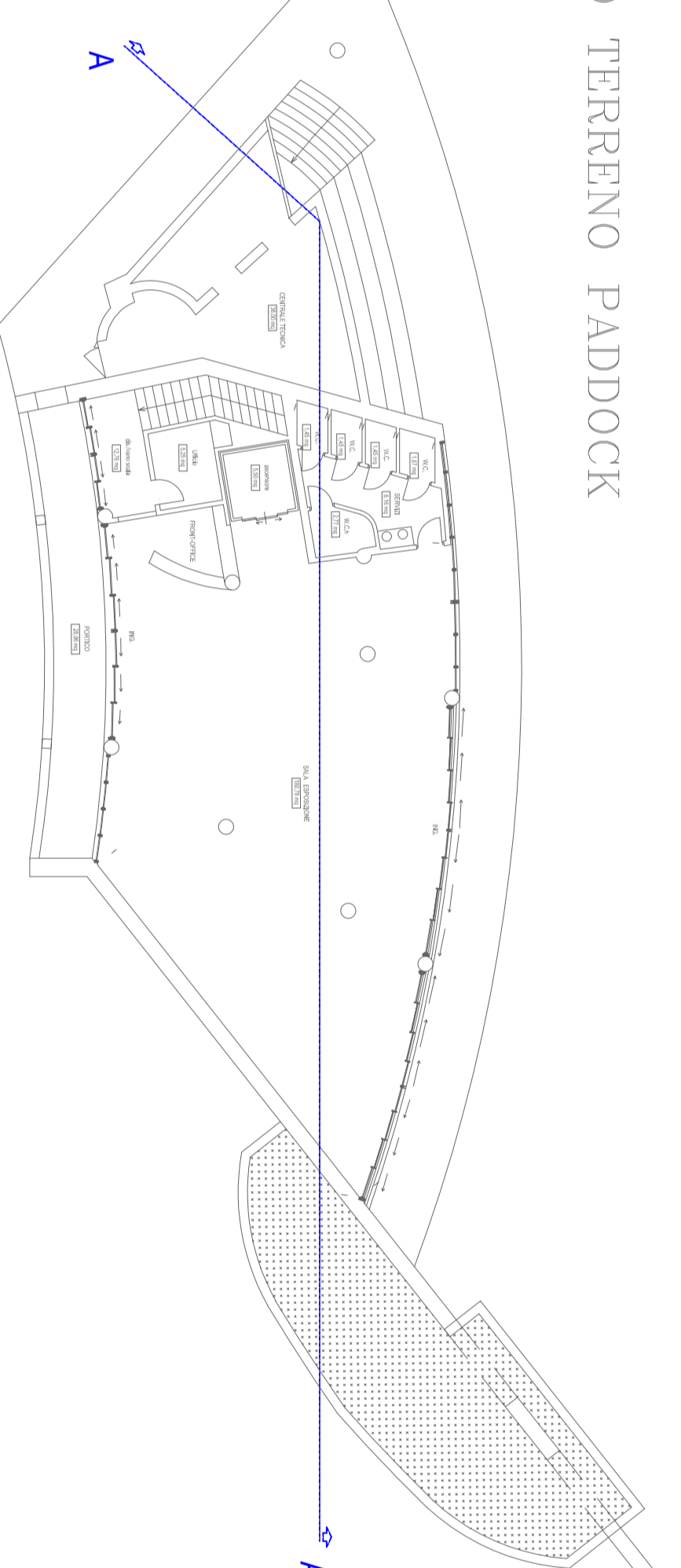
**Dott. Michele Giovannetti- Geologo**



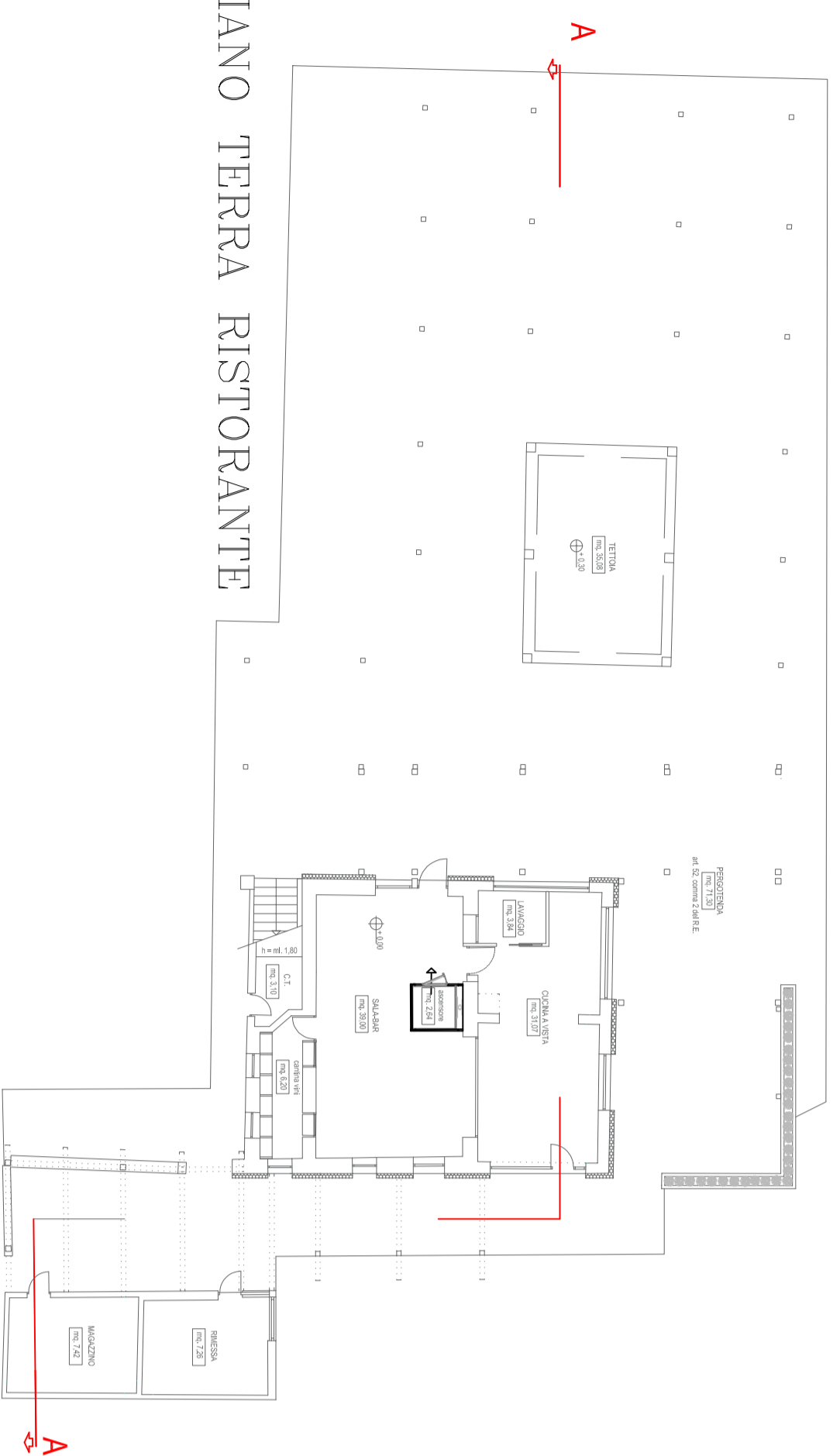
SINTESI GEOLOGICA CPTU1					
Strato	Profondità	qt	RL	Stato di consistenza	Stato di addensamento
1	0,00 - 1,9	9,79	0,46	Argilla	mod. consistente
2	1,90 - 2,6	17,20	0,13	Limo sabbioso - Sabbia limosa	poco addensato
3	2,60 - 6,0	55,70	0,32	Sabbia-limo sabbioso-Sabbia limosa	mod. addensato
4	6,00 - 6,9	32,05	0,24	Limo sabbioso - Sabbia limosa	poco addensato
5	6,90 - 9,1	79,11	0,44	Sabbia	mod. addensato
3	9,10 - 9,9	49,75	0,37	Sabbia-limo sabbioso - Sabbia limosa	poco addensato

SINTESI GEOLOGICA CPTU2					
Strato	Profondità	qt	RL	Stato di consistenza	Stato di addensamento
2	0,00 - 1,90	27,21	0,57	Argilla limosa - Limo argilloso	mod. consistente
3	1,90 - 3,80	49,66	0,39	Sabbia-limo sabbioso-Sabbia limosa	mod. addensato
4	3,80 - 4,20	34,65	0,39	Limo sabbioso - Sabbia limosa	poco addensato
5	4,20 - 4,91	65,03	0,38	Sabbia	mod. addensato

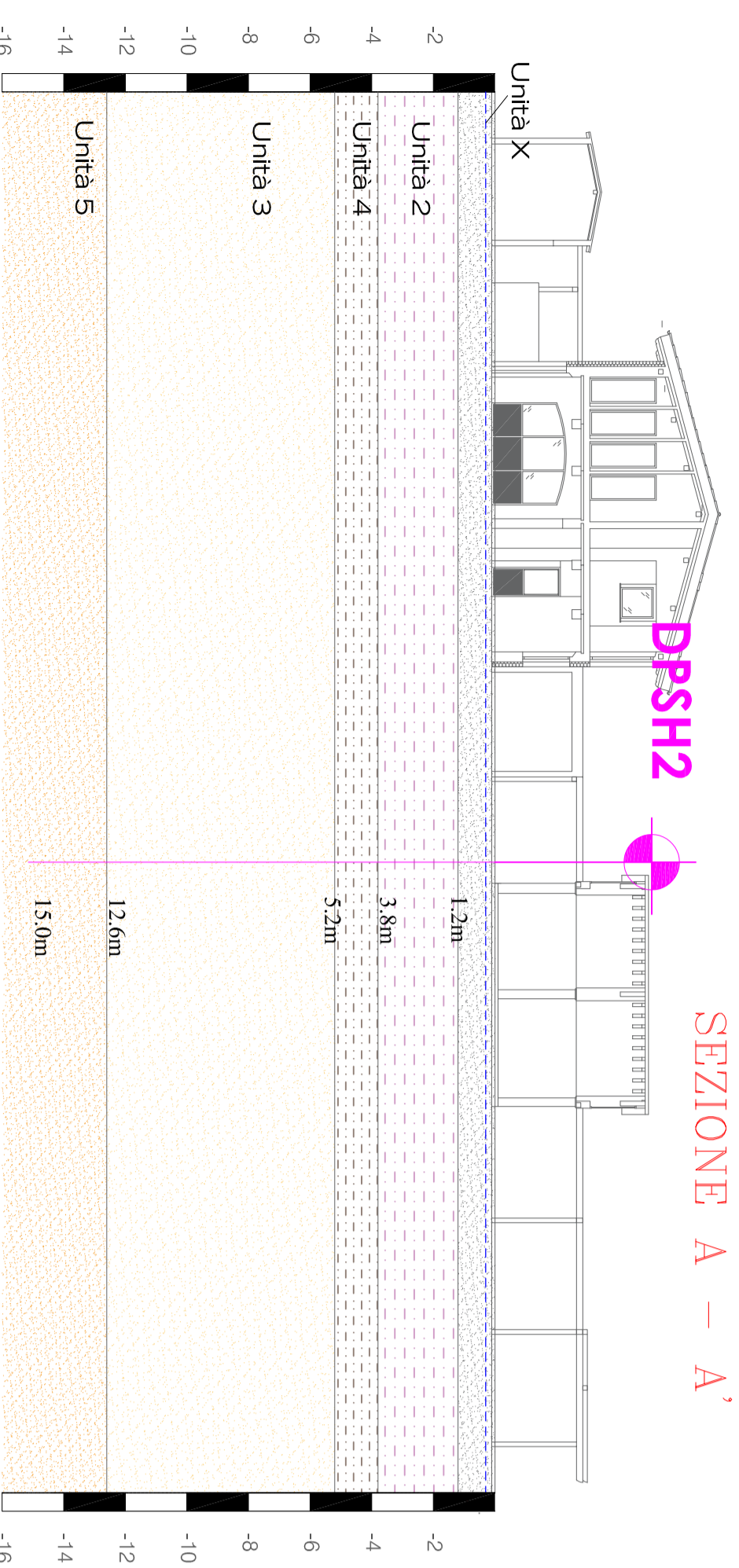
PIANO TERRENO PADDOCK



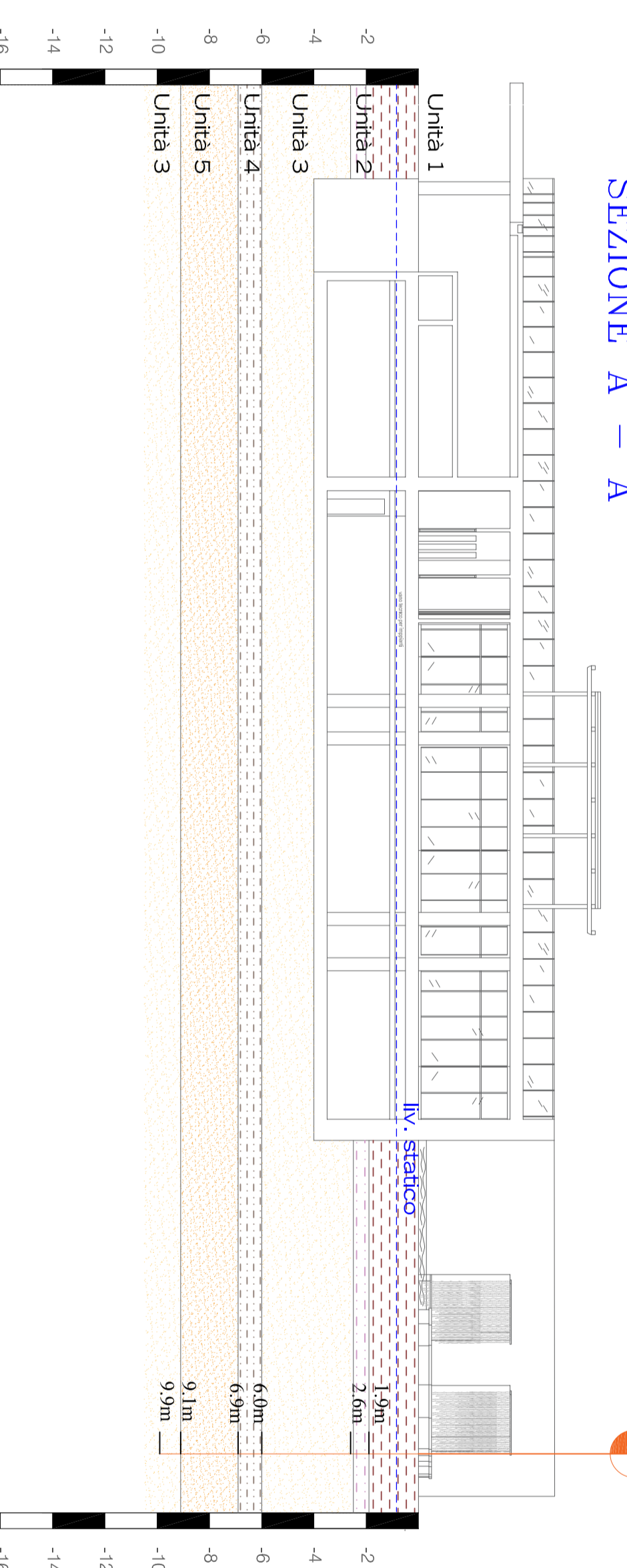
PIANO TERRA RISTORANTE



SEZIONE A - A'



SEZIONE A - A'



"RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTOMOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC. TA' 'SALINE' O 'PERGOLAIA' "

"CONVENZIONE AI SENSI DEGLI ARTT. 8 E 25 DELLA NTA DEL 16/02/2021 AI ROGITI DEL NOTARIO A. TUMBRIOLO REP. N. 38161 RACC. N. 10327 E TRASCRITTO ALLA CONSERVATORIA DEI R.R.U. DI PISA IL 18/02/2021 AL REG. PART. N. 231."

UBICAZIONE  
Via Unità d'Italia - Comune di Pietrasanta (LU)  
PROPRIETA'  
MUTLEY SRL

TAVOLA 1

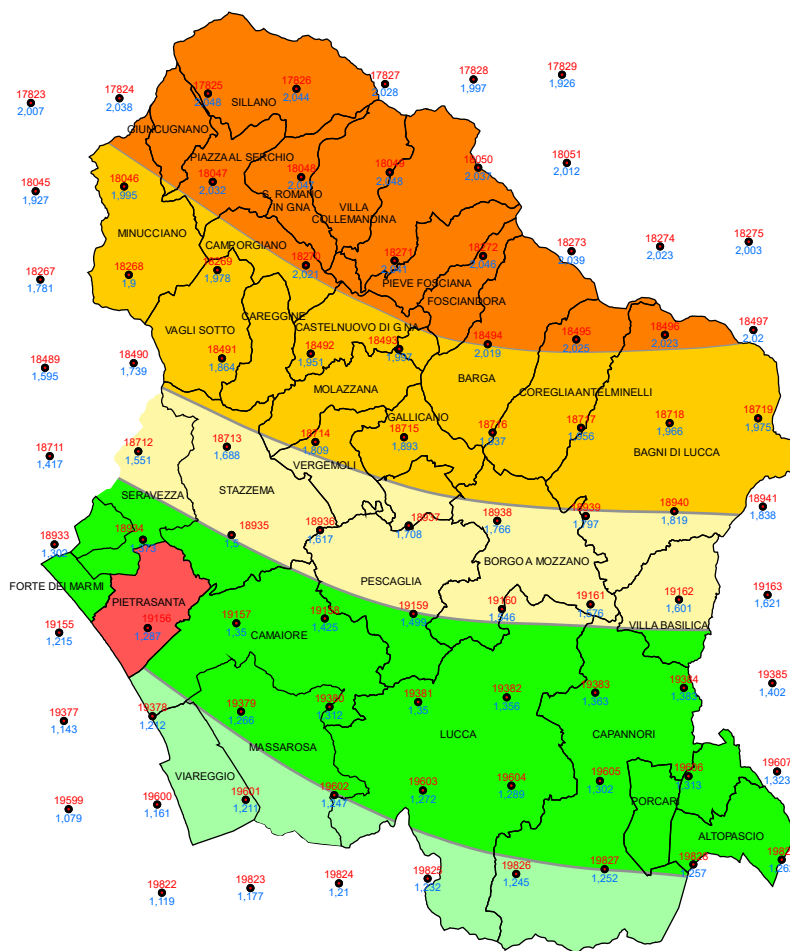
PLANIMETRIA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI  
E SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

SCALA GRAFICA *Prot. N°32GG2709* settembre 2021

1 geologi incaricati:  
Michele Giovannetti  
GEOLOGO  
Vanessa Greco  
GEOLOGO



Via Aurelia Sca. 1/A  
55045 Pietrasanta (LU)  
Part. IVA 02379860464  
C. S.S. 0200871 34935905076  
info@geogeo.it



"RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA  
 REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO  
 E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI)  
 DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE  
 ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI  
 PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA'  
 D'ITALIA." COMUNE DI PIETRASANTA (LU)

TECNICO INCARICATO

Dott. Geol.  
 VANESSA GRECO

Dott. Geol.  
 MICHELE GIOVANNETTI

DATA

OTTOBRE 2021

PROGETTISTA

STUDIO RAMO  
 Geom. MIRKO  
 RAMACCIOTTI

COMMITTENTE

MUTLEY SRL

G&Geo  Studio Geologi Associati



Via Aurelia Sud, 14  
 55045 Pietrasanta (LU)  
 Part. IVA 02378660464  
 T+F (+39) 0584.1848216  
 C 335.6090871(M) 349.5926076(V)  
 info@gegeo.it

Michele Giovannetti  
 Vanessa Greco  
 Geologi

## SOMMARIO

1 - PREMESSA .....	2
2 - SISMICITA' DELL'AREA .....	2
2.1 - Sismicità storica .....	2
2.2 - Zonizzazione sismica nazionale e regionale .....	4
2.3 - Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche .....	7
2.4 - Definizione della sismicità di riferimento .....	11
2.5 - Individuazione della fascia di pericolosità sismica.....	15
3 - PROBLEMATICHE INERENTI ALLA PROGETTAZIONE .....	16
3.1 - Liquefazione e Cedimenti dinamici .....	16

## INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

<i>Figura 1</i> DIAGRAMMA DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI PIETRASANTA.....	2
<i>Figura 2</i> SORGENTI SIMOGENETICHE SU BASE GOOGLE EARTH (INGV - DISS v 3.1.0).....	3
<i>Figura 3</i> ZONAZIONE SIMOGENETICA ZS9.....	5
<i>Figura 4</i> ZONE SIMOGENETICHE E PRINCIPALI MECCANISMI FOCALI.....	8
<i>Figura 5</i> CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA.....	9
<i>Figura 6</i> MASW OFFSET 12 m - ONDE DI RAILEYGH - SIMOGRAMMA E RISULTATI ANALISI MODELLAZIONE DIRETTA.....	11
<i>Figura 7</i> FUSI GRANULOMETRICI DI TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE.....	18

## 1 - PREMESSA

Per incarico di MUTLEY SRL, si redige il presente documento per la modellazione sismica del sito interessato dalla "RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA' D'ITALIA.". Comune di Pietrasanta (LU).

Questo elaborato è stato redatto con riferimento ai seguenti strumenti normativi:

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003 *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- Ordinanza P.C.M. n. 3316 del 02.10.2003
- Ordinanza P.C.M. n. 3333 del 23.01.2004
- Ordinanza P.C.M. n. 3379 del 05.11.2004
- Ordinanza P.C.M. n. 3431 del 03.05.2005
- Ordinanza P.C.M. n. 3467 del 13.10.2005
- Eurocodice 8 *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*
- D.M. 17 Gennaio 2018 *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni*
- D.G.R.T. n. 878 del 08.10.2012 *Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale*

## 2 - SISMICITA' DELL'AREA

### 2.1 - Sismicità storica

La sismicità storica del Comune di Pietrasanta è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15.

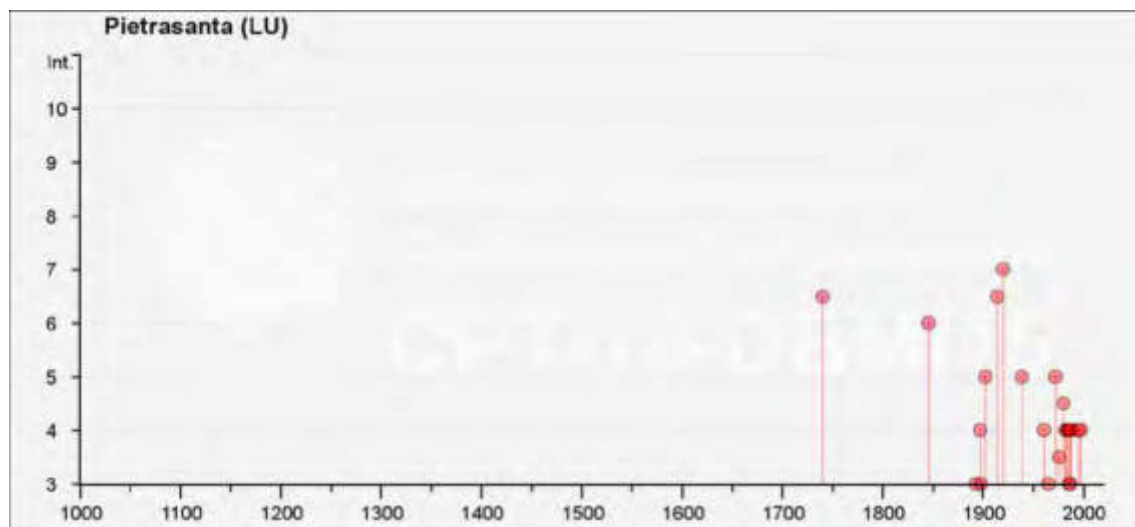


Figura 1 DIAGRAMMA DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI PIETRASANTA

Il relativo database DBMI15 è stato realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile.

La sismicità del territorio comunale è riassunta graficamente nel diagramma di Figura 1.

Nella successiva tabella sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Nella tabella sono indicate oltre alla stessa intensità al sito (Is), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi) in cui si è verificato, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).

Is	Anno	Me	Gi	AE	Io	Mw
7	1914	10	27	Garfagnana	7	5.79
7	1920	09	07	Garfagnana	9-10	6.48
6-7	1767	01	21	Fivizzano	6-7	5.06
6	1939	10	15	Garfagnana	6-7	5.20
5-6	1740	03	06	Garfagnana	7	5.18
5	1955	12	13	Equi Terme	5	4.60
4	1904	11	17	Pistoiese	7	5.18
4	1929	04	20	Bolognese	7	5.55
4	1937	12	10	Appennino Modenese	6-7	5.42
4	1983	11	09	Parmense	6-7	5.10
4	1985	01	23	Garfagnana	6	4.69
4	1995	10	10	Lunigiana	7	5.04



Figura 2 SORGENTI SISMOGENETICHE SU BASE GOOGLE EARTH (INGV - DISS v 3.1.0)

Il quadro sismotettonico locale e le analisi eseguite dall'INGV individuano per il territorio di Pietrasanta un grado medio - basso di rischio sismico, risentendo la zona,

in modo più o meno intenso, degli effetti di propagazione e attenuazione di sismi con epicentro nel settore Lunigiana - Garfagnana, nell'Appennino centro-settentrionale e nei sistemi distensivi del Tirreno settentrionale.

Nell'immagine satellitare riportata (Figura 2) sono indicate le sorgenti sismogenetiche riconosciute nell'area di interesse.

## **2.2 - Zonizzazione sismica nazionale e regionale**

Negli ultimi anni il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica è rappresentato dalla zonazione sismogenetica ZS9 (Scandone et al. 1996 - 2000) che rappresenta la traduzione operativa del modello sismotettonico riassunto in Meletti et al. (2000).

In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274 è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici".

Tale modello riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti (es. Bormio 2000, Monferrato 2001, ecc...).

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche.

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V - VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

La zona che interessa l'area in esame (Figura 3) è la 916 (Versilia - Chianti), che fa parte del complesso "Appennino settentrionale e centrale" (zone che vanno dalla 911 alla 923).

Nella zona 916 i dati pubblicati dall'INGV evidenziano che negli anni di monitoraggio strumentale la magnitudo massima registrata è stata di 4.6 Md, la profondità efficace è di 6 km e che la maggior parte dei terremoti che si verificano hanno basse magnitudo, indicando così un frequente movimento che ha funzione dissipativa delle energie tettoniche che possono accumularsi nell'area.

Nella successiva tabella sono riportati i dettagli delle misurazioni effettuate.

zona	Numero eventi Md>2.0	Numero eventi Md>2.5	Numero eventi Md>3.50	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
916	140	83	16	4.6	5-8	6

I caratteri che contraddistinguono la zona 916 sono inoltre riportati nella tabella successiva, dove si nota che la magnitudo momento massima prevista (Mw) è pari a 5.68.

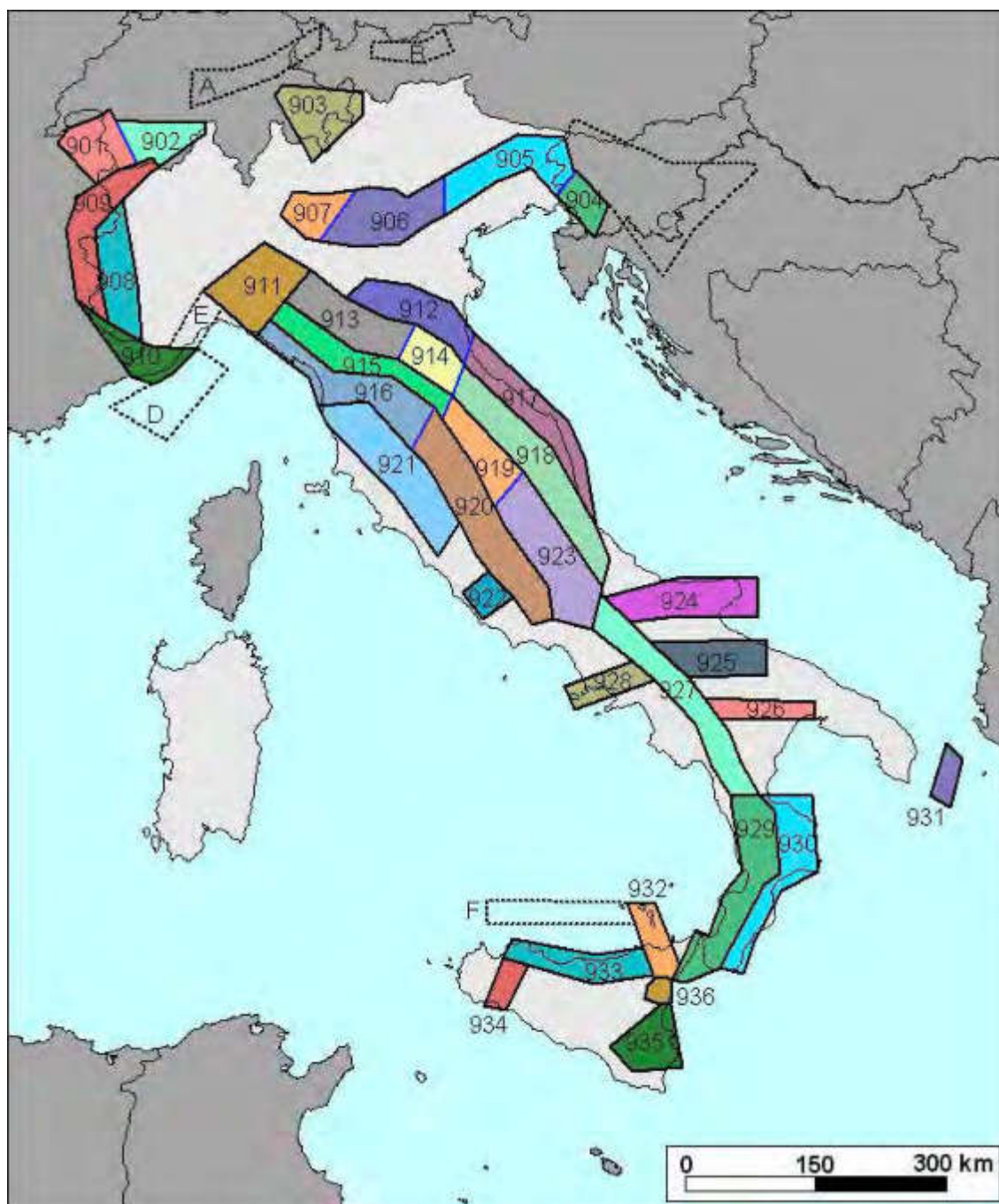


Figura 3 ZONAZIONE SIMOGENETICA ZS9

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di



misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo (Figura 4). Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica (Figura 5).

ZS Name	Sigla ZS9	MwMax AR	MwMax GR
Savoia	901	5.91	6.14
Vallese	902	6.14	6.14
Grigioni - Valtellina	903	5.91	6.14
Trieste - Monte Nevoso	904	5.68	6.14
Friuli - Veneto Orientale	905	6.60	6.60
Garda - Veronese	906	6.60	6.60
Bergamasco	907	5.91	6.14
Piemonte	908	5.68	6.14
Alpi Occidentali	909	5.68	6.14
Nizza - Sanremo	910	6.37	6.37
Tortona - Bobbio	911	5.68	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.14	6.14
Appennino Emiliano - Romagnolo	913	5.91	6.14
Forlivese	914	5.91	6.14
Garfagnana - Mugello	915	6.60	6.60
Versilia - Chianti	916	5.68	6.14
Rimini - Ancona	917	6.14	6.14
Medio - Marchigiana/Abruzzese	918	6.37	6.37
Appennino Umbro	919	6.37	6.37
Val di Chiana - Ciociaria	920	5.68	6.14
Etruria	921	6.91	6.14
Colli Albani	922	5.45	5.45
Appennino Abruzzese	923	7.06	7.06
Molise - Gargano	924	6.83	6.83
Ofanto	925	6.83	6.83
Basento	926	5.91	6.14
Sannio - Irpinia - Basilicata	927	7.06	7.06
Ischia - Vesuvio	928	5.91	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.29	7.29
Calabria Ionica	930	6.60	6.60
Canale d'Otranto	931	6.83	6.83
Eolie - Patti	932	6.14	6.14
Sicilia Settentrionale	933	6.14	6.14
Belice	934	6.14	6.14
Iblei	935	7.29	7.29
Etna	936	5.45	5.45
Savoia	901	5.91	6.14
Vallese	902	6.14	6.14
Grigioni - Valtellina	903	5.91	6.14
Trieste - Monte Nevoso	904	5.68	6.14
Friuli - Veneto Orientale	905	6.60	6.60
Garda - Veronese	906	6.60	6.60
Bergamasco	907	5.91	6.14
Piemonte	908	5.68	6.14
Alpi Occidentali	909	5.68	6.14
Nizza - Sanremo	910	6.37	6.37
Tortona - Bobbio	911	5.68	6.14

Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia sismica riportata nel catalogo sismico nazionale e che viene espresso in termini probabilistici.

La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 475 anni, valore convenzionale in quanto rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90 % di non superamento considerando un periodo di ritorno di 50 anni.

Il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche (o categorie) caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A.

ZONA	PGA con probabilità superamento 10% in 50 anni	VALORE MASSIMO PGA
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Il Comune di Pietrasanta ricade in zona sismica 3 alla quale corrisponde un'accelerazione di picco orizzontale, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresa tra 0.100 e 0.150 g, come visibile nella carta probabilistica di pericolosità sismica redatta dall'INGV (2006) (Figura 5), che si traduce in una accelerazione orizzontale massima di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0.15 g.

### **2.3 – Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 del D.M. 17.01.2018.

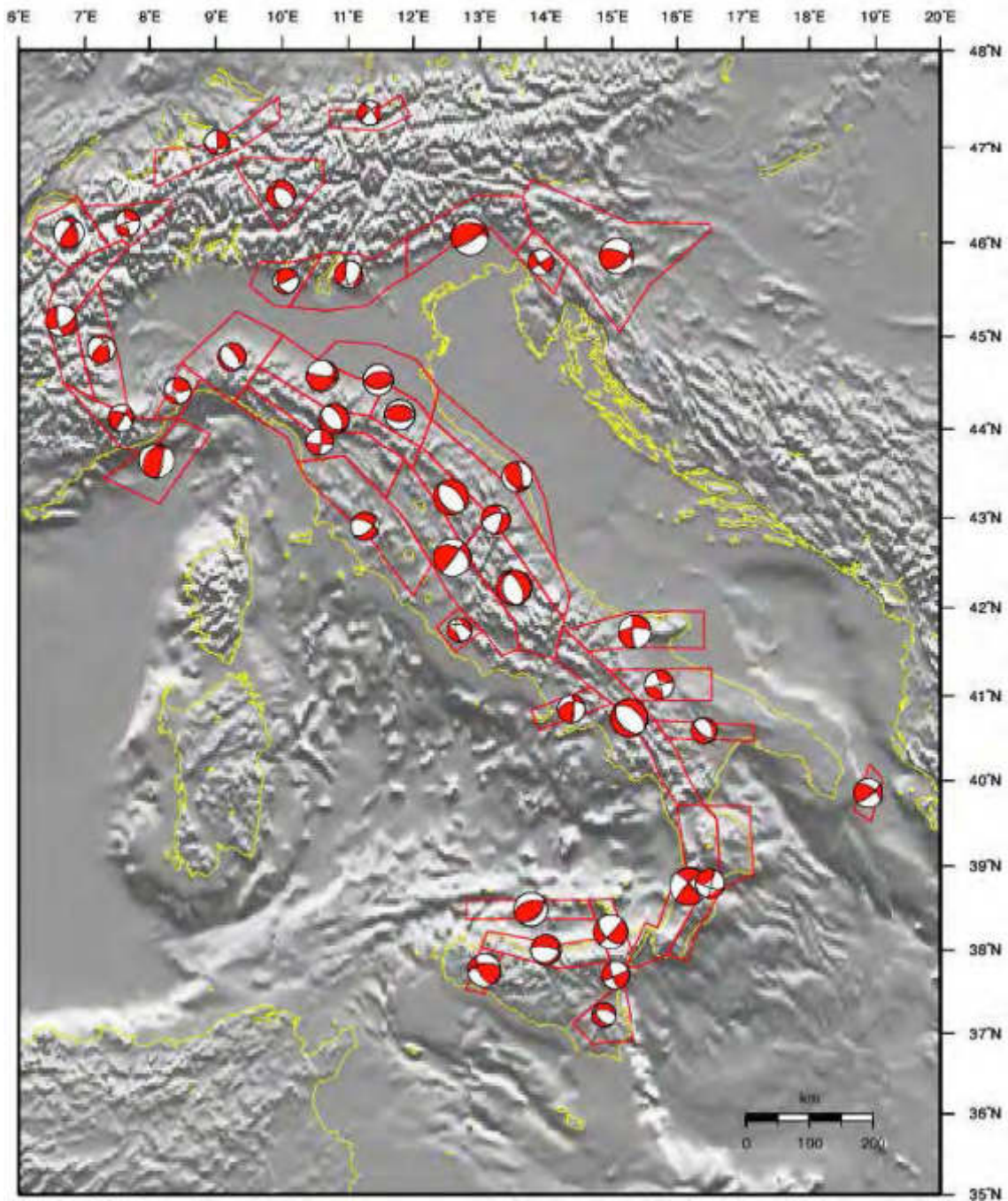
In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.11 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 delle suddette norme.

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,

$V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = H / \sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}$$



**Figura 4 ZONE SIMOGENETICHE E PRINCIPALI MECCANISMI FOCALI**

con:

- $h_i$  = spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N$  = numero di strati;

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

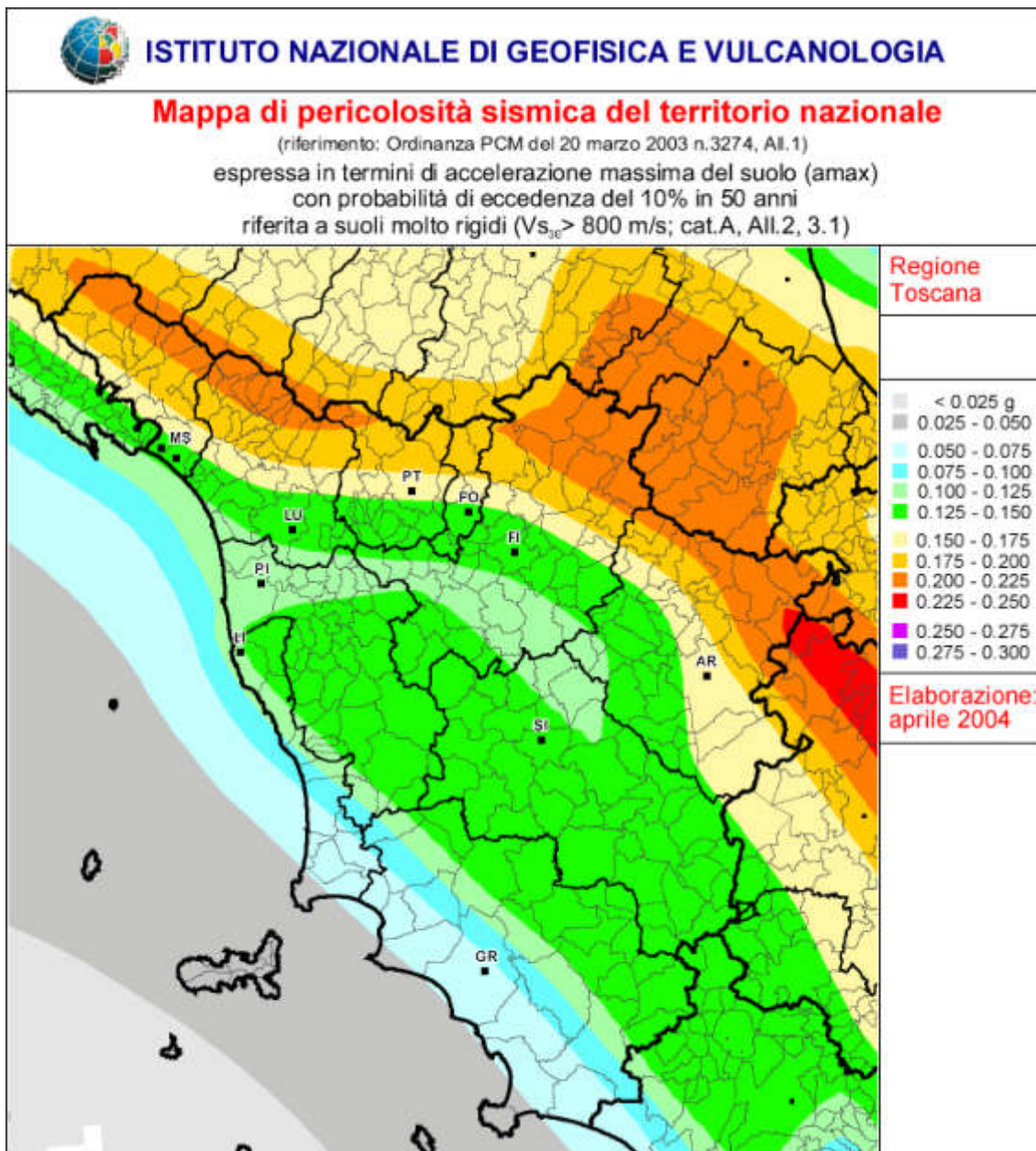


Figura 5 CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA DELLA REGIONE TOSCANA

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella seguente tabella.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

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

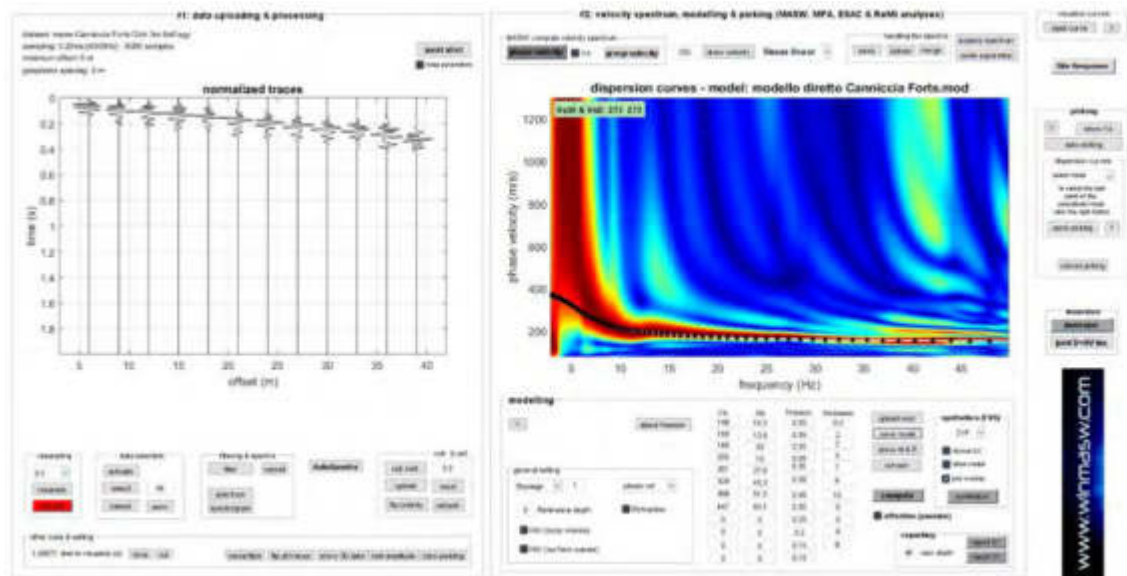
L'elaborazione del modello stratigrafico del sottosuolo, ottenuta sovrapponendo i dati della prova penetrometrica, il rilievo geologico di superficie ed i risultati della misura in MASW, ha consentito di determinare il seguente profilo di  $V_{S,eq}$ , corrispondente alla categoria di suolo C, con  $V_{S,eq} = 273$  m/s.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

CATEGORIA	CARATTERISTICHE
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per il sito indagato è possibile indicare una categoria topografica T1.



**Figura 6 MASW OFFSET 6 m - ONDE DI RILEYGH - SISMOGRAMMA E RISULTATI ANALISI MODELLAZIONE DIRETTA**

## 2.4 - Definizione della sismicità di riferimento

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274, il testo unico sulle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica e l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 prescrivono che deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Come abbiamo già visto, in mancanza di tali studi si può utilizzare una classificazione che riguardi i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed il sub-strato rigido di riferimento (bedrock o comunque un substrato commisurato alla estensione ed importanza dell'opera).

Per ogni categoria di suolo di fondazione l'Ordinanza indica un fattore S, variabile tra 1 e 1.35, moltiplicatore dell'accelerazione  $a_g$  relativa alla zona indagata. Per le diverse categorie di sottosuolo, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso il valore dell'accelerazione massima ( $a_g S$ ) e vengono anche definiti i periodi  $T_B - T_C - T_D$  che individuano la forma della componente orizzontale e della componente verticale dell'azione sismica.

Categoria suolo	S	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A	1.00	0.15	0.40	2.00

<b>B,C,E</b>	1.25	0.15	0.50	2.00
<b>D</b>	1.35	0.20	0.80	2.00
<b>Categoria suolo</b>	<b>S</b>	<b>T<sub>B</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>D</sub></b>
<b>A,B,C,D,E</b>	1.00	0.05	0.15	1.00

In definitiva, in un determinato sito il moto sismico è definito da uno spettro di risposta elastico la cui espressione dipende, tramite opportuni coefficienti numerici, dalle caratteristiche del terreno (fattore S e periodi T<sub>B</sub> - T<sub>C</sub> - T<sub>D</sub>), del periodo di vibrazione proprio della struttura (T<sub>O</sub>), dall'accelerazione al suolo e dal fattore che tiene conto dello smorzamento viscoso della struttura.

Le Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 14.01.2008 hanno modificato le modalità di valutazione delle azioni di progetto. In particolare, nel documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali. Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a<sub>g</sub> e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:





- a<sub>g</sub> accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F<sub>0</sub> valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T<sub>C</sub>\* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

I valori dei principali parametri sismici (a<sub>g</sub>, F<sub>0</sub>, T<sub>C</sub>\*) riferiti all'area in oggetto sono esplicitati nella seguente tabella:

Coordinate WGS84		Lat 43.956137	Lng 10.198113	
Coordinate ED50		Lat 43.957099	Lng 10.199123	
<b>T<sub>R</sub> [anni]</b>	<b>a<sub>g</sub> [g/10]</b>	<b>F<sub>0</sub> [adm]</b>	<b>T<sub>C</sub>*[s]</b>	
30	0.424	2.529	0.232	
50	0.528	2.523	0.250	
72	0.606	2.541	0.260	
101	0.694	2.528	0.270	

140	0.784	2.531	0.280
201	0.919	2.470	0.280
475	1.292	2.401	0.290
975	1.665	2.375	0.300
2475	2.224	2.388	0.312

Coordinate geografiche dei 4 punti del reticolo						
	ID		LON	LAT	Distanza	
	[#]		[°]	[°]	[°]	[km]
Punto 1	19156		10.227	43.940	0.026	2.932
Punto 2	19155		10.157	43.938	0.036	3.985
Punto 3	18934		10.224	43.990	0.037	4.165
Punto 4	18933		10.155	43.988	0.044	4.927

Nel calcolo dell'azione sismica ai fini della progettazione esecutiva si è inoltre fatto riferimento a quanto contenuto nel D.M. 17.01.2018, in particolare ai capitoli 2 e 3. Le ipotesi assunte nella definizione degli spettri di risposta elastici in accelerazione risultano:

- Vita nominale della struttura:  $V_N = 50$  anni;
- Classe d'uso = II;
- Valori di accelerazione massima orizzontale e dei parametri spettrali per i diversi stati limite (valori interpolati ottenuti dalla media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni che comprendono il sito in esame così come definito nell'Allegato A e B delle NTC 2008):

		$P_{VR}$ [adm]	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g/10]	$F_0$ [adm]	$T_c^*$ [s]
SLE	SLO	81%	0.424	2.529	0.232	0.424
	SLD	63%	0.528	2.523	0.250	0.528
SLU	SLV	10%	1.292	2.401	0.290	1.292
	SLC	5%	1.665	2.375	0.300	1.665

- Categoria di suolo di fondazione = C a cui corrispondono i seguenti valori:

Valori ricavati da $a_g$ , $F_0$ , e $T_c^*$						
$S_s$ [adm]	$C_c$ [adm]	$S_t$ [adm]	$T_B$ [s]	$T_c$ [s]	$T_D$ [s]	$F_v$ [adm]
1.500	1.700	1.500	0.132	0.395	1.769	0.703
1.500	1.659	1.500	0.138	0.415	1.811	0.783
1.500	1.580	1.500	0.153	0.458	2.117	1.165
1.463	1.562	1.463	0.156	0.469	2.266	1.308

- Categoria topografica = T1 e coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi = 5\%$ ;

Per quanto riguarda i relativi coefficienti amplificativi e gli spettri di risposta orizzontali e verticali:



		$k_{vh}$ [adm]	$k_v$ [adm]	$a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\beta$ [adm]
SLE	SLO	0.013	0.006	0.623	0.200
	SLD	0.016	0.008	0.777	0.200
SLU	SLV	0.047	0.023	1.901	0.240
	SLC	0.058	0.029	2.385	0.240

In definitiva, per quanto riguarda l'area di interesse ed in assenza di specifici studi di Risposta Sismica Locale, è quindi possibile calcolare il fattore stratigrafico  $S_s$ , caratteristico del sito secondo il D.M. 17/01/2018, mediante le seguenti relazioni (Tab. 3.2.IV)

Categoria sottosuolo	$S_s$
A	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 * F_o * a_g/g \leq 1.20$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 * F_o * a_g/g \leq 1.50$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 * F_o * a_g/g \leq 1.80$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 * F_o * a_g/g \leq 1.60g$

dove:

- $F_o$  = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2; per il sito oggetto di studio tale valore, calcolato mediante l'utilizzo di apposito software, risulta pari a 2.401
- $a_g/g$  = accelerazione orizzontale del sito, con tempo di ritorno pari a 475 anni/accelerazione di gravità
- $S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica o fattore stratigrafico, calcolato tramite le relazioni di cui alla tabella precedente; per il sito oggetto di studio risulta pari a 1.2 (classe II)

Successivamente, sulla base delle condizioni topografiche del sito studiato, si calcola il fattore topografico  $S_T$  dalla seguente tabella:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1.2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1.4

Per l'area studiata, sita, come suddetto in una zona di pianura e appartenente, quindi alla categoria topografica T1, si ottiene un fattore topografico  $S_T$  pari a 1.0.

In base a tali valori del fattore stratigrafico  $S_S$  e del fattore topografico  $S_T$  si procede al calcolo dell'accelerazione massima orizzontale  $a_{max}$ :

$$a_{max} = S_s * S_t * a_g = 1.5 * 1.0 * 0.129g = 0.194g \quad \text{Classe II (475 anni)}$$

## 2.5 - Individuazione della fascia di pericolosità sismica

L'emanazione del Regolamento 58R/2012, prevede una nuova modalità di determinazione delle percentuali di sorteggio per i comuni classificati in zona sismica 3, ai sensi dell'aggiornamento della classificazione sismica regionale, approvata con D.G.R.T. n. 878 del 08.10.2012 (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 43 del 24.10.2012 Supplemento n. 136).

La zona 3 è suddivisa in fasce di pericolosità che tengono conto del "valore di accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante, allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), riferito al periodo di ritorno (TR) di 475 anni, corrispondente in termini progettuali ad una vita nominale ( $V_n$ ) di 50 anni e categoria d'uso ( $C_u$ ) pari ad 1 (classe d'uso II)", di seguito indicato "ag", come segue:

- fascia A, contraddistinta da valori di  $a_g > 0.15 g$ ;
- fascia B, contraddistinta da valori di  $0.125 < a_g \leq 0.15 g$ ;
- fascia C, contraddistinta da valori di  $a_g \leq 0.125 g$ .

Ai sensi dell'articolo 107, comma 1, lettera d-bis della L.R. 1/2005, il progettista assevera la zona sismica e la fascia di pericolosità del sito, specificandone il valore ag.

Si ricorda che detto parametro ag è funzionale **esclusivamente** al calcolo della fascia di pericolosità nell'ambito della Mappa Nazionale di Pericolosità Sismica (elaborata da INGV e divenuta punto di riferimento per la progettazione, come meglio illustrato negli Allegati A e B delle NTC 2008) e può non corrispondere a quello di progetto, qualora quest'ultimo sia caratterizzato da scelte progettuali differenti da quelle "mediane" indicate nel regolamento.

Di seguito viene illustrata una modalità di calcolo del parametro ag (così come richiesto nel regolamento 58/R), utilizzando il foglio di calcolo Spettri-NTC ver. 1.0.3 rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per la stima dell'azione sismica di progetto ed inserendo le coordinate del sito in gradi sessadecimali e nel sistema di riferimento ED50.

- Coordinate ED50 Lat 43.955603 Lng 10.211779
- Valore di ag (475 anni) 0.129 g
- Fascia di pericolosità sismica B

### 3 - PROBLEMATICHE INERENTI ALLA PROGETTAZIONE

#### 3.1 - Liquefazione e Cedimenti dinamici

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_v - u) \tan \phi$$

con:

- $c$  = coesione del terreno
- $\sigma_v$  = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine
- $u$  = pressione interstiziale dell'acqua
- $\phi$  = angolo di resistenza al taglio del terreno

è evidente che la grandezza  $\langle \tau \rangle$  si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

$$a) c = 0; b) (\sigma_v - u) = 0;$$

(il caso  $\phi = 0$  non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione  $c = 0$  non può ovviamente verificarsi).

La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica. La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ( $\sigma_v = u$ ).

I fattori principali che predispongono un terreno alla liquefazione sono, dunque:

- 1- Granulometria
- 2 - Profondità del livello potenzialmente liquefacibile
- 3 - Grado di addensamento dei depositi

In linea generale, si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sottofalda;
- sono da poco a mediamente addensati.
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 metri).

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sottofalda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

In linea generale, per terremoti di elevata magnitudo, la liquefazione del deposito può essere indotta da un numero, anche ridotto, di cicli di carico poiché ad ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di grande intensità; per contro, in terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto lo si ottiene, chiaramente, solo con un numero superiore di cicli di carico.

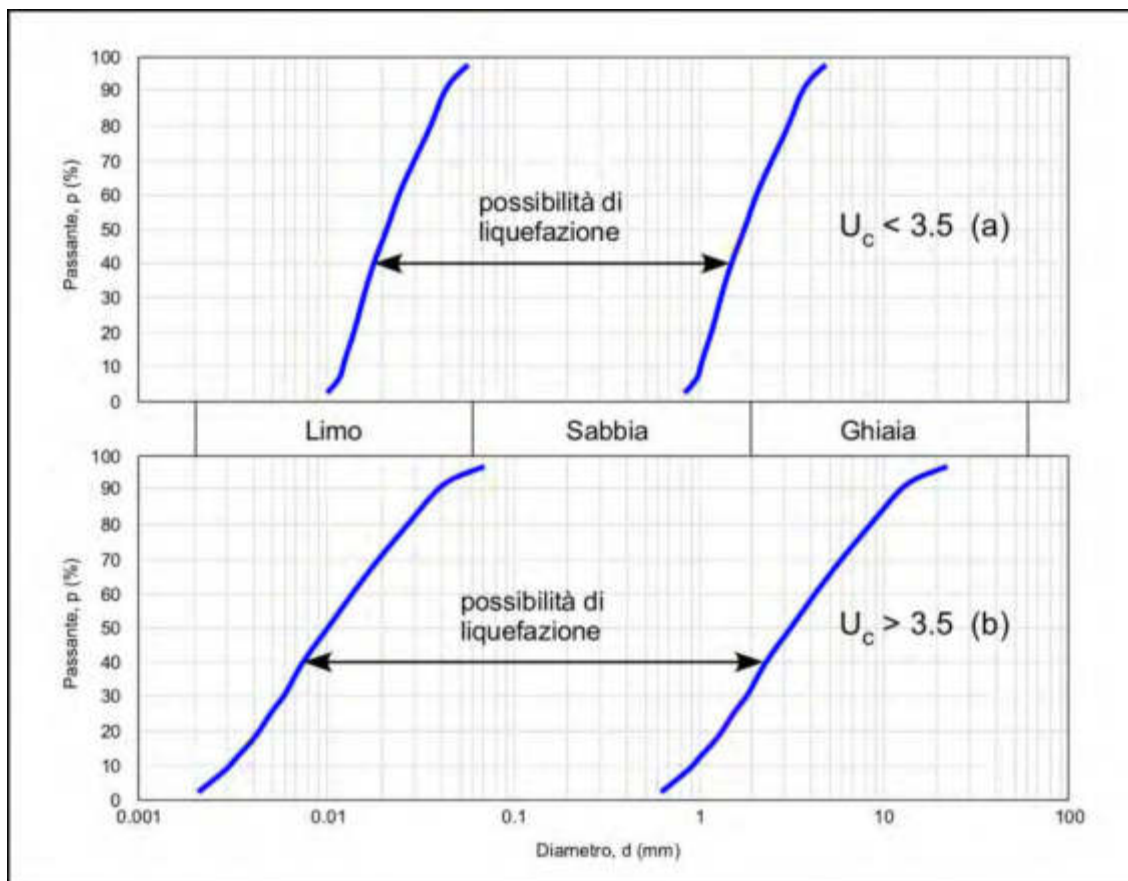
Di fatto una elevata magnitudo del sisma (maggiore intensità degli sforzi di taglio applicati al terreno) e una lunga durata dello stesso (maggior numero di cicli di carico) rendono più probabile l'iniziarsi della liquefazione in un deposito sabbioso saturo. In ogni caso, come dimostrano i dati registrati durante terremoti documentati storicamente, la liquefazione è in genere più probabile con sismi di magnitudo superiore a 6 (>9° MCS), con durate di scossa superiori ai 15 sec ed accelerazioni  $a_{max} > 0.10g$  (eventi poco probabili per il territorio comunale di Pietrasanta).

Una ulteriore conferma della scarsa propensione alla liquefazione dei terreni presenti presso l'area proviene anche da notazioni bibliografiche effettuate da vari autori (Youd e Perkins (1978), Iwasaki et Ali. (1982) riguardanti valutazioni qualitative del grado di vulnerabilità alla liquefazione nel caso di pianure alluvionali costiere Oloceniche, sulla base del tipo di deposito sedimentario e della sua età; essi, infatti, attribuiscono a queste pianure una probabilità di liquefazione da bassa a moderata.

Tipo di deposito	Distribuzione generale del materiale incoerente nel deposito	Susceptibilità alla liquefazione del materiale incoerente, se saturo, in base all'età			
		<500 anni	Olocene	Pleistocene	Pre-Pleistocene
<b>DEPOSITI CONTINENTALI</b>					
Canali fluviali	Localmente variabile	Molto alta	Alta	Bassa	Molto bassa
Pianure di esondazione	Localmente variabile	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Pianure e conoidi alluvionali	Diffusa	Moderata	Bassa	Bassa	Molto bassa
Spianate e terrazzi marini	Diffusa	---	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Deltaici	Diffusa	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Lacustri	Variabile	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Colluvioni	Variabile	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Scarpate	Diffusa	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Dune	Diffusa	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Loess	Variabile	Alta	Alta	Alta	Molto bassa
Glaciali	Variabile	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Tuff	Rara	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Tephra	Diffusa	Alta	Alta	?	?
Terreni residuali	Rara	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Sebkha	Localmente variabile	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
<b>ZONE COSTIERE</b>					
Deltaici	Diffusa	Molto alta	Alta	Bassa	Molto bassa
Di estuario	Localmente variabile	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Di spiaggia con: - elevata energia delle onde	Diffusa	Moderata	Bassa	Molto Bassa	Molto bassa
- bassa energia delle onde	Diffusa	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Lagunari	Localmente variabile	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Litorali	Localmente variabile	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
<b>RIEMPIMENTI ARTIFICIALI</b>					
Non compattati	Variabile	Molto alta	---	---	---
Compattati	Variabile	assa	---	---	---

La verifica alla liquefazione può essere omessa qualora ci si trovi in almeno una delle condizioni di cui al § 7.11.3.4.2 delle NTC 2018 ossia:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0.1g$ ;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N1)60$  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;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Figura 7(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



**Figura 7 FUSI GRANULOMETRICI DI TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE**

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Nel caso in studio nessuna delle condizioni citate viene soddisfatta, pertanto è stata effettuata una verifica con il metodo semplificato, tenendo conto delle

informazioni ricavate dai dati geognostici e sismici esistenti, nonché delle accelerazioni indicate per il territorio del Comune di Pietrasanta, e della sismicità della massima magnitudo attesa per la Zona 916, ossia  $M_w = 6.00$ .

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata come detto in termini di fattore di resistenza alla liquefazione, tenendo conto che un terreno è da ritenersi liquefacibile quando  $CSR > CRR$ :

$$F_s = CSR/CRR * K_\sigma * K_\alpha$$

$$CRR = CRR_{7.5} * MSF$$

- CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma
- $CRR_{7.5}$  è la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico valutata per un terremoto di magnitudo 7.5 e, nel caso di terremoti di magnitudo diversa viene scalata per il fattore MSF
- $K_\sigma$  rappresenta il fattore di correzione per il carico litostatico
- $K_\alpha$  rappresenta il fattore di correzione per l'assetto topografico

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio  $V_s$ .

In questa sede sono state effettuate verifiche per la determinazione di  $F_s$  utilizzando il Software LiqSVs della GeologisMiki, che utilizza i seguenti metodi:

- NCEER (1998);
- Kayen et al. (2013);

I valori di input considerati sono i seguenti:

- Livello della tavola d'acqua: 0.0 mt (quota cautelativa tenendo conto che i dati a disposizione la posizionano in corrispondenza del fabbricato di nuova edificazione e del fabbricato da ristrutturare alla profondità tra 0.35-0.81 m dal p.c.);
- Magnitudo: 6.14;
- Fattore di scala della magnitudo (MSF): 1.67(NCEER);
- Topografia del sito: superficie libera;
- Accelerazione PGA (g): 0.19

Si precisa che per rappresentare il modello idoneo alla valutazione analitica, si rimanda alla sequenza sismostratigrafica ottenuta tramite MASW.

Dai risultati delle iterazioni effettuate e riportate in Allegato 2 si rileva che il valore di  $F_s$  medio **risulta sempre >1** quindi pa potenziale insorgenza del fenomeno della liquefazione è da ritenersi remota.

Come ulteriore riscontro è stato inoltre calcolato l'indice del potenziale di liquefazione (LPI) di Iwasaki et al. (1982). L'indice LPI è un parametro di sintesi che, mediante un valore numerico compreso tra 0 e 100, quantifica i possibili effetti della liquefazione in superficie, tenendo conto di severità dell'azione sismica, e di profondità, spessore e valore del fattore di sicurezza degli strati liquefacibili.

Le classi di potenziale di liquefazione sono le seguenti:

LPI	Potenziale di liquefazione
0	Non liquefacibile ( $F_s \geq 1.2$ )
$0 < LPI \leq 5$	Liquefazione improbabile
$5 < LPI \leq 15$	Liquefazione probabile
$15 < LPI$	Liquefazione certa

In accordo con quanto sopra, anche la probabilità di liquefazione (LPI) mantiene valori pari a 0 e quindi tali da rendere altamente improbabile il fenomeno.

Per quanto concerne infine il fenomeno dei cedimenti dinamici la compressibilità dei depositi limosi e sabbiosi, a bassa permeabilità, fa sì che la dissipazione delle pressioni interstiziali avvenga in tempi sicuramente più lunghi rispetto alla breve durata di un sisma e pertanto, l'evento sismico difficilmente produrrà incrementi significativi in termini di eventuali cedimenti sulle strutture.

In linea generale, quanto meno a livello potenziale, alcune problematiche potrebbero ritenersi possibili nei terreni di fondazione coesivi, tuttavia anche in quel caso è stato dimostrato (Carrol, 1963) che l'azione sismica non produce variazioni negative significative nelle caratteristiche meccaniche, tali da indurre cedimenti significativi.

Pietrasanta, 14/10//2021

Dott. Vanessa Greco – Geologo

Dott. Michele Giovannetti- Geologo

**V<sub>s</sub> BASED LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

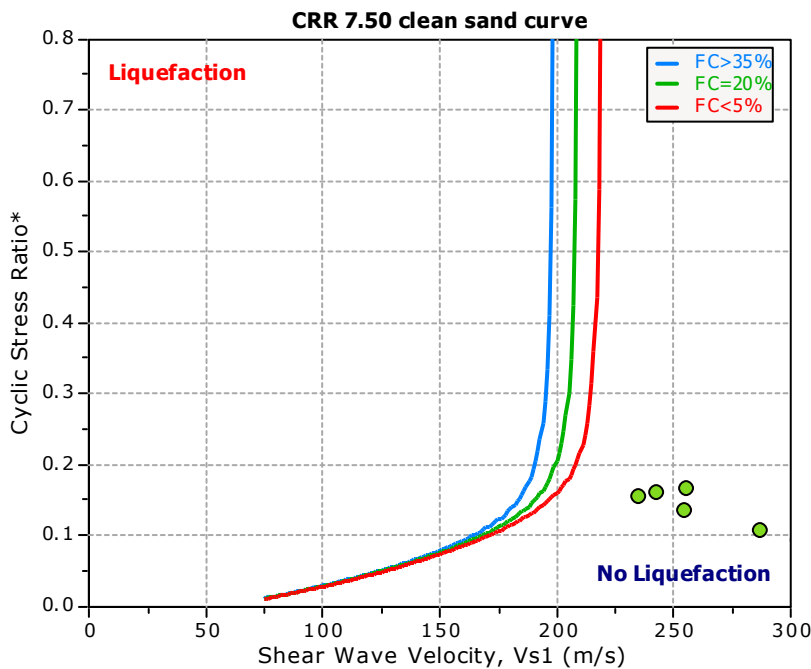
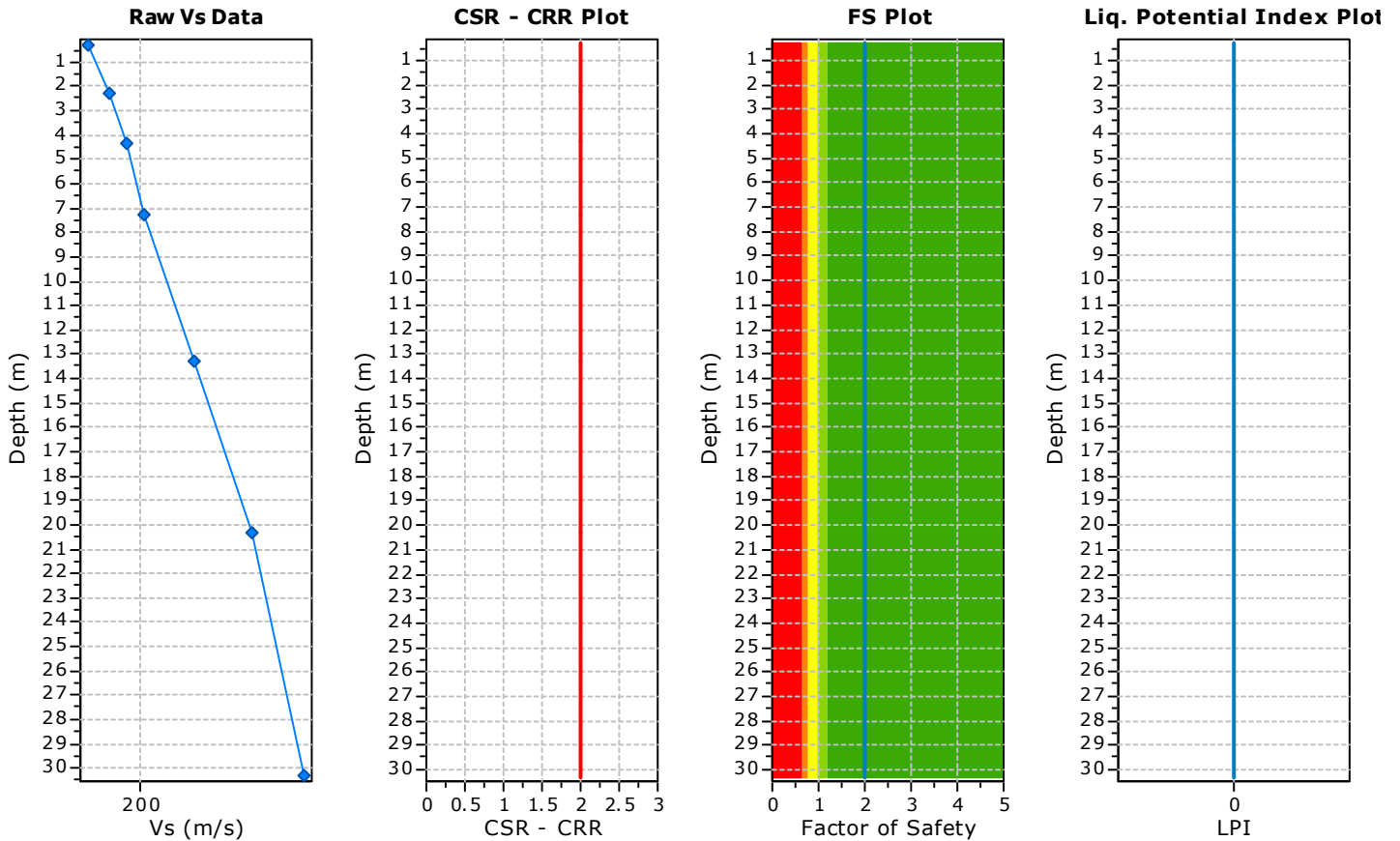
**Project title :** Intervento Edilizio Canniccia - Mutley srl

**V<sub>s</sub> Name:** Vs #1

**Location :** Forte dei Marmi (LU)

**:: Input parameters and analysis properties ::**

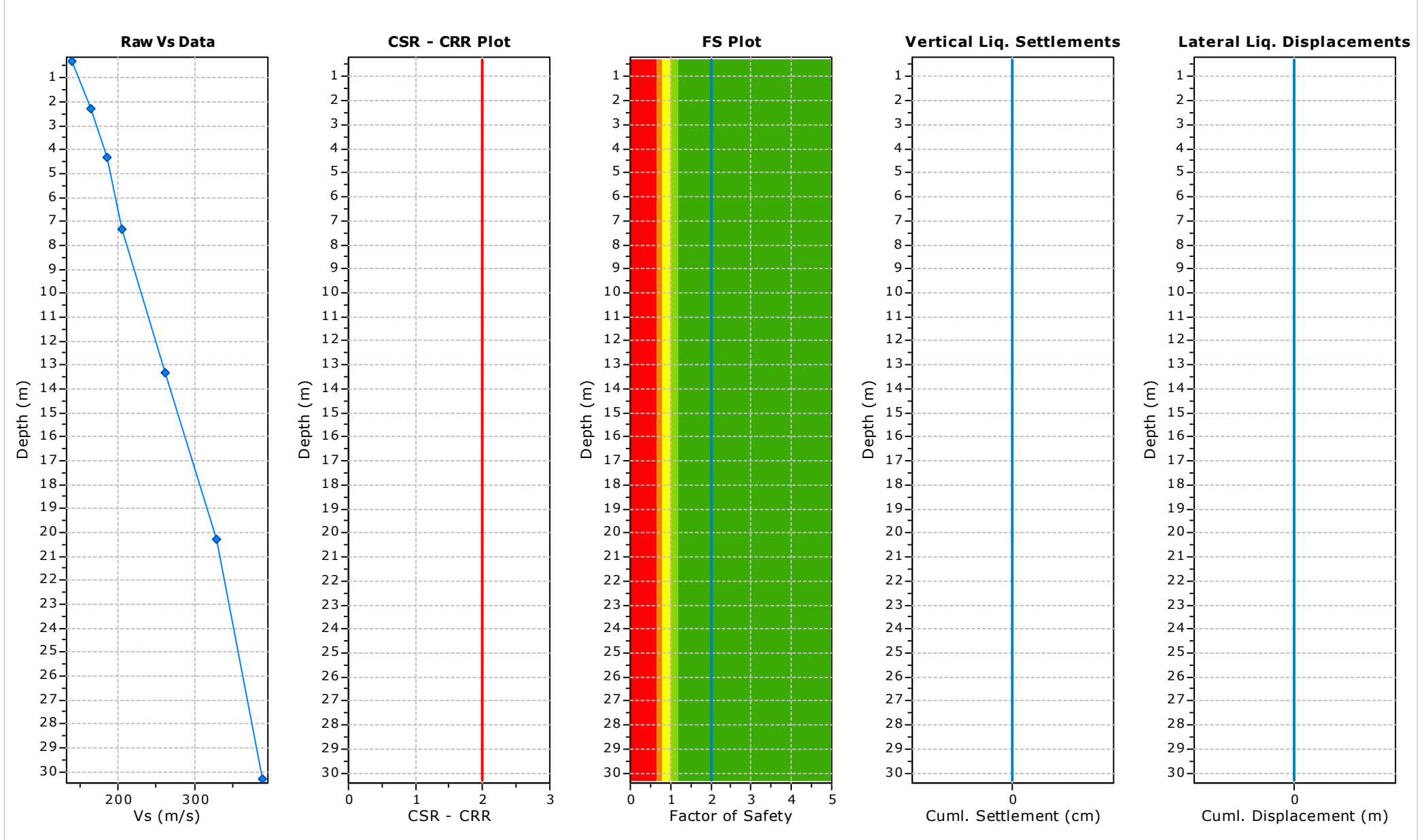
Analysis method: NCEER 1998 (Youd et al. 2001)  
G.W.T. (in-situ): 0.00 m  
G.W.T. (earthq.): 0.00 m  
Earthquake magnitude M<sub>w</sub>: 6.14  
Peak ground acceleration: 0.19 g  
Eq. external load: 0.00 kPa



- F.S. color scheme**
- Almost certain it will liquefy
  - Very likely to liquefy
  - Liquefaction and no liq. are equally likely
  - Unlike to liquefy
  - Almost certain it will not liquefy
- LPI color scheme**
- Very high risk
  - High risk
  - Low risk



**:: Overall Liquefaction Assessment Analysis Plots ::**



:: Field input data ::					
Test Depth (m)	V <sub>s</sub> Field Value (m/s)	Fines Content (%)	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Infl. Thickness (m)	Can Liquefy
0.30	140.00	0.00	17.50	0.30	Yes
2.30	165.00	0.00	17.50	2.00	Yes
4.30	185.00	0.00	18.00	2.00	Yes
7.30	205.00	0.00	18.00	3.00	Yes
13.30	261.00	0.00	18.50	7.00	Yes
20.30	329.00	0.00	19.00	6.00	Yes
30.30	388.00	0.00	19.50	10.00	Yes

**Abbreviations**

Depth: Depth at which test was performed (m)  
 Vs Field Value: Measured shear waves velocity (m/s)  
 Fines Content: Fines content at test depth (%)  
 Unit Weight: Unit weight at test depth (kN/m<sup>3</sup>)  
 Infl. Thickness: Thickness of the soil layer to be considered in settlements analysis (m)  
 Can Liquefy: User defined switch for excluding/including test depth from the analysis procedure

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::									
Depth (m)	V <sub>s</sub> Field Value (m/s)	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	σ <sub>v</sub> (kPa)	u <sub>o</sub> (kPa)	σ' <sub>vo</sub> (kPa)	Norm. Factor	V <sub>s1</sub> (m/s)	V <sub>s1</sub> * (m/s)	CRR <sub>7.5</sub>
0.30	140.00	17.50	5.25	2.94	2.31	2.57	360.41	215.00	4.000
2.30	165.00	17.50	40.25	22.56	17.69	1.55	255.27	215.00	4.000
4.30	185.00	18.00	76.25	42.18	34.07	1.31	242.95	215.00	4.000
7.30	205.00	18.00	130.25	71.61	58.64	1.15	235.04	215.00	4.000
13.30	261.00	18.50	241.25	130.47	110.78	0.98	255.25	215.00	4.000
20.30	329.00	19.00	374.25	199.14	175.11	0.87	286.95	215.00	4.000
30.30	388.00	19.50	569.25	297.24	272.01	0.78	303.12	215.00	4.000

**Abbreviations**

σ<sub>v</sub>: Total stress during SPT test (kPa)  
 u<sub>o</sub>: Water pore pressure during SPT test (kPa)  
 σ'<sub>vo</sub>: Effective overburden pressure during SPT test (kPa)  
 Norm. Factor: overburden-stress correction factor  
 V<sub>s1</sub>: Overburden-stress corrected shear wave velocity  
 V<sub>s1</sub>\*: Limiting upper value of V<sub>s1</sub>  
 CRR<sub>7.5</sub>: Cyclic resistance ratio for M=7.5

:: Cyclic Stress Ratio calculation (CSR fully adjusted and normalized) ::													
Depth (m)	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	σ <sub>v,eq</sub> (kPa)	u <sub>o,eq</sub> (kPa)	σ' <sub>vo,eq</sub> (kPa)	r <sub>d</sub>	α	CSR	MSF	CSR <sub>eq, M=7.5</sub>	K <sub>σ</sub>	CSR*	FS	
0.30	17.50	5.25	2.94	2.31	1.00	1.00	0.281	1.67	0.168	1.00	0.168	2.000	●
2.30	17.50	40.25	22.56	17.69	0.98	1.00	0.277	1.67	0.166	1.00	0.166	2.000	●
4.30	18.00	76.25	42.18	34.07	0.97	1.00	0.268	1.67	0.161	1.00	0.161	2.000	●
7.30	18.00	130.25	71.61	58.64	0.95	1.00	0.259	1.67	0.155	1.00	0.155	2.000	●
13.30	18.50	241.25	130.47	110.78	0.82	1.00	0.220	1.67	0.132	0.98	0.134	2.000	●
20.30	19.00	374.25	199.14	175.11	0.61	1.00	0.161	1.67	0.097	0.90	0.108	2.000	●
30.30	19.50	569.25	297.24	272.01	0.50	1.00	0.129	1.67	0.077	0.82	0.094	2.000	●

**:: Cyclic Stress Ratio calculation (CSR fully adjusted and normalized) ::**

Depth (m)	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma_{v,eq}$ (kPa)	$u_{o,eq}$ (kPa)	$\sigma'_{vo,eq}$ (kPa)	$r_d$	$\alpha$	CSR	MSF	CSR <sub>eq,M=7.5</sub>	$K_{\sigma}$	CSR*	FS
-----------	----------------------------------	-----------------------	------------------	-------------------------	-------	----------	-----	-----	-------------------------	--------------	------	----

**Abbreviations**

$\sigma_{v,eq}$ :	Total overburden pressure at test point, during earthquake (kPa)
$u_{o,eq}$ :	Water pressure at test point, during earthquake (kPa)
$\sigma'_{vo,eq}$ :	Effective overburden pressure, during earthquake (kPa)
$r_d$ :	Nonlinear shear mass factor
$\alpha$ :	Improvement factor due to stone columns
CSR :	Cyclic Stress Ratio
MSF :	Magnitude Scaling Factor
CSR <sub>eq,M=7.5</sub> :	CSR adjusted for M=7.5
$K_{\sigma}$ :	Effective overburden stress factor
CSR*:	CSR fully adjusted (user FS applied)***
FS:	Calculated factor of safety against soil liquefaction

\*\*\* User FS: 1.00

**:: Liquefaction potential according to Iwasaki ::**

Depth (m)	FS	F	wz	Thickness (m)	$I_L$
0.30	2.000	0.00	9.85	2.00	0.00
2.30	2.000	0.00	8.85	2.00	0.00
4.30	2.000	0.00	7.85	2.00	0.00
7.30	2.000	0.00	6.35	3.00	0.00
13.30	2.000	0.00	3.35	6.00	0.00
20.30	2.000	0.00	0.00	0.00	0.00
30.30	2.000	0.00	0.00	0.00	0.00

**Overall potential  $I_L$ : 0.00** $I_L = 0.00$  - No liquefaction $I_L$  between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable $I_L$  between 5 and 15 - Liquefaction probable $I_L > 15$  - Liquefaction certain**:: Vertical settlements estimation for saturated sands ::**

Depth (m)	$V_{s1,cs}$ (m/s)	$q_{t1N,cs}$	$e_v$ (%)	$\Delta h$ (m)	s (cm)
0.30	360.41	1954.34	0.00	0.30	0.000
2.30	255.27	439.07	0.00	2.00	0.000
4.30	242.95	354.44	0.00	2.00	0.000
7.30	235.04	307.11	0.00	3.00	0.000
13.30	255.25	438.88	0.00	7.00	0.000
20.30	286.95	728.53	0.00	6.00	0.000
30.30	303.12	923.74	0.00	10.00	0.000

**Cumulative settlements: 0.000****Abbreviations**

$V_{s1,cs}$ :	Normalized shear wave velocity clean sand equivalent
$q_{t1N,cs}$ :	Estimated normalized corrected clean sand cone resistance
$e_v$ :	Post liquefaction volumetric strain (%)
$\Delta h$ :	Thickness of soil layer to be considered (m)
s:	Estimated settlement (cm)

:: Lateral displacements estimation for saturated sands ::							
Depth (m)	$V_{s1,cs}$ (m/s)	$(N_1)_{60,cs}$	$D_r$ (%)	$\gamma_{max}$ (%)	$d_z$ (m)	LDI	LD (m)
0.30	360.41	50	100.00	0.00	0.30	0.000	0.00
2.30	255.27	50	100.00	0.00	2.00	0.000	0.00
4.30	242.95	50	100.00	0.00	2.00	0.000	0.00
7.30	235.04	49	100.00	0.00	3.00	0.000	0.00
13.30	255.25	50	100.00	0.00	7.00	0.000	0.00
20.30	286.95	50	100.00	0.00	6.00	0.000	0.00
30.30	303.12	50	100.00	0.00	10.00	0.000	0.00

**Cumulative lateral displacements: 0.00**

**Abbreviations**

- $V_{s1,cs}$ : Normalized shear wave velocity clean sand equivalent
- $(N_1)_{60,cs}$ : Estimated normalized corrected clean sand SPT
- $D_r$ : Relative density (%)
- $\gamma_{max}$ : Maximum amplitude of cyclic shear strain (%)
- $d_z$ : Soil layer thickness (m)
- LDI: Lateral displacement index (m)
- LD: Actual estimated displacement (m)

## References

- Ronald D. Andrus, Hossein Hayati, Nisha P. Mohanan, 2009. Correcting Liquefaction Resistance for Aged Sands Using Measured to Estimated Velocity Ratio, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 135, No. 6, June 1
- Boulanger, R.W. and Idriss, I. M., 2014. CPT AND SPT BASED LIQUEFACTION TRIGGERING PROCEDURES. DEPARTMENT OF CIVIL & ENVIRONMENTAL ENGINEERING COLLEGE OF ENGINEERING UNIVERSITY OF CALIFORNIA AT DAVIS
- Dipl.-Ing. Heinz J. Priebe, Vibro Replacement to Prevent Earthquake Induced Liquefaction, *Proceedings of the Geotechnique-Colloquium at Darmstadt, Germany, on March 19th, 1998* (also published in *Ground Engineering*, September 1998), Technical paper 12-57E
- Robertson, P.K. and Cabal, K.L., 2007, *Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering*. Available at no cost at <http://www.geologismiki.gr/>
- Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J., Liao, S., Marcuson III, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R., and Stokoe, K.H., Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, ASCE, *Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering*, Vol. 127, October, pp 817-833
- Zhang, G., Robertson. P.K., Brachman, R., 2002, Estimating Liquefaction Induced Ground Settlements from the CPT, *Canadian Geotechnical Journal*, 39: pp 1168-1180
- Zhang, G., Robertson. P.K., Brachman, R., 2004, Estimating Liquefaction Induced Lateral Displacements using the SPT and CPT, ASCE, *Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering*, Vol. 130, No. 8, 861-871
- Pradel, D., 1998, Procedure to Evaluate Earthquake-Induced Settlements in Dry Sandy Soils, ASCE, *Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering*, Vol. 124, No. 4, 364-368
- R. Kayen, R. E. S. Moss, E. M. Thompson, R. B. Seed, K. O. Cetin, A. Der Kiureghian, Y. Tanaka, K. Tokimatsu, 2013. Shear-Wave Velocity–Based Probabilistic and Deterministic Assessment of Seismic Soil Liquefaction Potential, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 139, No. 3, March 1

**committente:**

*Soc. MUTLEY SRL*

*Via CIOVASSINO 3A – Milano (MI)*

**elaborazione:**

***QUIRICONI PROGETTI s.r.l.***

*Società di Ingegneria*

**oggetto:**

RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA' D'ITALIA.



13. CONCLUSIONI .....	34
14. SISTEMI DI MITIGAZIONE PASSIVA .....	35
15. ALLEGATI .....	37

## RELAZIONE TECNICA

### 1. PREMESSA

Il Sottoscritto Dott. Ing. Andrea Quiriconi, nella sua qualità di tecnico della Quiriconi Progetti s.r.l, con sede in Via Enrico Pea n.42 – Marina di Pietrasanta – iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca al n.1825 e tecnico competente in Acustica Ambientale, iscritto nell’elenco Nazionale al N° 11310, a seguito di incarico conferito dalla Soc. MUTLEY srl , ha provveduto a redigere la seguente relazione di valutazione previsionale di impatto acustico presso l’area sita in Comune di Pietrasanta – via Unità d’Italia identificata al N.C.E.U. Foglio n.13 Mappali n.270 e 1620 e Foglio n.22 Mappali n.579, 28 e 1091 conseguente alla realizzazione del progetto di pista di prova/circuito per auto omologate ed area ricreativa e di ristoro destinata a Circolo Associativo in attuazione degli interventi previsti dall’art. 25 del Regolamento Urbanistico del Comune di Pietrasanta.

La presente relazione tecnica, ai sensi della normativa regionale vigente, prevede:

- a) La valutazione comparativa fra lo scenario in assenza delle opere e degli insediamenti di prevista installazione “Ante Operam” e quello successivo alla loro realizzazione “Post Operam”.
- b) La valutazione previsionale del rispetto dei valori limite fissati dalla normativa vigente così come individuati nel piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Pietrasanta.
- c) L’individuazione delle eventuali misure per ridurre le emissioni sonore causate dalla nuova attività nei casi in cui si evidenzi la possibilità di un superamento dei valori limite previsti dalla vigente normativa.

La presente relazione si pone quale obiettivo la valutazione di impatto acustico così come prescritto dalla Legge 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”, art. 8, comma 4.



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management



In particolare nella valutazione saranno presi in esame i centri abitati in prossimità, gli edifici isolati e gli eventuali ricettori sensibili presenti al confine dell'area oggetto della nuova attività valutando, presso di essi, il rispetto dei limiti di immissione secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di inquinamento acustico.



## 2. METODOLOGIA

Per lo svolgimento del presente studio si è proceduto ad effettuare sopralluoghi preliminari in loco atti a determinare l'inquadratura territoriale dell'attività in oggetto. Nel contempo si sono ottenute informazioni per determinare l'inquadratura acustica dell'area nel contesto della normativa vigente e del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Pietrasanta.

Si è proceduto allo studio dell'attività prevista, identificando le sorgenti sonore presenti all'interno dell'impianto.

Durante il sopralluogo sono stati identificati e caratterizzati i ricettori posti nelle vicinanze dell'attività. Acquisite le informazioni di cui sopra si è proceduto allo svolgimento della campagna di misure secondo le modalità riportate nel D.M. 16/03/98.

Nei seguenti paragrafi si riporta lo studio e le valutazioni in merito alle informazioni e misurazioni effettuate.

## 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 3.1 LEGGE 26 OTTOBRE 1995 N.447 – LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO AMBIENTALE

La Legge n°447 del 26 ottobre 1995 (Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico) fissa i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione, in particolare stabilisce:

- le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Provincie e dei Comuni;
- le modalità di redazione dei piani di risanamento acustico;
- i soggetti che devono produrre le valutazioni di impatto acustico e le valutazioni previsionali di clima acustico;
- le sanzioni amministrative in caso di violazione dei regolamenti di esecuzione;
- gli enti incaricati del controllo e della vigilanza per l'attuazione della legge.

In particolare all'Art.8 la Legge indica che le domande per il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di



QUIRICONI PROGETTI s.r.l.  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

servizi commerciali polifunzionali devono essere accompagnate da una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione degli insediamenti descritti.

### **3.2 D.P.C.M. DEL 14 NOVEMBRE 1997 - LIMITI MASSIMI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE NEGLI AMBIENTI ABITATIVI E NELL'AMBIENTE ESTERNO**

La classificazione acustica deve essere redatta secondo quanto stabilito dal D.P.C.M. del 14/11/97, suddividendo il territorio in 6 classi di appartenenza che dovranno avere i limiti assoluti di immissione ed emissione pari a quelli indicati nelle tabelle 1 e 2 sotto riportate.

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO (T <sub>R</sub> )	
	DIURNO	NOTTURNO
	( 06:00 – 22:00 )	( 22:00 – 06:00 )
I – aree particolarmente protette	45 dB(A)	35 dB(A)
II – aree prevalentemente residenziali	50 dB(A)	40 dB(A)
III – aree di tipo misto	55 dB(A)	45 dB(A)
IV – aree di intensa attività umana	60 dB(A)	50 dB(A)
V – aree prevalentemente industriali	65 dB(A)	55 dB(A)
VI – aree esclusivamente industriali	65 dB(A)	65 dB(A)

**Tabella 1 – Valori limite assoluti di emissione – Leq in dB(A) (Art.2 del DPCM 14/11/1997)**

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO (T <sub>R</sub> )	
	DIURNO	NOTTURNO
	( 06:00 – 22:00 )	( 22:00 – 06:00 )
I – aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)
II – aree prevalentemente residenziali	55 dB(A)	45 dB(A)
III – aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)
IV – aree di intensa attività umana	65 dB(A)	55 dB(A)
V – aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)
VI – aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)

**Tabella 2 – Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A) (Art.3 del DPCM 14/11/1997)**



Il medesimo decreto definisce il **limite di immissione differenziale** secondo il quale per le aree non esclusivamente industriali la differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale (in cui si comprende la sorgente rumorosa in funzione) e il livello equivalente di rumore residuo (sorgente spenta) non deve superare i **5 dB(A)** in periodo diurno e i **3 dB(A)** in periodo notturno all'interno degli ambienti abitativi.

Le disposizioni di cui sopra non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- a. se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a **50 dB(A)** durante il periodo diurno e **40 dB(A)** durante il periodo notturno;
- b. se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a **35 dB(A)** durante il periodo diurno e **25 dB(A)** durante il periodo notturno.
- c. Alla rumorosità prodotta da:
  - Infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime
  - Attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali
  - Servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso

7

### **3.3 DECRETO MINISTERIALE 16 MARZO 1998 - TECNICHE DI RILEVAMENTO E DI MISURAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO**

Il presente decreto stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore ed indica le caratteristiche degli strumenti di misura da utilizzare nelle operazioni di monitoraggio oltre a fornire alcune definizioni quali:

- livello di rumore ambientale (LA): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

- livello di rumore residuo (LR): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
- livello differenziale di rumore (LD): differenza tra livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR):

$$LD = LA - LR$$

Per quanto riguarda le tecniche di rilevazione il microfono della catena fonometrica deve essere posizionato a 1.5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti ed in condizioni meteo favorevoli.

**3.4 DECRETO PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 MARZO 2004 n.142**  
**Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447**

Questo Decreto contiene il regolamento di esecuzione in materia di inquinamento acustico derivante da traffico veicolare stabilendone le fasce di pertinenza ed i rispettivi valori limite massimi di immissione all'interno delle singole fasce in relazione a diversi tipi di ricettore (vedi tabella sottostante).

Fasce di pertinenza per le infrastrutture del traffico ESISTENTE e relativi valori limite inerenti al caso in esame

**TAB.6: Fasce e limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti**

Tipo di strada	Ampiezza fascia di pertinenza (m)	Recettori periodo diurno	Recettori periodo notturno
A Autostrada A1	100 (Fascia A)	70	60
A Autostrada A1	150 (da 100 a 250) (Fascia B)	65	55
Db Urbana di scorrimento	100	65	55





### **3.5 DECRETO PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 3 APRILE 2001 N.304**

#### ***Disciplina delle emissioni sonore di attività motoristiche – Attuativo dell’articolo 11, comma 1, della Legge 26 ottobre 1995 n. 447***

Disciplina le emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche di autodromi, piste motoristiche di prova e per attività sportive.

In particolare, per il caso in esame, definisce la pista motoristica di prova come un “*circuito permanente con manto di rivestimento asfaltato in cui si svolgono le attività di manifestazioni motoristiche sportive o di altro genere*” ed il sedime della pista come la “*zona costituita da una o più porzioni di territorio, usualmente cintata, all’interno della quale si trovano la pista, le infrastrutture pertinenti l’attività svolta, i luoghi accessibili al pubblico ed eventuali aree di servizio*”

Il comma 2 dell’art.3 sancisce la non applicabilità del criterio differenziale secondo cui la differenza tra il rumore ambientale ed il rumore residuo non deve superare i 5 dB(A) nel corso del periodo diurno e i 3 dB(A) nel periodo notturno.

I limiti massimi di immissione previsti nell’area sono quelli derivanti dalla zonizzazioni effettuate dai Comuni ai sensi del D.P.C.M. 14 Novembre 1997.

Dovrà essere previsto un sistema di monitoraggio al fine di verificare costantemente la rispondenza ai limiti di rumore imposti dal Piano di Zonizzazione Acustica dei Comuni e per la valutazione di eventuali richieste di Deroga ai limiti da presentare al Comune.

La documentazione tecnica dovrà essere conservata presso la struttura in caso di verifiche da parte dell'organo di controllo ambientale competente.

I gestori sono, inoltre, obbligati a trasmettere ai Comuni e alla Regione competenti territorialmente la documentazione inerente i controlli sui dispositivi di scarico dei veicoli ammessi in pista, effettuati secondo quanto previsto, in materia di emissioni sonore, dai regolamenti sportivi nazionali ed internazionali.

**3.6 REGOLAMENTO (UE) N. 540/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 aprile 2014 relativo al livello sonoro dei veicoli a motore e i dispositivi silenziatori di sostituzione, che modifica la direttiva 2007/46/CE e che abroga la direttiva 70/157/CEE**

Questa Direttiva fissa ed esplica, all'allegato 1, i principi di omologazione CE di un veicolo a motore per quanto riguarda il livello sonoro del veicolo in movimento.

## 1. LIVELLO SONORO DEL VEICOLO IN MOVIMENTO

### 1.1. Valori limite

Il livello sonoro misurato conformemente alle disposizioni dell'allegato III non deve superare i seguenti limiti riportati in Tabella:



QUIRICONI PROGETTI s.r.l.  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

Categori- a del veicolo	Descrizione della categoria del veicolo	Valori limite espressi in dB(A) (dB(A))		
		Fase 1 applicabile per i nuovi tipi di veicoli dal 1° luglio 2014.	Fase 2 applicabile per i nuovi tipi di veicoli dal 1° luglio 2020 e per la prima registrazione dal 1° luglio 2022.	Fase 3 applicabile per i nuovi tipi di veicoli dal 1° luglio 2024 e per la prima registrazione dal 1° luglio 2026.
M	Veicoli usati per il trasporto di passeggeri			
M <sub>1</sub>	rapporto potenza/massa ≤ 120 kW/1 000 kg	72 (7)	70 (7)	68 (7)
M <sub>1</sub>	120 kW/1 000 kg < rapporto potenza/massa ≤ 160 kW/1 000 kg	75	71	69
M <sub>2</sub>	160 kW/1 000 kg = rapporto potenza/massa	75	73	71
M <sub>1</sub>	rapporto potenza/massa > 200 kW/1 000 kg numero di sedili ≤ 4 punto K del sedile conduttore ≤ 450 mm da terra	73	74	72
M <sub>1</sub>	massa ≤ 2 500 kg	72	70	69
M <sub>2</sub>	2 500 kg < massa ≤ 3 500 kg	74	72	71
M <sub>1</sub>	3 500 kg < massa ≤ 5 000 kg; potenza nominale del motore ≤ 135 kW	75	73	72
M <sub>2</sub>	3 500 kg = massa ≤ 5 000 kg; potenza nominale del motore > 135 kW	75	74	72
M <sub>1</sub>	potenza nominale del motore ≤ 150 kW	76	74	73 (7)
M <sub>1</sub>	150 kW < potenza nomi- nale del motore ≤ 250 kW	78	77	76 (7)
M <sub>1</sub>	potenza nominale del motore > 250 kW	80	78	77 (7)

### 3.7 NORMATIVA REGIONALE

A livello regionale, la Regione Toscana ha emanato la Legge n. 89 del 1 dicembre 1998, recependo le disposizioni emanate con la legge ordinaria del parlamento (legge quadro) 447 del 1995. Infine con la Deliberazione della Giunta Regionale del 21 ottobre 2013 n. 857 “Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell’art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98” si definiscono i criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale del clima acustico che i comuni, devono richiedere ai soggetti pubblici e privati interessati alla realizzazione delle tipologie di insediamenti indicati all’Art. 8 comma 2 e 3 della Legge 447/95.



QUIRICONI PROGETTI s.r.l.  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management



## 4. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area prevista per gli interventi in progetto si colloca in una fascia di territorio stretta inserita fra l'autostrada A1 e la strada di scorrimento urbana denominata Via Unità d'Italia.

In prossimità, lungo la via di scorrimento, risultano attualmente presenti attività prevalentemente a carattere turistico e di servizio quali Hotel, ristoranti - pizzeria, abitazioni residenziali ed alcune stazioni di servizio con le rispettive aree di parcheggio.

Per quanto riguarda l'andamento morfologico del terreno l'area oggetto d'intervento è completamente pianeggiante e si trova leggermente più bassa rispetto all'Autostrada A1 mentre risulta alla stessa quota della strada di scorrimento Via Unità d'Italia.

### 4.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA CON INDICAZIONE DEI LIVELLI DI RUMOROSITA' DELLE AUTOVETTURE OMOLOGATE

L'opera in progetto prevede la realizzazione di una pista in asfalto riservata per prove di autoveicoli e simili non a carattere di gare.

Sono inoltre previsti interventi di ristrutturazione e recupero di fabbricati esistenti con aggiunta di un edificio di nuova costruzione, utilizzati come punto di ristoro e ricreativo oltre ad ambienti di servizio.

Sono anche previste aree a verde con alberature e parcheggi sia pertinenziali che aperti al pubblico.

Ulteriori particolari di dettaglio sono ben descritti negli elaborati progettuali.

Il rumore provocato dal passaggio di un veicolo sulla pista è dovuto a tre fattori principali:

- *Rumore meccanico* prodotto dal motore, dallo scarico della marmitta, dalle vibrazioni meccaniche interne, dal sistema di raffreddamento e dagli organi meccanici di guida;
- *Rumore pneumatico/pista* dovuto alle vibrazioni di rotolamento, al pompaggio dell'aria di rotolamento tra pneumatico e asfalto, ad altri rumori di frizionamento e vibrazione degli aggregati che costituiscono la superficie della pista;
- *Rumore aerodinamico*

Sulla pista, nel progetto attuale, è **previsto il transito di sole autovetture omologate secondo il REGOLAMENTO (UE) N. 540/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 aprile 2014.**



Pertanto, nei calcoli successivi, si è considerato che il rumore prodotto dalla singola autovettura in movimento sia pari a:

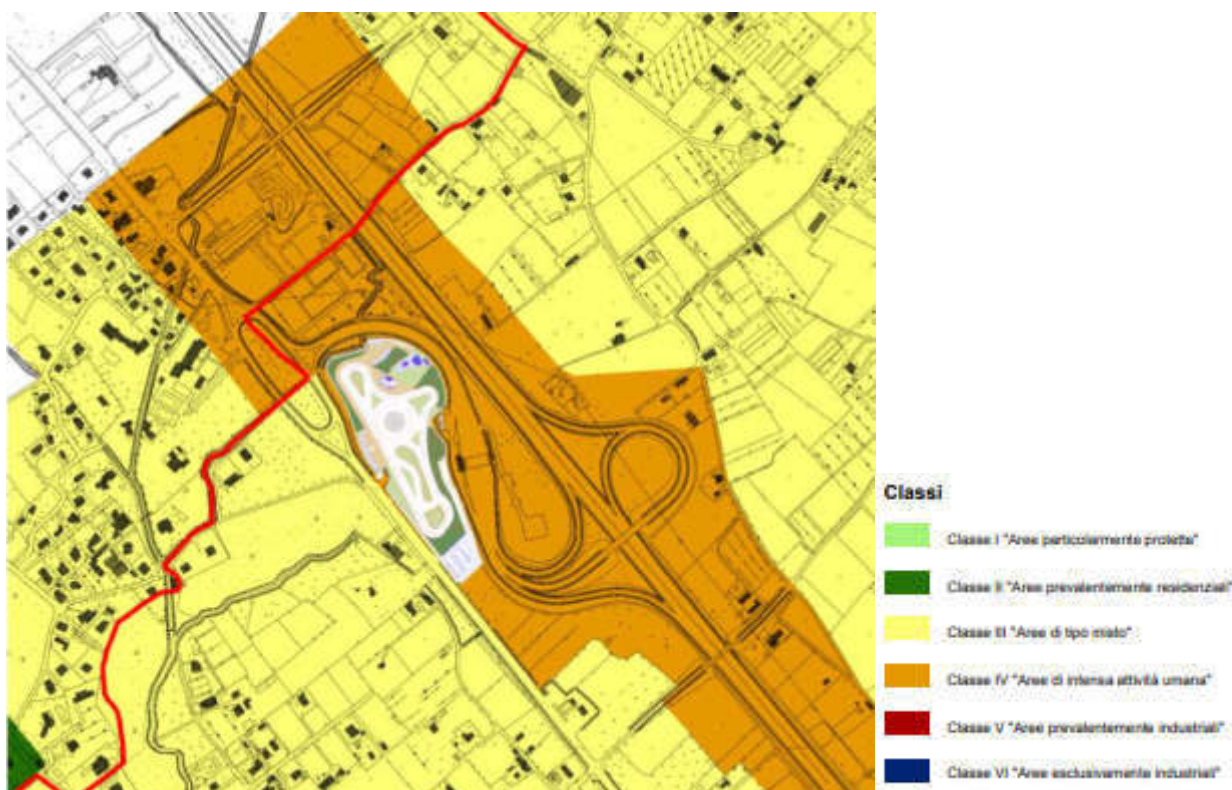
$$Leq = 75 \text{ dB(A)} \text{ a } 0,5 \text{ metri}$$

Il valore di cui sopra è stato assunto per veicoli M2 (applicabile per veicoli nuovi dal 1 Luglio 2016 o antecedenti) dell'allegato III del Regolamento di cui sopra.

Nella valutazione successiva l'emissione sonora dovuta al passaggio dei veicoli in pista verrà trattata come una **sorgente sonora di tipo lineare**.

## 5. LIMITI ACUSTICI DELLA ZONA

Nel piano di zonizzazione acustica del Comune di Pietrasanta l'area oggetto di intervento risulta inserita in zona **classificata IV** al confine con la zona **classificata III**.



I ricettori individuati e rappresentati negli elaborati di calcolo di seguito riportati risultano appartenere alle due classi acustiche suddette.



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

Rientrano in classe III le aree di tipo misto individuate come urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali e le aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

Rientrano in classe IV le aree di intensa attività umana individuate come urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali, le aree in prossimità di strade di grande comunicazione come nel caso in esame.

Si rileva che l'area oggetto d'intervento è costeggiata da un lato dall'Autostrada A1 e dall'altro dalla via urbana di scorrimento e pertanto si trova in fascia di pertinenza A e B per l'Autostrada e in fascia Db per la strada di scorrimento.

Quanto sopra determina il rispetto dei limiti per i ricettori presenti all'interno di dette fasce come meglio rappresentato nella elaborazione grafica.



#### LEGENDA:

- Fascia di pertinenza A (100 metri) [Autostrada A1]
- - - Fascia di pertinenza B (da 100 a 250 metri) [Autostrada A1]
- - - Fascia di pertinenza Db (100 metri) [Strada di Scorrimento Via Unità d'Italia]



QUIRICONI PROGETTI s.r.l.  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

Si riportano di seguito i limiti massimi previsti per le zone acustiche suddette.

Nelle Tabella B e C del D.P.C.M. 14/11/97 sono fissati i seguenti valori limite di emissione e valori limite assoluti di immissione, rispettivamente:

**Zona IV: Area di intensa attività umana**

Valore limite di **emissione** CLASSE IV (Tabella B)

Periodo **DIURNO** (ore 6:00-22:00) **LAeq = 60 dB**

Periodo **NOTTURNO** (ore 22:00- 6:00) **LAeq = 50 dB**

Valore limite assoluto di **immissione** CLASSE IV (Tabella C)

Periodo **DIURNO** (ore 6:00-22:00) **LAeq = 65 dB**

Periodo **NOTTURNO** (ore 22:00- 6:00) **LAeq = 55 dB**

**Zona III: Aree di tipo misto**

Valore limite di **emissione** CLASSE IV (Tabella B)

Periodo **DIURNO** (ore 6:00-22:00) **LAeq = 55 dB**

Periodo **NOTTURNO** (ore 22:00- 6:00) **LAeq = 45 dB**

Valore limite assoluto di **immissione** CLASSE III (Tabella C)

Periodo **DIURNO** (ore 6:00-22:00) **LAeq = 60 dB**

Periodo **NOTTURNO** (ore 22:00- 6:00) **LAeq = 50 dB**



## FASCE DI PERTINENZA

Per le strade esistenti dovranno essere rispettati i limiti massimi definiti nel DPR 142/2004 riportati nella seguente tabella.

Tipo di strada	Ampiezza fascia di pertinenza (m)	Recettori periodo diurno	Recettori periodo notturno
A Autostrada A1	100 (Fascia A)	70	60
A Autostrada A1	150 (da 100 a 250) (Fascia B)	65	55
Db Urbana di scorrimento	100	65	55

## 6. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per effettuare i rilevamenti fonometrici è conforme alle Norme IEC651 e IEC804 Classe 1.

1. Fonometro tipo NTI modello XL2 Audio and Acoustic Analyzer serial Number A2A-11550-E0 - Certificato di Calibrazione Lat 163 23269-A
2. Microfono tipo M2211 serial Number 5982 - Certificato di Calibrazione n. 42529-5982-M2211
3. Calibratore tipo QUEST modello CA-22 matricola J2040015  
Certificato di calibrazione Lat 16323268-A

**Nota:** I Certificati di Calibrazione sono stati emessi in data 30 Luglio 2020.

## 7. MODALITA' DI RILEVAZIONE

Sono state seguite le indicazioni del Decreto del Ministero dell'Ambiente e più precisamente: prima e dopo la misura è stata controllata la calibrazione della strumentazione mediante calibratore in dotazione: lo scostamento del livello di calibrazione (all'inizio e alla fine della sessione di misura) è stato sempre inferiore a 0,5 dB ed è quindi stato valutato accettabile.

La misurazione è stata effettuata seguendo le indicazioni del D.M 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

In particolare si sono osservate le seguenti indicazioni:

1. Misurazioni effettuate con microfono del fonometro posto su piano stabile ad altezza da terra pari a 1.50m e ad almeno 1.00m da altre superfici interferenti.
2. Misurazioni effettuate con microfono del fonometro posto su piano stabile ad altezza da terra di circa 4.00 m e ad almeno 1.00m da altre superfici interferenti per l'analisi in prossimità dei confini e dei ricettori
3. Misurazioni in bande di 1/3 di ottava per individuare eventuali componenti tonali
4. Misurazioni con ponderazione "A"
5. Misurazioni con costante di tempo "Fast"
6. Microfono munito di cuffia antivento
7. Condizione di misura: in condizioni meteorologiche con assenza di precipitazioni e velocità del vento inferiore a 5 m/sec;
8. Punto di prelievo come indicato nella planimetria allegata;
9. Tempo di misura per ogni punto, 15 minuti.

Le rilevazioni sono state effettuate nelle condizioni così identificate:

- a. Rilievi fonometrici presso i ricettori (R) sensibili più vicini all'area di intervento, al momento soggetti al rumore derivante dal traffico veicolare dell'Autostrada e della Strada urbana di scorrimento. I suddetti rilievi fonometrici consentono di concretizzare i valori del clima acustico *ante operam*.





R1, R2, R3, R4, = Ricettori identificati nelle abitazioni e attività turistico ricettive presenti nell'area di studio;

P1, P2, P3, P4 = Punti di misura in prossimità dei suddetti recettori, all'esterno, sul confine degli stessi.

R5= Ricettore identificato come attività lavorativa occupata dal casellante dell'autostrada

### 8. CLIMA ACUSTICO (ante operam):

Il clima acustico presente nella zona oggetto di intervento è caratterizzato dalle seguenti sorgenti di rumore:

#### a. Infrastrutture stradali

- AUTOSTRADA A1 – Sorgente principale- Rumorosità proveniente dal tratto autostradale limitrofo all'area in analisi.

L'emissione risulta significativa soprattutto durante il passaggio dei mezzi pesanti ed anche nel momento della sosta degli stessi per il passaggio dal vicino casello in entrata/uscita dalla stessa autostrada e sito in prossimità del perimetro dell'area oggetto d'intervento.

- STRADA DI SCORRIMENTO VIA UNITA' D'ITALIA – Sorgente principale – Rumorosità derivante dal traffico veicolare sulla strada di scorrimento limitrofa caratterizzato soprattutto da veicoli di piccola/media dimensione, in quanto il traffico pesante transita principalmente sull'autostrada.

**b. Insediamenti produttivi nella zona**

In prossimità del nuovo insediamento non sono presenti altri insediamenti produttivi ma solo di servizio. Fra questi si può rilevare la presenza di alcune stazioni di servizio con parcheggio e piccolo ristoro, un grande albergo con piscina e ristorante ed altre attività commerciali modeste.

**c. Civili abitazioni**

Le civili abitazioni presenti nella zona non hanno influenzato le misurazioni, in tali edifici non vengono svolte attività disturbanti.

**d. Corsi d'acqua**

Non risultano presenti corsi d'acqua significativi nelle vicinanze.

**e. Infrastrutture ferroviarie**

Non è presente alcuna linea ferroviaria nelle vicinanze.

Per quanto sopra identificato, le sorgenti sonore che influenzano il clima acustico della zona sono quelle derivate dal traffico veicolare presente sull'Autostrada A1 e sulla strada di scorrimento Via Unità d'Italia.

Si riportano nella tabella sottostante i risultati emersi dalle misurazioni effettuate, per l'identificazione del clima acustico attualmente presente.

PUNTO DI MISURA	RICETTORE DI RIFERIMENTO	CLIMA ACUSTICO MISURATO [dB(A)]	NOTE
P1 <sub>d</sub>	R1	57,9	Misura in periodo diurno (ore 16.00 circa)
P1 <sub>n</sub>	R1	51,3	Misura in periodo notturno (ore 23.00 circa)
P2 <sub>d</sub>	R2	42,2	Misura in periodo diurno (ore 16.30 circa)
P2 <sub>n</sub>	R2	39,5	Misura in periodo notturno (ore 23.30 circa)
P3 <sub>d</sub>	R3	58,5	Misura in periodo diurno (ore 17.00 circa)
P3 <sub>n</sub>	R3	53,4	Misura in periodo notturno (ore 24.00 circa)
P4 <sub>d</sub>	R4	59,5	Misura in periodo diurno (ore 17.30 circa)
P4 <sub>n</sub>	R4	52,7	Misura in periodo notturno (ore 24.30 circa)



## 9. RICETTORI

Allo stato attuale possono essere considerati come ricettori i seguenti:

- Edificio ad uso alberghiero con ristorante sito in prossimità della strada urbana di scorrimento posto a circa 200 metri dal bordo della pista e situato in classe III della zonizzazione acustica del Comune di Forte dei Marmi confinante (R3)
- Edifici ad uso abitativo situati in prossimità del perimetro della pista (lato est ed ovest) e collocati, due in classe III (R1 e R2) ed uno in classe IV (R4).
- Edificio ad uso lavorativo, il casello autostradale (R5), collocato in classe IV.



## 10. MODELLO DI CALCOLO E SCENARI IPOTIZZATI

Per la valutazione previsionale dell'impatto acustico dell'opera in analisi, si è proceduto con l'utilizzo di modelli di calcolo e valori definiti dal Regolamento (UE) N. 540/2014, mentre per caratterizzare il clima acustico ante-operam sono state eseguite prove fonometriche in campo.

Gli interventi sono stati i seguenti:

- Misurazione del rumore di clima acustico *Ante Operam* nei punti precedentemente individuati.
- Identificazione dei Ricettori R1, R2, R3, R4.
- Inserimento sul tracciato della pista di 22 punti di calcolo equidistanti fra loro al fine di simulare il comportamento di una sorgente lineare.
- Misurazione delle distanze tra i punti di calcolo e i ricettori R1, R2, R3, R4.
- Creazione di sei scenari ipotetici di utilizzo della pista.

- Calcolo dei valori di rumore ambientale stimati ai ricettori R1, R2, R3, R4, per i singoli scenari con i seguenti tempi di riferimento:
  - Orario:
  - Dalle ore 9,00 alle ore 22,00 per il confronto con i limite di emissione e immissione diurni
  - Dalle ore 22,00 alle ore 24,30 per il confronto con i limiti di emissione e immissione notturni
- Confronto dei valori calcolati per i singoli scenari con i limiti normativi vigenti.
- Calcolo dei valori di rumore ambientale stimati ai ricettori R1, R2, R3, R4, per l'emissione sonora prodotta dalle strutture relative alla zona ristoro e ricreativa, con impianto di diffusione sonora in funzione.

#### A) MODELLO DI CALCOLO DEGLI SCENARI IPOTIZZATI

Si precisa che tutti i veicoli considerati nei diversi scenari saranno di tipo omologato secondo il vigente Regolamento Europeo.

I calcoli sono stati eseguiti considerando una sorgente di rumore di tipo lineare (passaggio di auto lungo un percorso stradale) con propagazione di tipo semicilindrico.

21

#### SCENARIO 1

Lo scenario 1 prevede l'utilizzo della pista da parte di un **unico veicolo**.

La pista è posizionata per la maggior parte all'interno della fascia A di pertinenza dell'Autostrada A1 e per una piccola porzione, all'interno della fascia B di pertinenza dell'Autostrada A1 e della fascia Db della Strada di Scorrimento.

Considerata la particolarità della posizione della pista, si è ritenuto cautelativo ed in favore della sicurezza, adottare i limiti di rumorosità della fascia B e della fascia Db, poiché coincidono anche con i limiti della classe IV di zonizzazione del Comune di Pietrasanta in cui si trova la pista.

I valori limite di immissione di riferimento saranno i seguenti:

**$L_{eq} = 65 \text{ dB(A)}$  nel periodo diurno;**

**$L_{eq} = 55 \text{ dB(A)}$  nel periodo notturno.**



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

## SCENARIO 2

Lo scenario 2 prevede l'utilizzo della pista da parte di un **due veicoli in modo contemporaneo.**

Dovranno essere rispettati i limiti ed i periodi di prova come sopra indicati.

## SCENARIO 3

Lo scenario 3 prevede l'utilizzo della pista da parte di **tre veicoli in modo contemporaneo.**

Dovranno essere rispettati i limiti ed i periodi di prova come sopra indicati.

## SCENARIO 4

Lo scenario 4 prevede l'utilizzo della pista da parte di **quattro veicoli in modo contemporaneo.**

Dovranno essere rispettati i limiti ed i periodi di prova come sopra indicati.

## SCENARIO 5

Lo scenario 5 prevede l'utilizzo della pista da parte di **sei veicoli in modo contemporaneo.**

Dovranno essere rispettati i limiti ed i periodi di prova come sopra indicati

22

## SCENARIO 6

Lo scenario 6 prevede l'utilizzo della pista da parte di **dodici veicoli in modo contemporaneo.**

Dovranno essere rispettati i limiti ed i periodi di prova come sopra indicati



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

**11. RISULTATI DEI CALCOLI DI VERIFICA DEI LIMITI NORMATIVI EFFETTUATI CON LA RESTRIZIONE DI UTILIZZARE ESCLUSIVAMENTE AUTOVETTURE OMOLOGATE.**

Si riportano nelle tabelle seguenti, i calcoli eseguiti per i 6 scenari in riferimento al ricettore R1, il ricettore risultato più vicino all'area di studio, per gli altri ricettori (R2, R3, R4) le tabelle di calcolo sono allegate al presente documento.

**Scenario 1 - ATTENUAZIONE DOVUTA ALLA DISTANZA per il ricettore più vicino R1**

ID punto	Sorgente dB(A) n. 1 auto	Distanza punto-R1.	R0 m	Attenuazione dB(A)	Leq calcolato	Limiti nel periodo diurno	Limiti nel periodo notturno
P1	75	60	1	22,78	52,22	65	55
P2	75	40	1	21,02	53,98	65	55
P3	75	32	1	20,05	54,95	65	55
P4	75	34	1	20,31	54,69	65	55
P5	75	70	1	23,45	51,55	65	55
P6	75	80	1	24,03	50,97	65	55
P7	75	90	1	24,54	50,46	65	55
P8	75	100	1	25,00	50,00	65	55
P9	75	130	1	26,14	48,86	65	55
P10	75	150	1	26,76	48,24	65	55
P11	75	180	1	27,55	47,45	65	55
P12	75	210	1	28,22	46,78	65	55
P13	75	215	1	28,32	46,68	65	55
P14	75	200	1	28,01	46,99	65	55
P15	75	205	1	28,12	46,88	65	55
P16	75	230	1	28,62	46,38	65	55
P17	75	228	1	28,58	46,42	65	55
P18	75	210	1	28,22	46,78	65	55
P19	75	180	1	27,55	47,45	65	55
P20	75	150	1	26,76	48,24	65	55
P21	75	120	1	25,79	49,21	65	55
P22	75	100	1	25,00	50,00	65	55

**Nota:** In favore della sicurezza non sono state considerate le Attenuazioni dovute al suolo, assorbimento atmosferico, divergenza geometrica, riflessioni sulle superfici e barriere prevedendo le misurazioni in condizioni meteorologiche favorevoli.



**Scenario 2 ATTENUAZIONE DOVUTA ALLA DISTANZA per il ricettore piu' vicino R1**

ID punto	Sorgente n.2 auto	Distanza punto-R1.	R0 m	Attenuazione dB(A)	Leq calcolato	Limiti nel periodo diurno	Limiti nel periodo notturno
P1	78	60	1	22,78	55,22	65	55
P2	78	40	1	21,02	56,98	65	55
P3	78	32	1	20,05	57,95	65	55
P4	78	34	1	20,31	57,69	65	55
P5	78	70	1	23,45	54,55	65	55
P6	78	80	1	24,03	53,97	65	55
P7	78	90	1	24,54	53,46	65	55
P8	78	100	1	25,00	53,00	65	55
P9	78	130	1	26,14	51,86	65	55
P10	78	150	1	26,76	51,24	65	55
P11	78	180	1	27,55	50,45	65	55
P12	78	210	1	28,22	49,78	65	55
P13	78	215	1	28,32	49,68	65	55
P14	78	200	1	28,01	49,99	65	55
P15	78	205	1	28,12	49,88	65	55
P16	78	230	1	28,62	49,38	65	55
P17	78	228	1	28,58	49,42	65	55
P18	78	210	1	28,22	49,78	65	55
P19	78	180	1	27,55	50,45	65	55
P20	78	150	1	26,76	51,24	65	55
P21	78	120	1	25,79	52,21	65	55
P22	78	100	1	25,00	53,00	65	55

**Nota:** In favore della sicurezza non sono state considerate le Attenuazioni dovute al suolo, assorbimento atmosferico, divergenza geometrica, riflessioni sulle superfici e barriere prevedendo le misurazioni in condizioni meteorologiche favorevoli



**Scenario 3 ATTENUAZIONE DOVUTA ALLA DISTANZA per il ricettore piu' vicino R1**

ID punto	Sorgente n.3 auto	Distanza punto-R1.	R0 m	Attenuazione dB(A)	Leq calcolato	Limiti nel periodo diurno	Limiti nel periodo notturno
P1	79.7	60	1	22,78	56,92	65	55
P2	79.7	40	1	21,02	58,68	65	55
P3	79.7	32	1	20,05	59,65	65	55
P4	79.7	34	1	20,31	59,39	65	55
P5	79.7	70	1	23,45	56,25	65	55
P6	79.7	80	1	24,03	55,67	65	55
P7	79.7	90	1	24,54	55,16	65	55
P8	79.7	100	1	25,00	54,70	65	55
P9	79.7	130	1	26,14	53,56	65	55
P10	79.7	150	1	26,76	52,94	65	55
P11	79.7	180	1	27,55	52,15	65	55
P12	79.7	210	1	28,22	51,48	65	55
P13	79.7	215	1	28,32	51,38	65	55
P14	79.7	200	1	28,01	51,69	65	55
P15	79.7	205	1	28,12	51,58	65	55
P16	79.7	230	1	28,62	51,08	65	55
P17	79.7	228	1	28,58	51,12	65	55
P18	79.7	210	1	28,22	51,48	65	55
P19	79.7	180	1	27,55	52,15	65	55
P20	79.7	150	1	26,76	52,94	65	55
P21	79.7	120	1	25,79	53,91	65	55
P22	79.7	100	1	25,00	54,70	65	55

**Nota:** In favore della sicurezza non sono state considerate le Attenuazioni dovute al suolo, assorbimento atmosferico, divergenza geometrica, riflessioni sulle superfici e barriere prevedendo le misurazioni in condizioni meteorologiche favorevoli



**Scenario 4 ATTENUAZIONE DOVUTA ALLA DISTANZA per il ricettore piu' vicino R1**

ID punto	Sorgente n.4 auto	Distanza punto-R1.	R0 m	Attenuazione dB(A)	Leq calcolato	Limiti nel periodo diurno	Limiti nel periodo notturno
P1	81	60	1	22,78	58,22	65	55
P2	81	40	1	21,02	59,98	65	55
P3	81	32	1	20,05	60,95	65	55
P4	81	34	1	20,31	60,69	65	55
P5	81	70	1	23,45	57,55	65	55
P6	81	80	1	24,03	56,97	65	55
P7	81	90	1	24,54	56,46	65	55
P8	81	100	1	25,00	56,00	65	55
P9	81	130	1	26,14	54,86	65	55
P10	81	150	1	26,76	54,24	65	55
P11	81	180	1	27,55	53,45	65	55
P12	81	210	1	28,22	52,78	65	55
P13	81	215	1	28,32	52,68	65	55
P14	81	200	1	28,01	52,99	65	55
P15	81	205	1	28,12	52,88	65	55
P16	81	230	1	28,62	52,38	65	55
P17	81	228	1	28,58	52,42	65	55
P18	81	210	1	28,22	52,78	65	55
P19	81	180	1	27,55	53,45	65	55
P20	81	150	1	26,76	54,24	65	55
P21	81	120	1	25,79	55,21	65	55
P22	81	100	1	25,00	56,00	65	55

**Nota:** In favore della sicurezza non sono state considerate le Attenuazioni dovute al suolo, assorbimento atmosferico, divergenza geometrica, riflessioni sulle superfici e barriere prevedendo le misurazioni in condizioni meteorologiche favorevoli



**Scenario 5 ATTENUAZIONE DOVUTA ALLA DISTANZA per il ricettore piu' vicino R1**

ID punto	Sorgente n.6 auto	Distanza punto-R1.	R0 m	Attenuazione dB(A)	Leq calcolato	Limiti nel periodo diurno	Limiti nel periodo notturno
P1	82,3	60	1	22,78	59,52	65	55
P2	82,3	40	1	21,02	61,28	65	55
P3	82,3	32	1	20,05	62,25	65	55
P4	82,3	34	1	20,31	61,99	65	55
P5	82,3	70	1	23,45	58,85	65	55
P6	82,3	80	1	24,03	58,27	65	55
P7	82,3	90	1	24,54	57,76	65	55
P8	82,3	100	1	25,00	57,30	65	55
P9	82,3	130	1	26,14	56,16	65	55
P10	82,3	150	1	26,76	55,54	65	55
P11	82,3	180	1	27,55	54,75	65	55
P12	82,3	210	1	28,22	54,08	65	55
P13	82,3	215	1	28,32	53,98	65	55
P14	82,3	200	1	28,01	54,29	65	55
P15	82,3	205	1	28,12	54,18	65	55
P16	82,3	230	1	28,62	53,68	65	55
P17	82,3	228	1	28,58	53,72	65	55
P18	82,3	210	1	28,22	54,08	65	55
P19	82,3	180	1	27,55	54,75	65	55
P20	82,3	150	1	26,76	55,54	65	55
P21	82,3	120	1	25,79	56,51	65	55
P22	82,3	100	1	25,00	57,30	65	55

**Nota:** In favore della sicurezza non sono state considerate le Attenuazioni dovute al suolo, assorbimento atmosferico, divergenza geometrica, riflessioni sulle superfici e barriere prevedendo le misurazioni in condizioni meteorologiche favorevoli



**Scenario 6 ATTENUAZIONE DOVUTA ALLA DISTANZA per il ricettore piu' vicino R1**

ID punto	Sorgente n.12 auto	Distanza punto-R1.	R0 m	Attenuazione dB(A)	Leq calcolato	Limiti nel periodo diurno	Limiti nel periodo notturno
P1	86	60	1	22,78	63,22	65	55
P2	86	40	1	21,02	64,98	65	55
P3	86	32	1	20,05	65,95	65	55
P4	86	34	1	20,31	65,69	65	55
P5	86	70	1	23,45	62,55	65	55
P6	86	80	1	24,03	61,97	65	55
P7	86	90	1	24,54	61,46	65	55
P8	86	100	1	25,00	61,00	65	55
P9	86	130	1	26,14	59,86	65	55
P10	86	150	1	26,76	59,24	65	55
P11	86	180	1	27,55	58,45	65	55
P12	86	210	1	28,22	57,78	65	55
P13	86	215	1	28,32	57,68	65	55
P14	86	200	1	28,01	57,99	65	55
P15	86	205	1	28,12	57,88	65	55
P16	86	230	1	28,62	57,38	65	55
P17	86	228	1	28,58	57,42	65	55
P18	86	210	1	28,22	57,78	65	55
P19	86	180	1	27,55	58,45	65	55
P20	86	150	1	26,76	59,24	65	55
P21	86	120	1	25,79	60,21	65	55
P22	86	100	1	25,00	61,00	65	55

**Nota:** In favore della sicurezza non sono state considerate le Attenuazioni dovute al suolo, assorbimento atmosferico, divergenza geometrica, riflessioni sulle superfici e barriere prevedendo le misurazioni in condizioni meteorologiche favorevoli

Nelle Tabelle sottostanti viene effettuata la verifica dei livelli calcolati ai Ricettori negli scenari ipotizzati con i limiti delle Fasce di rispetto dell'Autostrada A1 e della Strada di Scorrimento Unità d'Italia e del piano di zonizzazione acustica del Comune di Pietrasanta.

## RICETTORE R1

### Periodo diurno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore maggiore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R1	1 auto	9,00-22,00	54,9	57,9	59,7	<b>65</b>
R1	2 auto	9,00-22,00	57,9	57,9	60,9	<b>65</b>
R1	3 auto	9,00-22,00	59,7	57,9	61,9	<b>65</b>
R1	4 auto	9,00-22,00	60,9	57,9	62,7	<b>65</b>
R1	6 auto	9,00-22,00	62,3	57,9	63,6	<b>65</b>
R1	12 auto	9,00-22,00	65,9	57,9	<b>66,5</b>	<b>65</b>

**Nota:** Vengono superati i limiti massimi ammessi soltanto nello scenario 6 (12 auto), considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

### Periodo notturno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R1	1 auto	22,00-24,30	54,9	51,3	<b>56,5</b>	<b>55</b>
R1	2 auto	22,00-24,30	57,9	51,3	<b>58,8</b>	<b>55</b>
R1	3 auto	22,00-24,30	59,7	51,3	<b>60,3</b>	<b>55</b>
R1	4 auto	22,00-24,30	60,9	51,3	<b>61,4</b>	<b>55</b>
R1	6 auto	22,00-24,30	62,3	51,3	<b>62,6</b>	<b>55</b>
R1	12auto	22,00-24,30	65,9	51,3	<b>66,0</b>	<b>55</b>

**Nota:** Vengono superati i limiti massimi ammessi in tutti gli scenari ipotizzati, considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

## RICETTORE R2

### Periodo diurno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore maggiore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R2	1 auto	9,00-22,00	48,5	42,2	49,4	<b>65</b>
R2	2 auto	9,00-22,00	51,5	42,2	52,0	<b>65</b>
R2	3 auto	9,00-22,00	53,2	42,2	53,5	<b>65</b>
R2	4 auto	9,00-22,00	54,5	42,2	54,7	<b>65</b>
R2	6 auto	9,00-22,00	55,8	42,2	56,0	<b>65</b>
R2	12 auto	9,00-22,00	59,5	42,2	59,5	<b>65</b>

**Nota:** Non vengono superati i limiti massimi ammessi, considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

### Periodo notturno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R2	1 auto	22,00-24,30	48,5	39,5	49,0	<b>55</b>
R2	2 auto	22,00-24,30	51,5	39,5	51,8	<b>55</b>
R2	3 auto	22,00-24,30	53,2	39,5	53,4	<b>55</b>
R2	4 auto	22,00-24,30	54,5	39,5	54,6	<b>55</b>
R2	6 auto	22,00-24,30	55,8	39,5	<b>55,9</b>	<b>55</b>
R2	12auto	22,00-24,30	59,5	39,5	<b>59,5</b>	<b>55</b>

**Nota:** Vengono superati i limiti massimi ammessi nello scenario 5 (6 auto) e nello scenario 6 (12 auto) ipotizzati, considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

## RICETTORE R3

### Periodo diurno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore maggiore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R3	1 auto	9,00-22,00	47,5	58,5	58,8	<b>65</b>
R3	2 auto	9,00-22,00	50,5	58,5	59,1	<b>65</b>
R3	3 auto	9,00-22,00	52,2	58,5	59,4	<b>65</b>
R3	4 auto	9,00-22,00	53,5	58,5	59,7	<b>65</b>
R3	6 auto	9,00-22,00	54,8	58,5	60,0	<b>65</b>
R3	12 auto	9,00-22,00	58,5	58,5	61,5	<b>65</b>

**Nota:** Non vengono superati i limiti massimi ammessi, considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

### Periodo notturno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R3	1 auto	22,00-24,30	47,5	53,4	54,4	<b>55</b>
R3	2 auto	22,00-24,30	50,5	53,4	<b>55,2</b>	<b>55</b>
R3	3 auto	22,00-24,30	52,2	53,4	<b>55,9</b>	<b>55</b>
R3	4 auto	22,00-24,30	53,5	53,4	<b>56,5</b>	<b>55</b>
R3	6 auto	22,00-24,30	54,8	53,4	<b>57,2</b>	<b>55</b>
R3	12auto	22,00-24,30	58,5	53,4	<b>59,7</b>	<b>55</b>

**Nota:** Vengono superati i limiti massimi ammessi nello scenario 2 (2 auto), nello scenario 3 (3 auto), nello scenario 4 (4 auto), nello scenario 5 (6 auto) e nello scenario 6 (12 auto) ipotizzati, considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

## RICETTORE R4

### Periodo diurno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore maggiore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R4	1 auto	9,00-22,00	50,9	59,5	60,1	<b>65</b>
R4	2 auto	9,00-22,00	53,9	59,5	60,6	<b>65</b>
R4	3 auto	9,00-22,00	55,6	59,5	61,0	<b>65</b>
R4	4 auto	9,00-22,00	56,9	59,5	61,4	<b>65</b>
R4	6 auto	9,00-22,00	58,2	59,5	61,9	<b>65</b>
R4	12 auto	9,00-22,00	61,9	59,5	63,9	<b>65</b>

**Nota:** Non vengono superati i limiti massimi ammessi, considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

### Periodo notturno

Ricettore	Scenario	Tempo di riferimento	Valore calcolato	Valore rumore Residuo misurato (L <sub>R</sub> )	Valore rumore Ambientale previsto (L <sub>A</sub> )	Limite Normativo dB(A)
R4	1 auto	22,00-24,30	50,9	52,7	54,9	<b>55</b>
R4	2 auto	22,00-24,30	53,9	52,7	<b>56,4</b>	<b>55</b>
R4	3 auto	22,00-24,30	55,6	52,7	<b>57,4</b>	<b>55</b>
R4	4 auto	22,00-24,30	56,9	52,7	<b>58,3</b>	<b>55</b>
R4	6 auto	22,00-24,30	58,2	52,7	<b>59,3</b>	<b>55</b>
R4	12auto	22,00-24,30	61,9	52,7	<b>62,4</b>	<b>55</b>

**Nota:** Vengono superati i limiti massimi ammessi nello scenario 2 (2 auto), nello scenario 3 (3 auto), nello scenario 4 (4 auto), nello scenario 5 (6 auto) e nello scenario 6 (12 auto) ipotizzati, considerando anche il valore del rumore di fondo **ante operam** misurato.

## 12. STRUTTURE ACCESSORIE (area ricreativa e di ristoro)

Nell'area in esame, più precisamente nella zona nord-ovest, in corrispondenza del raccordo autostradale, sarà realizzata una zona di ristoro e ricreativa per i clienti (vedi immagine sotto).



In via cautelativa, poiché nelle strutture sarà installato un impianto di diffusione sonora, è stata valutata anche per tale impianto, l'immissione sonora in prossimità dei ricettori sensibili precedentemente individuati, senza considerare la sorgente rumore circuito.

33

Ricettori	Lw [dB(A)]	r (metri)	Leq [dB(A)] (calcolato)	Valore rumore Residuo misurato (LR)	Valore rumore Ambientale previsto (LA)	Limite periodo diurno [dB(A)]	Note
R1	75	250	46,02	57,9	58,2	65	Rispetto dei limiti
R2	75	250	46,02	42,2	47,5	65	Rispetto dei limiti
R3	75	300	45,23	58,5	58,7	65	Rispetto dei limiti
R4	75	100	50,00	59,5	60,0	65	Rispetto dei limiti

Ricettori	Lw [dB(A)]	r (metri)	Leq [dB(A)] (calcolato)	Valore rumore Residuo misurato (LR)	Valore rumore Ambientale previsto (LA)	Limite valore notturno [dB(A)]	Note
R1	75	250	46,02	51,3	52,4	55	Rispetto dei limiti
R2	75	250	46,02	39,5	46,9	55	Rispetto dei limiti
R3	75	300	45,23	53,4	54,0	55	Rispetto dei limiti
R4	75	100	50,00	52,7	54,6	55	Rispetto dei limiti

Lw: Livello di rumore emesso dalla sorgente (impianto di diffusione sonora)

r: Distanza in metri della sorgente sonora dai ricettori

**Nota:** In favore della sicurezza non sono state considerate le Attenuazioni dovute al suolo, assorbimento atmosferico, divergenza geometrica, riflessioni sulle superfici e barriere.

### 13. CONCLUSIONI

Dai risultati emersi dalle misurazioni eseguite in loco ante operam e dai calcoli svolti, si evince che l'utilizzo del circuito fino a 6 autovetture non comporta un superamento dei limiti di zona del piano di classificazione acustica comunale, per il periodo diurno, mentre non sono rispettati per alcuni ricettori i limiti notturni.

Nell'ipotesi di utilizzo del circuito soltanto nel periodo diurno, dalle ore 09.00 alle ore 22.00, con al massimo 6 autovetture contemporaneamente, non si ha la necessità di mettere in atto sistemi di mitigazione acustica, poiché si ha il rispetto dei limiti di immissione.

L'utilizzo invece del circuito da parte di un numero superiore di autovetture, nel presente documento è stato ipotizzato fino ad un massimo di 12 auto contemporaneamente, causa, in prossimità di alcuni ricettori, il superamento del limite di immissione sia nel periodo diurno che nel periodo notturno.

La normativa vigente, dà la possibilità di poter richiedere autorizzazioni comunali in deroga per le attività che superano i limiti di immissione, fino ad un periodo massimo di 15/25 giorni all'anno.

La suddetta ipotesi potrà essere presa in considerazione nel caso il circuito venga utilizzato saltuariamente nel periodo notturno (22.00-06.00) oppure con l'utilizzo di più di 6 autovetture contemporaneamente, sia per il periodo diurno che notturno.



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

In alternativa, per un utilizzo continuo del circuito, sia nel periodo diurno che nel periodo notturno e/o con più di 6 autovetture contemporaneamente, per attenuare il rumore prodotto dal circuito automobilistico e dalle attività collegate, dovranno essere previsti interventi di mitigazione di tipo passivo in modo che ai ricettori sensibili individuati, siano immessi livelli di rumore inferiori a quelli massimi ammessi dal piano di zonizzazione acustica del Comune di Pietrasanta, sia per il periodo diurno che per quello notturno.

#### **14. SISTEMI DI MITIGAZIONE PASSIVA**

Gli interventi di tipo passivo proposti sono i seguenti:

- Installazione di schermature adeguate con barriere acustiche
- Creazione di dune e piantumazione di vegetazione in punti strategici atti a limitare la trasmissione delle sorgenti di rumore previste.

Le barriere antirumore sono ostacoli atti a limitare la propagazione delle onde acustiche in una certa direzione e possono avere caratteristiche fonoassorbenti, fonoisolanti e diffrattive o una loro combinazione.

Si propone di installare barriere acustiche di tipo misto con le seguenti caratteristiche:

- barriere naturali costituite da elementi quali dune, alberi, cespugli e vegetazione in generale o essenze vegetali che permettano oltre all'attenuazione del rumore, anche un parziale assorbimento e filtraggio dei fumi emessi dallo scarico dei veicoli.
- barriere artificiali del tipo mobili prefabbricate della Edil Leca, rivestite internamente da un elemento fonoassorbente (Fonoleca Quadro) con un'altezza di circa 4 metri.

Le eventuali barriere artificiali, saranno posizionate sul confine dell'area e precisamente sul lato della Via Unità d'Italia e sul lato Forte dei Marmi sul tratto di ingresso all'autostrada A1.

Entrambi i lati della barriera, quello interno e quello lato strada, avranno un colore naturale (es. verde o terra) e saranno mimetizzati con piante rampicanti.

Nella parte interna, la barriera artificiale sarà colmata, per circa 1,5 metri dalla base, da una duna ricoperta di vegetazione che contribuirà ulteriormente all'abbattimento del rumore.

Le barriere naturali del tipo a dune saranno posizionate anche all'interno dell'area in posizione strategica ed avranno un'altezza di circa 1,5 metri, in modo da ottenere un effetto di





attenuazione in prossimità delle principali sorgenti di rumore identificate nell'emissione prodotte dai motori delle auto in prova.

Gli interventi proposti, consentiranno, senza considerare l'attenuazione della vegetazione che al momento è difficile da quantificare, un abbattimento delle emissioni di rumore di almeno 18 dB(A) come riportato dai report di prova forniti dalla ditta costruttrice ed allegati al presente documento.

Per ogni ricettore, si allegano i fogli di calcolo dove è riportata l'attenuazione del rumore prodotto dalla sorgente circuito data dalla sola distanza della sorgente dal ricettore e quella data dall'aggiunta delle barriere.

***Il tecnico Competente***  
Dott.Ing. Quiriconi Andrea

***Il tecnico Collaboratore***  
Dott. Nicola Quiriconi

Marina di Pietrasanta 29/10/2021

36



QUIRICONI PROGETTI s.r.l  
Società di Ingegneria.

T. 0584.24682  
F. 0584.267011  
M. info@quiriconistudio.it  
W. Via E.Pea, 42 M. di Pietrasanta 55045 Lu

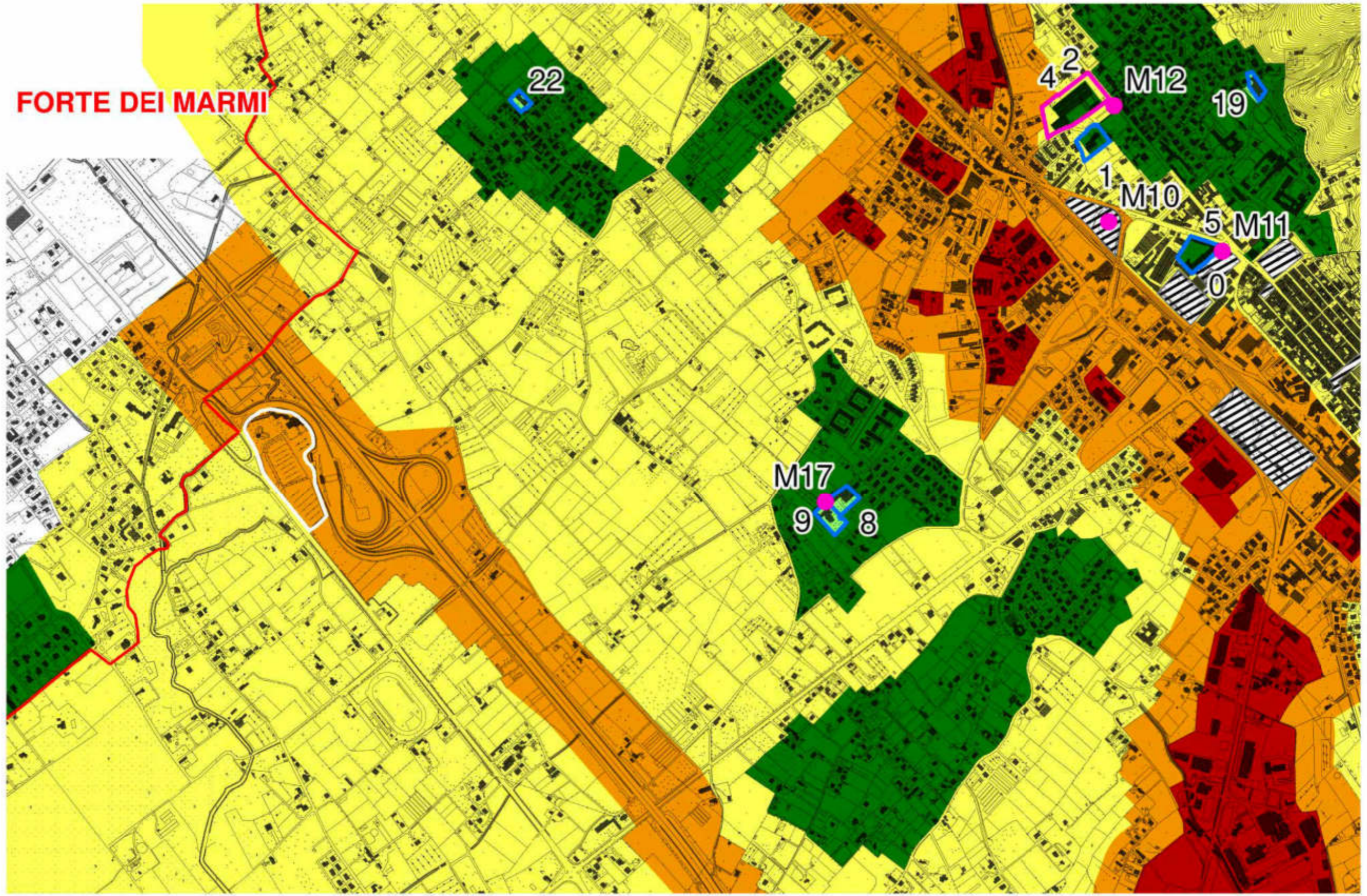
edilizia . impianti . sicurezza  
project & facility management

## **15. ALLEGATI**

- Allegato 1 – Estratto Piano di Zonizzazione Regione Toscana. Scala 1:2000
- Allegato 2 – Certificati strumenti di misura
- Allegato 3 – Iscrizione Elenco Nazionale Tecnico competente in Acustica Ambientale
- Allegato 4 – Scheda tecnica delle barriere proposte e relativi certificati
- Allegato 5 – Schede di calcolo.



**FORTE DEI MARMI**



COMMITTENTE: Attilio Bindi  
TITOLO: Piano Zonizzazione Acustica  
SITO: Comune di Pietrasanta

**E.01**

DATA: 13/05/2021

ANDREA QUIRICONI  
INGEGNERE

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23268-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23268-A*

- data di emissione <i>date of issue</i>	2020-07-30
- cliente <i>customer</i>	QUIRICONI PROGETTI S.R.L. 55045 - MARINA DI PIETRASANTA (LU)
- destinatario <i>receiver</i>	QUIRICONI PROGETTI S.R.L. 55045 - MARINA DI PIETRASANTA (LU)
- richiesta <i>application</i>	385/20
- in data <i>date</i>	2020-07-21
<b>Si riferisce a</b> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	Quest
- modello <i>model</i>	CA-22
- matricola <i>serial number</i>	J2040015
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2020-07-29
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2020-07-30
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

 Il Responsabile del Centro  
 Head of the Centre



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23268-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23268-A*

**Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:**

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

**In the following, information is reported about:**

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**  
*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Calibratore	Quest	CA-22	J2040015

**Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento**  
*Technical procedures, Standards and Traceability*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PR4 Rev. 19.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 60942:2004.

Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 60942:2004.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Microfono Brüel & Kjaer 4180	2246085	INRIM 20-0061-01	2020-01-21	2021-01-21
Multimetro Agilent 34401A	SMY41014993	LAT 019 59140	2019-10-11	2020-10-11
Barometro Druck RPT410V	1614002	LAT 128 128P-821/19	2019-11-07	2020-11-07
Termoigrometro Testo 175-H2	38235984/911	LAT 128 128U-548/19	2019-11-19	2020-11-19

**Condizioni ambientali durante le misure**  
*Environmental parameters during measurements*

Parametro	Di riferimento	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	25,6	25,5
Umidità / %	50,0	45,8	45,9
Pressione / hPa	1013,3	993,2	993,2

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23268-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23268-A*
**Capacità metrologiche del Centro**  
**Metrological capabilities of the Laboratory**

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica (*)	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
	Calibratori	(94 - 114) dB	250 Hz, 1 kHz	0,12 dB
	Fonometri	124 dB (25 - 140) dB	250 Hz 31,5 Hz - 16 kHz	0,14 dB 0,14 - 1,2 dB (*)
	Verifica filtri a bande di 1/3 ottava Verifica filtri a bande di ottava		20 Hz < fc < 20 kHz 31,5 Hz < fc < 8 kHz	0,1 - 2,0 dB (*) 0,1 - 2,0 dB (*)
Sensibilità alla pressione acustica (*)	Microfoni a condensatore Campioni da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,11 dB
	Working Standard da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,15 dB

(\*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(\*) L'incertezza dipende dalla frequenza e dalla tipologia della prova.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23268-A  
Certificate of Calibration LAT 163 23268-A

## 1. Ispezione preliminare

In questa fase vengono eseguiti i controlli preliminari sulla strumentazione in taratura e i risultati vengono riportati nella tabella sottostante.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK

## 2. Misurando, modalità e condizioni di misura

Il misurando è il livello di pressione acustica generato, la sua stabilità, frequenza e distorsione totale. Il livello di pressione acustica è calcolato tramite il metodo della tensione di inserzione. I valori riportati sono calcolati alle condizioni di riferimento.

## 3. Livello sonoro emesso

La misura del livello sonoro emesso dal calibratore acustico viene eseguita attraverso il metodo della tensione di inserzione.

Frequenza specificata	SPL specificato	SPL medio misurato	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza tra l'SPL misurato e l'SPL specificato, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	dB re20 uPa	dB	dB	dB	dB
1000,0	94,00	94,16	0,12	0,28	0,40	0,15
1000,0	110,00	110,19	0,12	0,31	0,40	0,15
250,0	94,00	93,93	0,12	0,19	0,40	0,15
250,0	110,00	109,93	0,12	0,19	0,40	0,15

## 4. Frequenza del livello generato

In questa prova viene verificata la frequenza del segnale generato.

Frequenza specificata	SPL specificato	Frequenza misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza percentuale tra la frequenza misurata e la frequenza specificata, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	Hz	%	%	%	%
1000,0	94,00	992,74	0,01	0,74	1,00	0,30
1000,0	110,00	992,28	0,01	0,78	1,00	0,30
250,0	94,00	249,48	0,01	0,22	1,00	0,30
250,0	110,00	249,39	0,01	0,25	1,00	0,30

**Sky-lab S.r.l.**Area Laboratori  
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)  
Tel. 039 5783463  
skylab.taratura@outlook.it

LAT N° 163

Pagina 5 di 5  
Page 5 of 5CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23268-A  
Certificate of Calibration LAT 163 23268-A**5. Distorsione totale del livello generato**

In questa prova viene misurata la distorsione totale del segnale generato dal calibratore.

Frequenza specificata	SPL specificato	Distorsione misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Distorsione misurata aumentata dall'incertezza estesa di misura	Massima distorsione totale permessa	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	%	%	%	%	%
1000,0	94,00	1,11	0,28	1,39	3,00	0,50
1000,0	110,00	0,35	0,28	0,63	3,00	0,50
250,0	94,00	1,00	0,28	1,28	3,00	0,50
250,0	110,00	0,34	0,28	0,62	3,00	0,50



**Sky-lab S.r.l.**

Area Laboratori  
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)  
Tel. 039 5783463  
skylab.taratura@outlook.it

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23270-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23270-A*

- data di emissione <i>date of issue</i>	2020-07-30
- cliente <i>customer</i>	QUIRICONI PROGETTI S.R.L. 55045 - MARINA DI PIETRASANTA (LU)
- destinatario <i>receiver</i>	QUIRICONI PROGETTI S.R.L. 55045 - MARINA DI PIETRASANTA (LU)
- richiesta <i>application</i>	385/20
- in data <i>date</i>	2020-07-21
<b>Si riferisce a</b> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Filtri 1/3
- costruttore <i>manufacturer</i>	NTi Audio
- modello <i>model</i>	XL 2
- matricola <i>serial number</i>	A2A-11550-E0
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2020-07-29
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2020-07-30
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23270-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23270-A*

**Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:**

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

**In the following, information is reported about:**

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**  
*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Filtri 1/3	NTi Audio	XL 2	A2A-11550-E0
Preamplificatore	NTi Audio	MA220	5982

**Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento**  
*Technical procedures, Standards and Traceability*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PR6 Rev. 19.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 61260:1997-11.

Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61260.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Multimetro Agilent 34401A	SMY41014993	LAT 019 59140	2019-10-11	2020-10-11
Barometro Druck RPT410V	1614002	LAT 128 128P-821/19	2019-11-07	2020-11-07
Termoigrometro Testo 175-H2	38235984/911	LAT 128 128U-548/19	2019-11-19	2020-11-19

**Condizioni ambientali durante le misure**  
*Environmental parameters during measurements*

Parametro	Di riferimento	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	25,7	25,5
Umidità / %	50,0	48,6	48,6
Pressione / hPa	1013,3	993,2	993,1

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura. Gli elevati valori di incertezza in alcune prove sono determinati dalle caratteristiche intrinseche dello strumento in prova.

Sullo Strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono.

Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 uPa.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23270-A  
 Certificate of Calibration LAT 163 23270-A

**Capacità metrologiche del Centro**  
**Metrological capabilities of the Laboratory**

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica (*)	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
	Calibratori	(94 - 114) dB	250 Hz, 1 kHz	0,12 dB
	Fonometri	124 dB (25 - 140) dB	250 Hz 31,5 Hz - 16 kHz	0,14 dB 0,14 - 1,2 dB (*)
	Verifica filtri a bande di 1/3 ottava Verifica filtri a bande di ottava		20 Hz < fc < 20 kHz 31,5 Hz < fc < 8 kHz	0,1 - 2,0 dB (*) 0,1 - 2,0 dB (*)
Sensibilità alla pressione acustica (*)	Microfoni a condensatore Campioni da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,11 dB
	Working Standard da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,15 dB

(\*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(\*) L'incertezza dipende dalla frequenza e dalla tipologia della prova.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23270-A  
 Certificate of Calibration LAT 163 23270-A

### 1. Ispezione preliminare

Descrizione: Nella tabella sottostante vengono riportati i risultati dei controlli preliminari effettuati sulla strumentazione in taratura.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK
Luogo di taratura	SEDE

### 2. Modalità e condizioni di misura

Descrizione: Vengono qui riportate le impostazioni e le caratteristiche dello strumento rilevanti ai fini della Taratura.

Impostazioni	
Frequenza di campionamento	51,20 kHz
Sistema di calcolo	base due
Attenuazione di riferimento	non specificata

### 3. Attenuazione relativa

Descrizione: La verifica dell'attenuazione relativa viene effettuata ad 1 dB dal limite superiore del campo di funzionamento lineare nella gamma di livello di riferimento.

Frequenza normalizzata f/fm	Attenuazioni rilevate dB					Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
	Filtro a 20 Hz	Filtro a 200 Hz	Filtro a 800 Hz	Filtro a 2500 Hz	Filtro a 20000 Hz		
0,18400	>80,00	>80,00	>80,00	>90,00	>90,00	+70/+∞	2,00
0,32578	77,70	>80,00	>90,00	80,00	>90,00	+61/+∞	1,50
0,52996	63,70	66,50	74,40	>80,00	>80,00	+42/+∞	1,00
0,77181	73,80	43,30	43,20	56,50	61,60	+17,5/+∞	0,50
0,89090	2,60	2,50	2,60	2,70	2,60	+2,0/+5,0	0,21
0,91932	0,30	0,50	0,40	0,50	0,40	-0,3/+1,3	0,16
0,94702	-0,10	-0,00	-0,00	0,10	-0,00	-0,3/+0,6	0,14
0,97394	-0,00	-0,00	-0,00	0,10	0,10	-0,3/+0,4	0,14
1,00000	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,3/+0,3	0,14
1,02676	-0,00	-0,00	-0,00	0,10	-0,00	-0,3/+0,4	0,14
1,05594	-0,00	-0,00	-0,00	0,10	-0,00	-0,3/+0,6	0,14
1,08776	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	-0,3/+1,3	0,16
1,12246	3,30	3,60	3,60	3,60	3,50	+2,0/+5,0	0,21
1,29565	45,80	70,10	70,00	52,00	>80,00	+17,5/+∞	0,50
1,88695	>80,00	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	+42,0/+∞	1,00
3,06955	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	+61/+∞	1,50
5,43474	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	+70/+∞	2,00

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23270-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23270-A*
**4. Campo di funzionamento lineare**

**Descrizione:** La linearità della risposta del filtro viene verificata nella gamma di livello di riferimento, partendo dal limite superiore, per 50 dB di dinamica, ad intervalli di 5 dB tranne a 5 dB dagli estremi dove la verifica viene effettuata ad intervalli di 1 dB.

Filtro a 20 Hz		Filtro a 800 Hz		Filtro a 20000 Hz		Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
Livello Nominale dB	Scarto dB	Livello Nominale dB	Scarto dB	Livello Nominale dB	Scarto dB		
130,0	0,00	130,0	0,00	130,0	0,00	±0,4	0,14
129,0	0,00	129,0	0,00	129,0	0,00	±0,4	0,14
128,0	0,00	128,0	0,00	128,0	0,00	±0,4	0,14
127,0	0,00	127,0	0,00	127,0	0,00	±0,4	0,14
126,0	0,00	126,0	0,00	126,0	0,00	±0,4	0,14
125,0	0,00	125,0	0,00	125,0	0,00	±0,4	0,14
120,0	0,00	120,0	0,00	120,0	0,00	±0,4	0,14
115,0	0,00	115,0	0,00	115,0	0,00	±0,4	0,14
110,0	0,00	110,0	0,00	110,0	0,00	±0,4	0,14
105,0	0,00	105,0	0,00	105,0	0,00	±0,4	0,14
100,0	0,00	100,0	0,00	100,0	0,00	±0,4	0,14
95,0	0,00	95,0	0,00	95,0	0,00	±0,4	0,14
90,0	0,00	90,0	0,00	90,0	0,00	±0,4	0,14
85,0	0,00	85,0	0,00	85,0	0,00	±0,4	0,14
84,0	0,00	84,0	0,00	84,0	0,00	±0,4	0,14
83,0	0,00	83,0	0,00	83,0	0,00	±0,4	0,14
82,0	0,00	82,0	0,00	82,0	0,00	±0,4	0,14
81,0	0,00	81,0	0,00	81,0	0,00	±0,4	0,14
80,0	0,00	80,0	0,00	80,0	0,00	±0,4	0,14

**5. Filtri anti-ribaltamento**

**Descrizione:** La verifica viene effettuata ad un livello pari al limite superiore del campo di funzionamento lineare della gamma di riferimento. Per ciascun filtro verificato viene inviato un segnale sinusoidale stazionario di frequenza pari alla frequenza di campionamento dello strumento meno la frequenza centrale nominale del filtro.

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Frequenza generata Hz	Attenuazione rilevata dB	Attenuazione minima Classe 1 dB	Incertezza dB
20	19,69	51180,31	>90,00	70,0	0,14
800	793,70	50406,30	>90,00	70,0	0,14
2500	2519,84	48680,16	>90,00	70,0	0,14

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23270-A  
Certificate of Calibration LAT 163 23270-A

## 6. Somma dei segnali d'uscita

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Frequenza generata Hz	Scarto dB	Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
200	198,43	198,43	-0,10	+1,0/-2,0	0,14
200	198,43	176,78	0,13	+1,0/-2,0	0,14
200	198,43	222,72	0,05	+1,0/-2,0	0,14
800	793,70	793,70	0,00	+1,0/-2,0	0,14
800	793,70	707,11	-0,02	+1,0/-2,0	0,14
800	793,70	890,90	0,00	+1,0/-2,0	0,14
2500	2519,84	2519,84	-0,10	+1,0/-2,0	0,14
2500	2519,84	2244,93	-0,07	+1,0/-2,0	0,14
2500	2519,84	2828,42	-0,06	+1,0/-2,0	0,14

## 7. Funzionamento in tempo reale

Descrizione: I campi di frequenze nei quali i filtri devono funzionare in tempo reale vengono verificati tramite questa prova che utilizza la modulazione in frequenza del segnale fornito.

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Scarto dB	Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
20	19,69	0,00	±0,3	0,14
25	24,80	-0,10	±0,3	0,14
31,5	31,25	-0,10	±0,3	0,14
40	39,37	-0,10	±0,3	0,14
50	49,61	-0,10	±0,3	0,14
63	62,50	-0,10	±0,3	0,14
80	78,75	0,00	±0,3	0,14
100	99,21	0,00	±0,3	0,14
125	125,00	0,00	±0,3	0,14
160	157,49	0,00	±0,3	0,14
200	198,43	0,00	±0,3	0,14
250	250,00	0,00	±0,3	0,14
315	314,98	0,00	±0,3	0,14
400	396,85	0,00	±0,3	0,14
500	500,00	0,00	±0,3	0,14
630	629,96	0,00	±0,3	0,14
800	793,70	0,00	±0,3	0,14
1000	1000,00	0,00	±0,3	0,14
1250	1259,92	0,00	±0,3	0,14
1600	1587,40	0,00	±0,3	0,14
2000	2000,00	0,00	±0,3	0,14
2500	2519,84	0,00	±0,3	0,14
3150	3174,80	0,00	±0,3	0,14
4000	4000,00	0,00	±0,3	0,14
5000	5039,68	0,00	±0,3	0,14
6300	6349,60	0,00	±0,3	0,14
8000	8000,00	0,00	±0,3	0,14
10000	10079,37	0,00	±0,3	0,14
12500	12699,21	0,10	±0,3	0,14
16000	16000,00	0,10	±0,3	0,14
20000	20158,74	0,10	±0,3	0,14

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23269-A*

- data di emissione <i>date of issue</i>	2020-07-30
- cliente <i>customer</i>	QUIRICONI PROGETTI S.R.L. 55045 - MARINA DI PIETRASANTA (LU)
- destinatario <i>receiver</i>	QUIRICONI PROGETTI S.R.L. 55045 - MARINA DI PIETRASANTA (LU)
- richiesta <i>application</i>	385/20
- in data <i>date</i>	2020-07-21
<b>Si riferisce a</b> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	NTI Audio
- modello <i>model</i>	XL 2
- matricola <i>serial number</i>	A2A-11550-E0
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2020-07-29
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2020-07-30
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23269-A*

**Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:**

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

**In the following, information is reported about:**

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**  
*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Fonometro	NTi Audio	XL 2	A2A-11550-E0
Preamplificatore	NTi Audio	MA220	5982
Microfono	ACO	7052	64886

**Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento**  
*Technical procedures, Standards and Traceability*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PR1A Rev. 19.  
Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 61672-3:2007-04.  
I limiti riportati sono relativi alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61672-1.  
Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Pistonofono G.R.A.S. 42AA	149333	INRIM 20-0061-02	2020-01-21	2021-01-21
Multimetro Agilent 34401A	SMY41014993	LAT 019 59140	2019-10-11	2020-10-11
Barometro Druck RPT410V	1614002	LAT 128 128P-821/19	2019-11-07	2020-11-07
Calibratore Multifunzione Brüel & Kjaer 4226	2565233	SKL-0969-A	2020-07-06	2020-10-06
Termoigrometro Testo 175-H2	38235984/911	LAT 128 128U-548/19	2019-11-19	2020-11-19

**Condizioni ambientali durante le misure**  
*Environmental parameters during measurements*

Parametro	Di riferimento	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	25,6	25,5
Umidità / %	50,0	48,7	48,6
Pressione / hPa	1013,3	993,2	993,2

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.

Sullo strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono.

Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 uPa.

Il numero di decimali riportato in alcune prove può differire dal numero di decimali visualizzati sullo strumento in taratura in quanto i valori riportati nel presente Certificato possono essere ottenuti dalla media di più letture.



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23269-A*
**Capacità metrologiche del Centro**  
**Metrological capabilities of the Laboratory**

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica (*)	Pistonofoni	124 dB	250 Hz	0,1 dB
	Calibratori	(94 - 114) dB	250 Hz, 1 kHz	0,12 dB
	Fonometri	124 dB (25 - 140) dB	250 Hz 31,5 Hz - 16 kHz	0,14 dB 0,14 - 1,2 dB (*)
	Verifica filtri a bande di 1/3 ottava Verifica filtri a bande di ottava		20 Hz < fc < 20 kHz 31,5 Hz < fc < 8 kHz	0,1 - 2,0 dB (*) 0,1 - 2,0 dB (*)
Sensibilità alla pressione acustica (*)	Microfoni a condensatore Campioni da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,11 dB
	Working Standard da 1/2"	114 dB	250 Hz	0,15 dB

(\*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(\*) L'incertezza dipende dalla frequenza e dalla tipologia della prova.

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 23269-A*

## 1. Documentazione

- La versione del firmware caricato sullo strumento in taratura è: V3.12.
- Manuale di istruzioni fornito dal costruttore dello strumento.
- Campo di misura di riferimento (nominale): 30,0 - 130,0 dB - Livello di pressione sonora di riferimento: 114,0 dB - Frequenza di verifica 1000 Hz.
- I dati di correzione per calibratore multifunzione da pressione a campo libero a zero gradi sono stati forniti dal costruttore del microfono
- Lo strumento non è stato sottoposto alle prove di valutazione del modello applicabili della IEC 61672-2:2002.
- Lo strumento sottoposto alle prove ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2006, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Tuttavia, nessuna dichiarazione o conclusione generale può essere fatta sulla conformità del fonometro a tutte le prescrizioni della IEC 61672-1:2002 poiché non è pubblicamente disponibile la prova, da parte di un'organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei modelli, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2002 e perché le prove periodiche della IEC 61672-3:2006 coprono solo una parte limitata delle specifiche della IEC 61672-1:2002.

## 2. Ispezione preliminare ed elenco prove effettuate

**Descrizione:** Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i risultati dei controlli preliminari e l'elenco delle prove effettuate sulla strumentazione in taratura.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK

Prova	Esito
Rumore autogenerato	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali acustici	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali elettrici	Positivo
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz	Positivo
Selettore campo misura	Positivo
Linearità livello campo misura riferimento	Positivo
Treni d'onda	Positivo
Livello sonoro di picco C	Positivo
Indicazione di sovraccarico	Positivo

## 3. Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (Calibrazione)

**Descrizione:** Prima di avviare la procedura di taratura dello strumento in esame si provvede alla verifica della calibrazione mediante l'applicazione di un idoneo calibratore acustico. Se necessario viene effettuata una nuova calibrazione come specificato dal costruttore.

**Impostazioni:** Campo di misura di riferimento, funzione calibrazione, se disponibile, altrimenti pesatura di frequenza C e ponderazione temporale Fast o Slow o in alternativa media temporale.

Calibrazione	
Calibratore acustico utilizzato	Quest CA-22 sn. J2040015
Certificato del calibratore utilizzato	LAT 163 23268-A del 2020-07-30
Frequenza nominale del calibratore	250,0 Hz
Livello atteso	109,9 dB
Livello indicato dallo strumento prima della calibrazione	109,8 dB
Livello indicato dallo strumento dopo la calibrazione	109,9 dB
E' stata effettuata una nuova calibrazione	SI

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A  
Certificate of Calibration LAT 163 23269-A

#### 4. Rumore autogenerato

**Descrizione:** Viene verificato il rumore autogenerato dallo strumento. Per la verifica del rumore elettrico, la capacità equivalente di ingresso viene cortocircuitata tramite un apposito adattatore capacitivo di capacità paragonabile a quella del microfono. Per la verifica del rumore acustico devono essere montati anche eventuali accessori.

**Impostazioni:** Media temporale, campo di misura più sensibile. La verifica del rumore autogenerato con microfono installato viene invece effettuata installando il microfono ed eventuali accessori con lo strumento impostato nel campo di misura più sensibile, media temporale e ponderazione di frequenza A.

**Letture:** Per ciascuna ponderazione di frequenza di cui è dotato lo strumento, viene rilevato il livello sonoro con media temporale mediato per 30 s, o per un periodo superiore se così richiesto dal manuale di istruzioni.

Ponderazione di frequenza	Tipo di rumore	Rumore dB	Incertezza dB
A	Elettrico	14,8	6,0
C	Elettrico	19,4	6,0
Z	Elettrico	27,6	6,0
A	Acustico	20,6	6,0

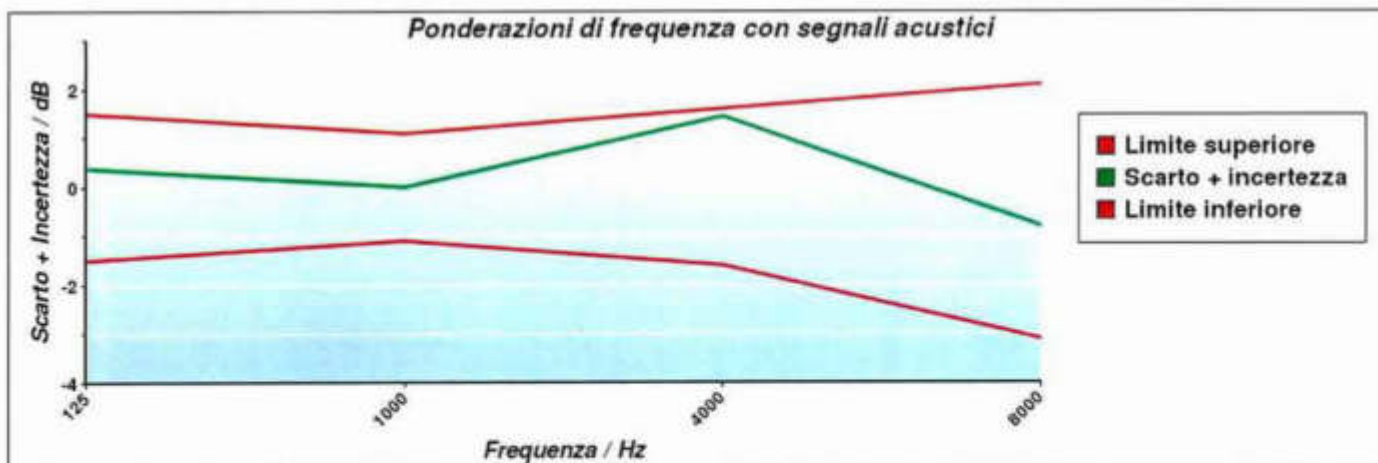
#### 5. Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici

**Descrizione:** Tramite un calibratore multifrequenza, si inviano al microfono dei segnali acustici sinusoidali con un livello nominale compreso tra 94 dB e 114 dB alle frequenze di 125 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz e 8000 Hz al fine di verificare la risposta acustica dell'intera catena di misura. Gli scarti riportati nella tabella successiva sono riferiti al valore a 1000 Hz. L'origine delle eventuali correzioni applicate è riportata nel paragrafo "Documentazione".

**Impostazioni:** Ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e indicazione Lp.

**Letture:** Per ciascuna frequenza di prova, vengono riportati i livelli letti sullo strumento in taratura.

Frequenza nominale Hz	Correzione livello dB	Correzione microfono dB	Correzione accessorio dB	Letture corretta dB	Ponderazione C rilevata dB	Ponderazione C teorica dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
125	-0,02	0,00	0,00	93,92	-0,18	-0,20	0,36	0,38	±1,5
1000	0,00	0,10	0,00	94,10	0,00	0,00	0,31	Riferimento	±1,1
4000	0,00	1,70	0,00	94,40	0,30	-0,80	0,34	1,44	±1,6
8000	-0,10	4,20	0,00	90,80	-3,30	-3,00	0,50	-0,80	+2,1/-3,1



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A  
 Certificate of Calibration LAT 163 23269-A

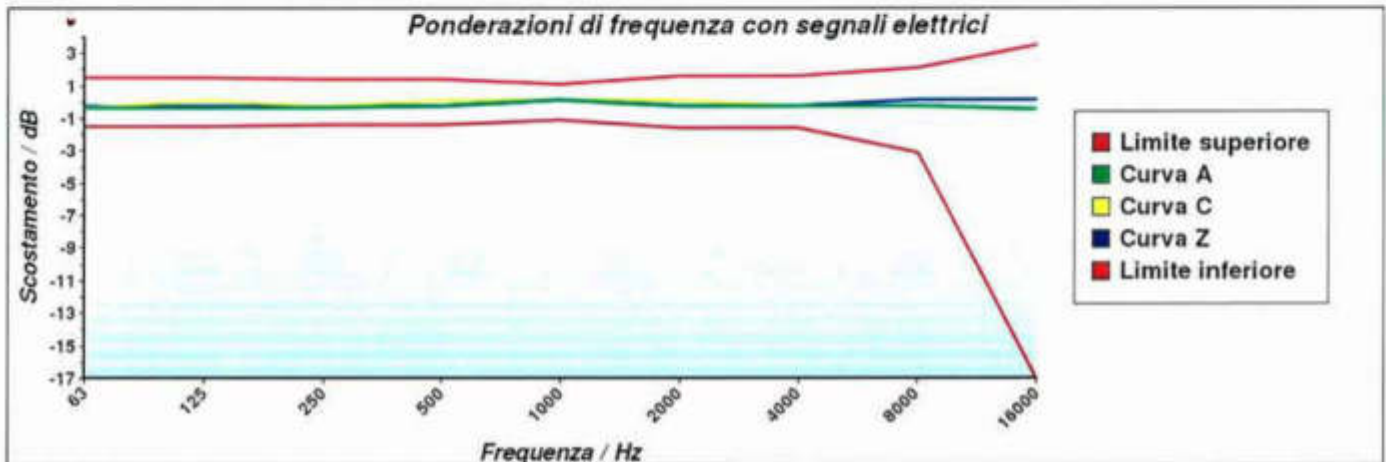
### 6. Prove delle ponderazioni di frequenza con segnali elettrici

**Descrizione:** Le ponderazioni di frequenza devono essere determinate in rapporto alla risposta ad 1 kHz utilizzando segnali di ingresso elettrici sinusoidali regolati per fornire una indicazione che sia 45 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento, e per tutte le tre ponderazioni di frequenza tra A, C, Z e Piatta delle quali lo strumento è dotato.

**Impostazioni:** Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento, tutte le ponderazioni di frequenza disponibili tra A, C, Z e Piatta

**Letture:** Per ciascuna ponderazione di frequenza da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello di prova a ciascuna frequenza e il riferimento ad 1 kHz. Eventuali correzioni specificate dal costruttore devono essere considerate.

Frequenza Hz	Curva A		Curva C		Curva Z		Incertezza dB	Limite Classe 1 dB
	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB		
63	-0,20	-0,34	-0,20	-0,34	-0,10	-0,24	0,14	±1,5
125	-0,20	-0,34	0,00	0,14	-0,10	-0,24	0,14	±1,5
250	-0,20	-0,34	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	0,14	±1,4
500	-0,10	-0,24	0,00	0,14	-0,10	-0,24	0,14	±1,4
1000	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,1
2000	-0,10	-0,24	0,00	0,14	-0,10	-0,24	0,14	±1,6
4000	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	0,14	±1,6
8000	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	0,00	0,14	0,14	+2,1/-3,1
16000	-0,30	-0,44	-0,30	-0,44	0,00	0,14	0,14	+3,5/-17,0



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A  
 Certificate of Calibration LAT 163 23269-A

## 7. Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz

**Descrizione:** La prova consiste nella verifica delle differenze tra il livello di calibrazione ad 1 kHz con ponderazione di frequenza A e le ponderazioni di frequenza C, Z e Piatta misurate con ponderazione temporale Fast o media temporale. Inoltre, le indicazioni con la ponderazione di frequenza A devono essere registrate con lo strumento regolato per indicare il livello con ponderazione temporale F, il livello sonoro con ponderazione temporale S e il livello sonoro con media temporale, se disponibili.

**Impostazioni:** Campo di misura di riferimento, regolazione al livello di 114,0 dB ad 1 kHz con pesatura di frequenza A e temporale Fast; in successione, tutte le pesature di frequenza disponibili tra C, Z e Piatta e le ponderazioni temporali Slow e media temporale con pesatura di frequenza A.

**Letture:** Per ciascuna ponderazione di frequenza e temporale da verificare viene letta l'indicazione dello strumento.

Ponderazione	Riferimento dB	Scarto dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza / dB	Limite Classe 1 / dB
C	114,00	0,00	0,12	0,12	±0,4
Z	114,00	0,00	0,12	0,12	±0,4
Slow	114,00	0,00	0,12	0,12	±0,3
Leq	114,00	0,00	0,12	0,12	±0,3

## 8. Linearità di livello comprendente il selettore (comando) del campo di misura

**Descrizione:** Tramite questa prova vengono verificati gli errori di linearità dei campi di misura non di riferimento e gli errori introdotti dal selettore del campo di misura. La verifica dell'errore introdotto dal selettore viene effettuata con un segnale elettrico sinusoidale ad una frequenza di 1 kHz regolato per fornire l'indicazione del livello di pressione sonora di riferimento, pari a 114,0 dB, nel campo di misura di riferimento. Per la verifica degli errori di linearità si utilizza un segnale elettrico sinusoidale, calcolato a partire dal segnale che produce il livello di riferimento nel campo di misura principale, che dia un'indicazione di 5 dB inferiore al limite superiore, specificato nel manuale di istruzioni, per quel campo di misura ad 1 kHz.

**Impostazioni:** Ponderazione temporale Fast, ponderazione di frequenza A e tutti i campi di misura non di riferimento.

**Letture:** Per ciascun campo di misura da verificare, si legge sullo strumento l'indicazione con ponderazione temporale Fast o media temporale.

Campo di misura dB	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
50-140 (Max-5)	135,00	135,00	0,00	0,14	0,14	±1,1
50-140 (Rif.)	114,00	114,00	0,00	0,14	0,14	±1,1

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A  
Certificate of Calibration LAT 163 23269-A

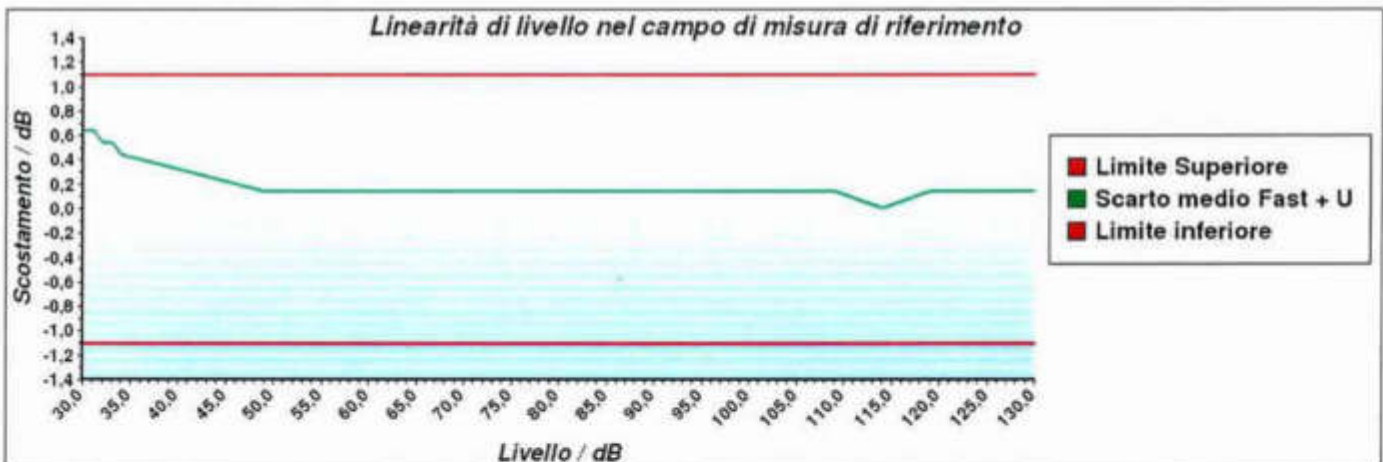
### 9. Linearità di livello nel campo di misura di riferimento

**Descrizione:** La linearità di livello viene verificata con segnali elettrici sinusoidali stazionari ad una frequenza di 8 kHz. La prova inizia con il segnale di ingresso regolato per indicare 114,0 dB e aumentando il livello del segnale di ingresso di gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite superiore per il campo di funzionamento lineare a 8 kHz, poi aumentando il livello di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di sovraccarico, non inclusa. Successivamente, sempre partendo dal punto di inizio, si diminuisce il livello del segnale di ingresso a gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite inferiore del campo di misura di riferimento, poi diminuendo il livello del segnale di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di livello insufficiente o, se non disponibile, fino al limite inferiore del campo di funzionamento lineare.

**Impostazioni:** Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e ponderazione di frequenza A.

**Letture:** Per ciascun livello da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso.

Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB	Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
114,0	0,14	Riferimento	--	±1,1	84,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
119,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	79,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
124,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	74,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
125,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	69,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
126,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	64,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
127,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	59,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
128,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	54,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
129,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	49,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
130,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	44,0	0,14	0,10	0,24	±1,1
114,0	0,14	Riferimento	--	±1,1	39,0	0,14	0,20	0,34	±1,1
109,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	34,0	0,14	0,30	0,44	±1,1
104,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	33,0	0,14	0,40	0,54	±1,1
99,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	32,0	0,14	0,40	0,54	±1,1
94,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	31,0	0,14	0,50	0,64	±1,1
89,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	30,0	0,14	0,50	0,64	±1,1



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 23269-A  
Certificate of Calibration LAT 163 23269-A

## 10. Risposta a treni d'onda

**Descrizione:** La risposta dello strumento a segnali di breve durata viene verificata attraverso dei treni d'onda di 4 kHz, con durate di 200 ms, 2 ms e 0,25 ms, che iniziano e finiscono sul passaggio per lo zero e sono estratti da segnali di ingresso elettrici sinusoidali di 4 kHz. Il livello di riferimento del segnale sinusoidale continuo è pari a 127,0 dB.

**Impostazioni:** Campo di misura di riferimento, ponderazione di frequenza A, ponderazioni temporali FAST e SLOW e livello di esposizione sonora (SEL) o, nel caso quest'ultimo non sia disponibile, il livello sonoro con media temporale.

**Letture:** Per ciascuna pesatura da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro massimo visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso. Per le misure del livello di esposizione sonora viene calcolata la differenza tra il livello di esposizione sonora letto sullo strumento e il corrispondente livello di esposizione sonora atteso.

Ponderazione di frequenza	Durata Burst ms	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
Fast	200	126,00	126,00	0,00	0,14	0,14	±0,8
Slow	200	119,60	119,50	-0,10	0,14	-0,24	±0,8
SEL	200	120,00	120,00	0,00	0,14	0,14	±0,8
Fast	2	109,00	108,90	-0,10	0,14	-0,24	+1,3/-1,8
Slow	2	100,00	99,90	-0,10	0,14	-0,24	+1,3/-3,3
SEL	2	100,00	99,90	-0,10	0,14	-0,24	+1,3/-1,8
Fast	0,25	100,00	99,80	-0,20	0,14	-0,34	+1,3/-3,3
SEL	0,25	91,00	90,80	-0,20	0,14	-0,34	+1,3/-3,3

## 11. Livello sonoro di picco C

**Descrizione:** Questa prova permette di verificare il funzionamento del rilevatore di picco. Vengono utilizzati tre diversi tipi di segnali: una forma d'onda a 8 kHz, una mezza forma d'onda positiva a 500 Hz e una mezza forma d'onda negativa a 500 Hz. Questi segnali di test vengono estratti rispettivamente da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 8 kHz che fornisca sullo strumento un'indicazione pari a 134,0 dB e da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 500 Hz che fornisca un'indicazione pari a 134,0 dB.

**Impostazioni:** Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast e picco.

**Letture:** Per ciascun tipo di segnale da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro di picco C visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro di picco atteso.

Tipo di segnale	Livello di riferimento dB	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
1 ciclo 8 kHz	134,00	137,40	137,50	0,10	0,16	0,26	±2,4
½ ciclo 500 Hz +	134,00	136,40	136,20	-0,20	0,16	-0,36	±1,4
½ ciclo 500 Hz -	134,00	136,40	136,20	-0,20	0,16	-0,36	±1,4

## 12. Indicazione di sovraccarico

**Descrizione:** Questa prova permette di verificare il funzionamento dell'indicatore di sovraccarico. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 140,0 dB, vengono inviati segnali elettrici sinusoidali di mezzo ciclo positivo ad una frequenza di 4 kHz incrementando di volta in volta il livello fino alla prima indicazione di sovraccarico. L'operazione viene poi ripetuta con segnali di mezzo ciclo negativo.

**Impostazioni:** Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza A e media temporale.

**Letture:** Viene calcolata la differenza tra i livelli positivo e negativo che hanno portato all'indicazione di sovraccarico sullo strumento.

Livello di riferimento dB	½ ciclo positivo dB	½ ciclo negativo dB	Differenza dB	Incertezza dB	Differenza + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
140,0	142,5	142,5	0,0	0,14	0,14	±1,8

L'indicatore di sovraccarico è rimasto correttamente memorizzato dopo che si è prodotta una condizione di sovraccarico sullo strumento.

Home

Tecnici Competenti in Acustica

Corsi

Login

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	11310
<b>Regione</b>	Toscana
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	
<b>Cognome</b>	QUIRICONI
<b>Nome</b>	ANDREA
<b>Titolo studio</b>	INGEGNERE
<b>Estremi provvedimento</b>	DEC. DIR. REG. TOSCANA N°20177 DEL 10/12/19
<b>Luogo nascita</b>	PIETRASANTA
<b>Data nascita</b>	08/12/1972
<b>Codice fiscale</b>	QRCNDR72T08G628D
<b>Regione</b>	Toscana
<b>Provincia</b>	LU
<b>Comune</b>	Pietrasanta
<b>Via</b>	MOLISE
<b>Cap</b>	55045
<b>Civico</b>	15
<b>Nazionalità</b>	Italiana
<b>Email</b>	andrea@quiriconistudio.it
<b>Pec</b>	andrea.quiriconi@ingpec.eu
<b>Telefono</b>	058424682
<b>Cellulare</b>	3356565977
<b>Data pubblicazione in elenco</b>	12/12/2019



#### RICONOSCIMENTI DA MINISTERI ITALIANI:

- Legge 1086/71 con D.M. 27/11/82 n. 22913 "Prove sui materiali da costruzione".
- Decreto 21/07/06 "Certificazione CE per le unità da dipinto".
- D.M. 04/08/94 "Certificazione CEE sulle macchine".
- Normativa n. 7578/95 del 15/12/95 "Certificazione CEE per gli aspiratori a gas".
- D.M. 03/07/95 "Certificazione CEE in materia di recipienti semplici a pressione".
- D.M. 00/07/93 "Certificazione CEE concernente la sicurezza dei giocattoli".
- incarichi di verifica della sicurezza e conformità dei progetti nell'ambito della sorveglianza sul mercato e tutela del consumatore.
- D.M. 02/04/95 "Rilascio di attestazioni di conformità delle caratteristiche e prestazioni energetiche dei componenti degli edifici e degli impianti".
- Legge 81/84 e D.M. 26/05/85 con autorizzazione del 21/03/86 "Prove di resistenza al fuoco secondo D.M. 26/06/84".
- Legge 81/84 e D.M. 26/05/85 con autorizzazione del 23/07/82 "Prove di resistenza al fuoco secondo Circolare n. 7 del 02/04/91 norma CNVVF/COI UNI 9722".
- Legge 81/84 e D.M. 26/05/85 con autorizzazione del 08/02/88 "Prove di resistenza al fuoco ai sensi del D.M. 21/06/84 e del D.M. 16/02/87".
- Legge 48/92 con D.M. 08/10/95 "Immissione nell'ambito dei laboratori autorizzati a svolgere ricerche di carattere applicativo a favore delle piccole e medie industrie".
- Protocollo n. 118 del 27/03/87 "Iscrizione allo Schedario Anagrafe Nazionale delle ricerche con codice N.00490791".
- Decreto 24/05/03 "Certificazione CE di rispondenza della conformità delle attrezzature e macchine".
- Decreto 13/12/04 "Certificazione di conformità di attrezzature a pressione trasportabili".
- Decreto 14/03/02 "Certificazione CE di conformità in materia di emissione acustica ambientale per macchine e attrezzature".
- Decreto 03/02/03 "Esecuzione delle procedure di valutazione della conformità dell'equipaggiamento marittimo".
- Decreto 17/08/04 "Certificazione CE sugli ascensori e componenti di sicurezza".
- Notifica per le attività di attestazione della conformità alle norme armonizzate della Direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione.
- Decreto 20/01/05 "Verifiche di prova su dispositivi medici".
- D.Lgs. 02/02/07 n. 22 "Certificazione ai sensi della Direttiva 2004/22/CE (MDD) di contatori per energia elettrica di corrente alternata (s.a.) monofase e trifase e di contatori volumetrici di gas a membrana".
- Decreto 11/09/07 "Certificazione CE di dispositivi di protezione individuale".
- Decreto 10/12/07 n. 318 "Certificazione del prodotto di produzione del conglomerato cementizio prodotto con processo industrializzato".

#### RICONOSCIMENTI DA ENTI TERZI:

- SINCERT Accreditation n. 057A del 19/02/00 "Organismo di certificazione di sistemi di gestione per la qualità" e n. 082B del 12/04/06 "Organismo di certificazione di prodotto".
- SIT Accreditation Centro nazionale n. 20 (Bellaria - Ponsacco) per grandezze termomeccaniche ed elettriche.
- ICMA "Prove di laboratorio nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto".
- ING. "Prove di laboratorio nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per casse termiche".
- UNCSAAL: Riconoscimento del 26/03/85 "Laboratorio per le prove di certificazione UNCSAAL, gli strumenti e l'attrezzatura continua".
- NCMARIN per licenziamento: "Misure di conducibilità termica per materiali isolanti".
- ITI "Prove di laboratorio e sorveglianza in azienda nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per porte, finestre, chiusure scorrevoli (antifurto) e serramenti".
- EFSG "Prove di laboratorio su cassettini e altri pezzi di ceramica".
- AENOR: "Validazione della conformità ai fini delle marittime CE per alcuni prodotti inerenti la direttiva prodotti da costruzione".
- VTT - Finlandia: "Validazione della conformità ai fini della marcatura CE per alcuni prodotti inerenti la direttiva prodotti da costruzione".
- C.C.I.A.A. Rimini: 28/01/04 "Verifica periodica dell'affidabilità metrologica di strumenti metrologici in materia di commercio".
- IFT/VM - Svizzera "Laboratorio di riferimento per le prove di resistenza al fuoco di componenti edili".

## RAPPORTO DI PROVA N. 267104

**Luogo e data di emissione:** Bellaria-Igea Marina - Italia, 12/03/2010

**Committente:** EDIL LECA S.p.A. - Via Pontebbana 5 - 33098 VALVASONE (PN)-  
Italia

**Data della richiesta della prova:** 01/12/2009

**Numero e data della commessa:** 47262, 03/12/2009

**Data del ricevimento del campione:** 09/12/2009

**Data dell'esecuzione della prova:** dal 15/12/2009 al 16/12/2009

**Oggetto della prova:** Misura in camera riverberante del coefficiente di assorbimento acustico " $\alpha_s$ " su porzione di barriera antirumore secondo le norme UNI EN 1793-1:1999, UNI EN 1793-3:1999 ed UNI EN ISO 354:2003

**Luogo della prova:** Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 3 - Via Verga, 19 - 47043 Gateo (FC) - Italia

**Provenienza del campione:** campionato e fornito dal Committente

**Identificazione del campione in accettazione:** n. 2009/2616/D

#### Denominazione del campione\*.

Il campione sottoposto a prova è denominato "Barriera acustica prefabbricata con superficie rivolta alla sorgente di rumore Fonoleca Quadro in calcestruzzo di argilla espansa Leca granulata".

(\* secondo le dichiarazioni del Committente.

Conto  
Revis.

Il presente rapporto di prova è composto da n. 12 fogli.

Foglio  
n. 1 di 12

### Descrizione del campione\*

Il campione sottoposto a prova è costituito da una porzione di barriera antirumore disposta a pavimento, avente le caratteristiche fisiche riportate nella tabella seguente.

Lunghezza rilevata	3000 mm
Larghezza rilevata	3505 mm
Superficie acustica utile	10,52 m <sup>2</sup>
Massa superficiale (determinazione analitica)	350 kg/m <sup>2</sup>

Il campione è composto da n.2 coppie di pannelli modulari, dimensioni nominali 1500 × 1480 mm e 1500 × 1996 mm e spessore nominale totale 250 mm, costituiti ciascuno da:

- strato di supporto in calcestruzzo armato  $R_{tk}$  30 N/mm<sup>2</sup>, spessore nominale 100 mm;
- strato fonoassorbente, spessore nominale 150 mm, formato dall'accostamento di blocchi vibrocompressi in calcestruzzo di argilla espansa a struttura aperta con impasto granulare anche colorato, massa volumica nominale 900 kg/m<sup>3</sup> e dimensioni nominali di coordinamento 500 × 500 mm, solidarizzati allo strato di supporto secondo un sistema brevettato dal Committente;

la superficie dei blocchi è sagomata con n. 25 incavi di varie dimensioni disposti a scacchiera.

Il campione è stato prodotto dal Committente ed è stato montato nella camera riverberante a cura del personale dell'Istituto Giordano; il perimetro del campione è stato rivestito con una lastra di gesso rivestito, spessore rilevato 12,5 mm e massa superficiale rilevata 9,5 kg/m<sup>2</sup>, sigillata con silicone.

(\*) secondo le dichiarazioni del Committente, ad eccezione delle caratteristiche espressamente indicate come rilevate.

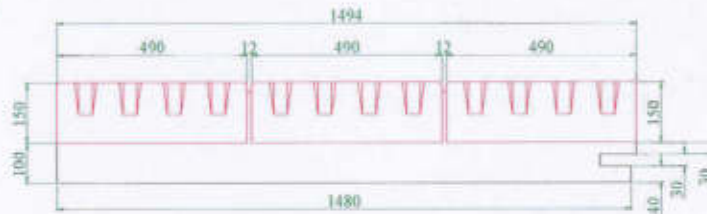
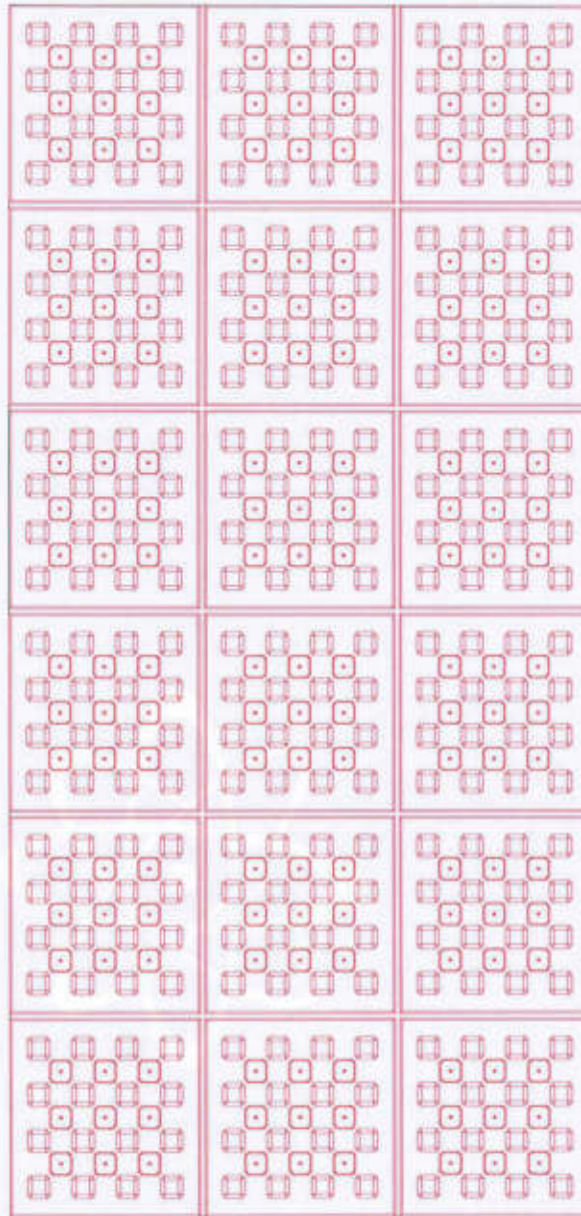




DISEGNO SCHEMATICO  
DEL PANNELLO MODULARE  
DI MINORI DIMENSIONI



n° 0021





**Fotografie del campione.**



### Riferimenti normativi.

La prova è stata eseguita secondo le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN 1793-1:1999 del 31/07/1999 "Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico";
- UNI EN 1793-3:1999 del 31/07/1999 "Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Spettro normalizzato del rumore da traffico";
- UNI EN ISO 354:2003 del 01/12/2003 "Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante".

### Apparecchiatura di prova.

Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata la seguente apparecchiatura:

- amplificatore di potenza 1000 W modello "ENERGY 2" della ditta LEM;
- n. 2 diffusori acustici omnidirezionali;
- analizzatore in tempo reale modello "2123" della ditta Brüel & Kjær;
- calibratore per la calibrazione dei microfoni modello "Cal 21" della ditta 01 dB-Stell;
- microfono  $\varnothing \frac{1}{2}$ " modello "4192" della ditta Brüel & Kjær;
- preamplificatore microfonico modello "2669" della ditta Brüel & Kjær;
- bilancia a piattaforma elettronica modello "VB 150 K 50LM" della ditta Kern;
- fettuccia metrica modello "Tri-Matic 5m/19mm" della ditta Sola;
- misuratore di distanza laser modello "DLE 50 Professional" della ditta Bosch;
- termoisolmetro modello "HD206-2 - HD206S1" della ditta Delta Ohm;
- accessori di completamento.



### Modalità della prova.

La prova è stata eseguita utilizzando la procedura interna di dettaglio PP016 revisione 4 del 09/03/2009 "Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante (metodo del rumore interrotto)".

L'ambiente di prova è costituito da una camera riverberante a forma di parallelepipedo con base rettangolare, avente le seguenti caratteristiche dimensionali:

- dimensioni in pianta =  $8 \times 6,6$  m;
- altezza "H" = 3,9 m;
- superficie di base " $S_b$ " =  $52,8$  m<sup>2</sup>;
- superficie totale " $S_t$ " =  $219,5$  m<sup>2</sup>;
- volume della camera =  $205,9$  m<sup>3</sup>;
- volume utile della camera "V" =  $200,1$  m<sup>3</sup>.

Tutte le superfici dell'ambiente di prova sono state trattate in maniera da provocare la massima riverberazione sonora; erano inoltre presenti, distribuiti ed orientati casualmente, n. 12 elementi diffondenti, con superficie complessiva, comprendente entrambe le facciate, di  $38,7$  m<sup>2</sup> circa.

La prova è consistita nel misurare i tempi di riverberazione della camera riverberante vuota " $T_1$ " e della camera riverberante contenente il campione in esame " $T_2$ " al fine di determinare il coefficiente di assorbimento acustico " $\alpha_s$ " del campione stesso; il tempo di riverberazione "T" corrisponde all'intervallo di tempo, espresso in s, durante il quale il livello di pressione sonora decresce di 60 dB a partire dall'arresto della sorgente di rumore.

Le misure sono state effettuate in bande di  $\frac{1}{3}$  d'ottava nell'intervallo compreso fra 100 Hz e 5000 Hz con la modalità della stazionarietà interrotta.

Per la prova si è fatto uso di un generatore di rumore rosa, di un amplificatore di potenza e di due diffusori acustici omnidirezionali dodecaedrici, funzionanti simultaneamente per ognuna delle sei posizioni microfoniche, così da rilevare sei decadimenti del livello di pressione sonora per ogni banda di frequenza.



Il campione, dopo essere stato condizionato per almeno 12 h all'interno degli ambienti di misura, è stato installato a pavimento, al centro della camera riverberante con la faccia fonoassorbente rivolta verso l'alto; è stato inoltre verificato che i lati del campione stesso non fossero paralleli alle pareti della camera riverberante e che fossero posti ad una distanza non inferiore ad 1 m dalle stesse e da ogni posizione microfonica.

Il coefficiente di assorbimento acustico " $\alpha_s$ " è stato calcolato utilizzando le seguenti formule:

$$\alpha_s = \frac{A}{S}$$

$$A = A_2 - A_1 = 55,3 \cdot V \cdot \left( \frac{1}{c_2 \cdot T_2} - \frac{1}{c_1 \cdot T_1} \right) - 4 \cdot V \cdot (m_2 - m_1)$$

$$c_2 = 331 + 0,6 \cdot t_2$$

$$c_1 = 331 + 0,6 \cdot t_1$$

dove:  $\alpha_s$  = coefficiente di assorbimento acustico;

A = area di assorbimento acustico equivalente del campione in prova, espressa in m<sup>2</sup>;

S = superficie del campione in prova, espressa in m<sup>2</sup>;

A<sub>2</sub> = area di assorbimento acustico equivalente della camera riverberante contenente il campione in prova, espressa in m<sup>2</sup>;

A<sub>1</sub> = area di assorbimento acustico equivalente della camera riverberante vuota, espressa in m<sup>2</sup>;

V = volume utile effettivo della camera riverberante vuota, espresso in m<sup>3</sup>;

c<sub>2</sub> = velocità di propagazione del suono in aria nella camera riverberante contenente il campione in prova, espressa in m/s;

T<sub>2</sub> = tempo di riverberazione della camera riverberante contenente il campione in prova, espresso in s;

c<sub>1</sub> = velocità di propagazione del suono in aria nella camera riverberante vuota, espressa in m/s;

T<sub>1</sub> = tempo di riverberazione della camera riverberante vuota, espresso in s;





$m_2$  = coefficiente di attenuazione della potenza acustica calcolato usando le condizioni ambientali presenti nella camera riverberante contenente il campione, in accordo con la norma UNI ISO 9613-1:2006 del 07/09/2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico", espresso in  $m^{-1}$ ;

$m_1$  = coefficiente di attenuazione della potenza acustica calcolato usando le condizioni ambientali presenti nella camera riverberante vuota, in accordo con la norma UNI ISO 9613-1:2006, espresso in  $m^{-1}$ ;

$t_2$  = temperatura dell'aria nella camera riverberante contenente il campione in prova, espressa in °C;

$t_1$  = temperatura dell'aria nella camera riverberante vuota, espressa in °C.

L'indice di valutazione dell'assorbimento acustico " $DL_\alpha$ " è stato ottenuto ponderando i valori del coefficiente di assorbimento acustico per bande di  $\frac{1}{3}$  d'ottava secondo la formula:

$$DL_\alpha = -10 \log \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{Si} 10^{0,1L_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}} \right)$$

dove:  $DL_\alpha$  = indice di valutazione dell'assorbimento acustico, espresso in dB;

$\alpha_i$  = coefficiente di assorbimento acustico nella  $i$ -esima banda di  $\frac{1}{3}$  d'ottava;

$L_i$  = livello di pressione sonora, ponderato A, normalizzato, dello spettro del rumore da traffico stradale nella  $i$ -esima banda di  $\frac{1}{3}$  d'ottava, come definito nella norma UNI EN 1793-3:1999, espresso in dB.

Se il rapporto delle sommatorie nell'espressione di " $DL_\alpha$ " risulta superiore ad 1, esso viene limitato a 0,99.

Il valore di " $DL_\alpha$ " risultante viene espresso arrotondato all'intero più vicino.

Tra la fine dell'allestimento del campione e l'esecuzione della prova sono intercorse 16 h.



### Incertezza di misura.

L'incertezza di misura è stata determinata in accordo con la norma UNI CEI ENV 13005:2000 del 31/07/2000 "Guida all'espressione dell'incertezza di misura", individuando per ciascuna frequenza il numero di gradi di libertà effettivi " $\nu_{eff}$ " e l'incertezza estesa "U" del valore del coefficiente di assorbimento acustico " $\alpha_s$ ", stimata con fattore di copertura "k" relativo ad un livello di probabilità pari al 95 %.

### Condizioni ambientali al momento della prova.

	Prova senza campione	Prova con campione
Data di esecuzione	15/12/2009	16/12/2009
Pressione atmosferica	100700 Pa	100700 Pa
Temperatura ambiente "t"	15,2 °C	17,6 °C
Umidità relativa	35,1 %	37,7 %



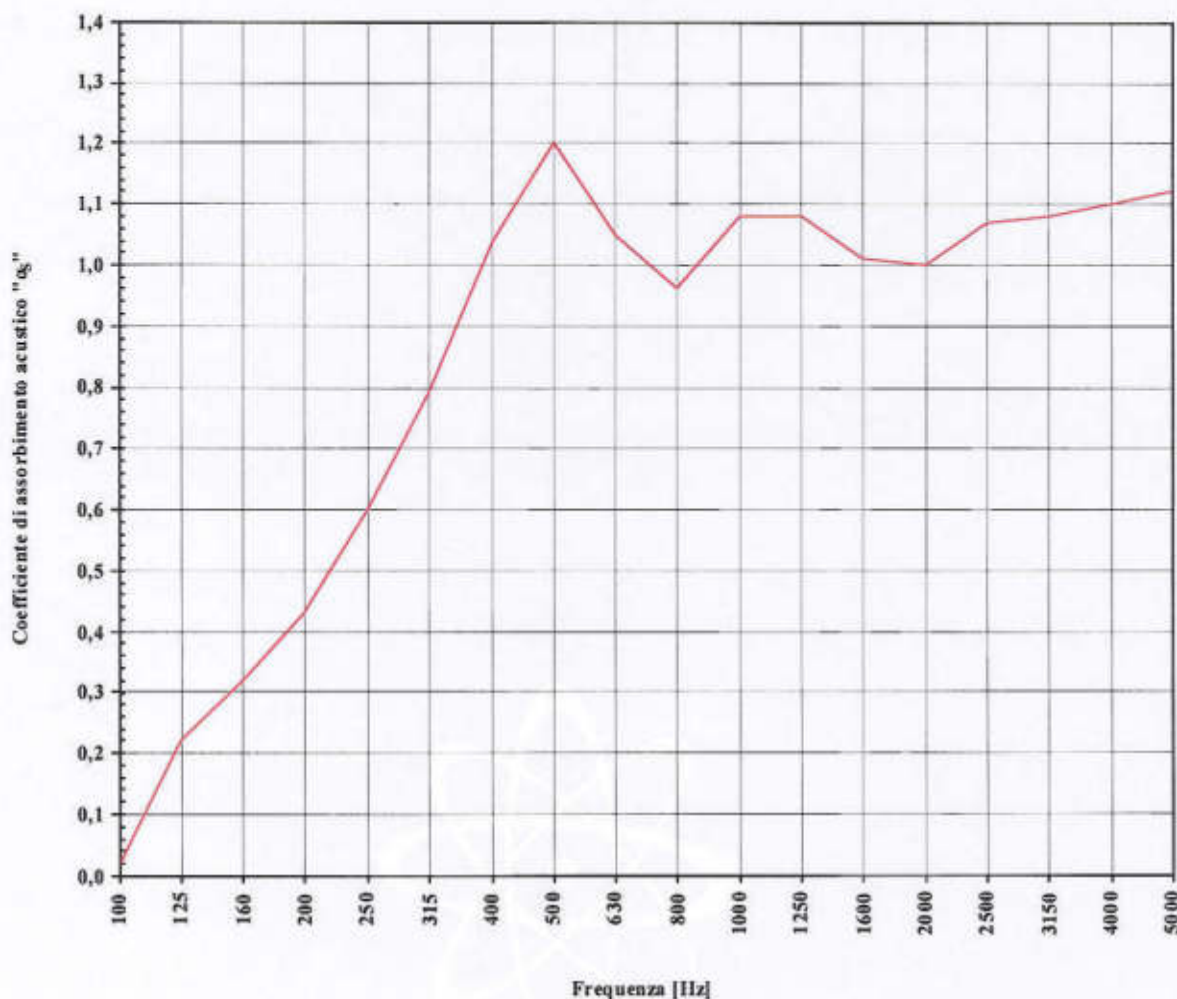
**Risultati della prova.**

Volume della camera riverberante "V"	200,1 m <sup>3</sup>
Superficie del campione in prova "S"	10,52 m <sup>2</sup>
Velocità del suono "c <sub>1</sub> " alla temperatura "t <sub>1</sub> "	340,1 m/s
Velocità del suono "c <sub>2</sub> " alla temperatura "t <sub>2</sub> "	341,6 m/s

Frequenza [Hz]	T <sub>1</sub> [s]	T <sub>2</sub> [s]	4 · V · (m <sub>2</sub> - m <sub>1</sub> ) [m <sup>2</sup> ]	A [m <sup>2</sup> ]	α <sub>s</sub>	v <sub>eff</sub>	k	U
100	4,41	4,29	0,0	0,2	<b>0,02</b>	17	2,00	0,05
125	5,27	3,83	0,0	2,3	<b>0,22</b>	16	2,00	0,06
160	5,35	3,45	0,0	3,4	<b>0,32</b>	17	2,00	0,08
200	5,38	3,09	0,0	4,5	<b>0,43</b>	22	2,00	0,06
250	5,86	2,75	0,0	6,3	<b>0,60</b>	12	2,00	0,09
315	6,02	2,37	0,0	8,3	<b>0,79</b>	18	2,00	0,05
400	5,94	1,99	0,0	10,9	<b>1,04</b>	14	2,00	0,07
500	5,78	1,79	0,0	12,6	<b>1,20</b>	11	2,00	0,15
630	6,00	1,99	0,0	11,0	<b>1,05</b>	15	2,00	0,05
800	5,41	2,02	0,0	10,1	<b>0,96</b>	15	2,00	0,05
1000	4,90	1,81	0,0	11,4	<b>1,08</b>	15	2,00	0,04
1250	4,91	1,82	-0,1	11,4	<b>1,08</b>	12	2,00	0,08
1600	4,27	1,81	-0,2	10,6	<b>1,01</b>	13	2,00	0,06
2000	3,49	1,68	-0,4	10,5	<b>1,00</b>	15	2,00	0,05
2500	3,05	1,53	-0,7	11,3	<b>1,07</b>	13	2,00	0,06
3150	2,54	1,41	-1,1	11,4	<b>1,08</b>	12	2,00	0,06
4000	1,92	1,21	-1,6	11,6	<b>1,10</b>	22	2,00	0,05
5000	1,48	1,04	-2,4	11,8	<b>1,12</b>	17	2,00	0,06



ANDAMENTO DEL COEFFICIENTE  
DI ASSORBIMENTO ACUSTICO " $\alpha_s$ "  
PER TERZI D'OTTAVA\*



Indice di valutazione dell'assorbimento acustico " $DL_{val}$ "	18 dB
Classificazione secondo la norma UNI EN 1793-1:1999, prospetto A.1	categoria A4

(\*) Valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.

Il Responsabile  
Tecnico di Prova  
(Geom. Omar Nanni)

*Omar Nanni*

Il Responsabile del Laboratorio  
di Acustica e Vibrazioni  
(Dott. Ing. Roberto Baruffa)

*Roberto Baruffa*

Il Presidente o  
l'Amministratore Delegato

*Dott. Ing. Vincenzo Iommi*

*Vincenzo Iommi*



Gatteo (FC), 21/11/2013

Spett.le  
EDIL LECA S.p.A.  
Via Pontebbana, 5  
33098 VALVASONE (PN)

ISTITUTO GIORDANO S.p.A.

## LABORATORIO DI ACUSTICA E VIBRAZIONI

### Classificazione di barriera antirumore secondo UNI EN 1793-1:2013

Secondo quanto riportato nel rapporto di prova n. 267104 emesso da Istituto Giordano in data 12/03/2010, la prova di assorbimento acustico eseguita su una porzione di barriera antirumore di Vs produzione denominata "Barriera acustica prefabbricata con superficie rivolta alla sorgente di rumore Fonoleca Quadro in calcestruzzo di argilla espansa Leca granulare" ha fornito un valore di  $DL_{\alpha} = 18$  dB con categoria A4. La prova è stata eseguita dal 15/12/2009 al 16/12/2009 in accordo con le norme UNI EN 1793-1:1999, UNI EN 1793-3:1999 ed UNI EN ISO 354:2003.

In data 10/01/2013 è entrata a vigore la nuova versione della UNI EN 1793-1 che prevede anche la categoria A5 per valori di  $DL_{\alpha}$  maggiori di 15 dB.

Rimanendo valide le norme UNI EN 1793-3:1999 ed UNI EN ISO 354:2003 ed essendo il campione comunque conforme alle specifiche della UNI EN 1793-1:2013 e non essendo stata modificata la modalità di calcolo del parametro  $DL_{\alpha}$ , la porzione di barriera antirumore denominata "Barriera acustica prefabbricata con superficie rivolta alla sorgente di rumore Fonoleca Quadro in calcestruzzo di argilla espansa Leca granulare" può essere classificata secondo quanto riportato di seguito.

<b><math>DL_{\alpha}</math></b>	<b>18 dB</b>
<b>Categoria</b>	<b>A5</b>

Laboratorio di Acustica e Vibrazioni  
(Dott. Ing. Roberto Baruffa)



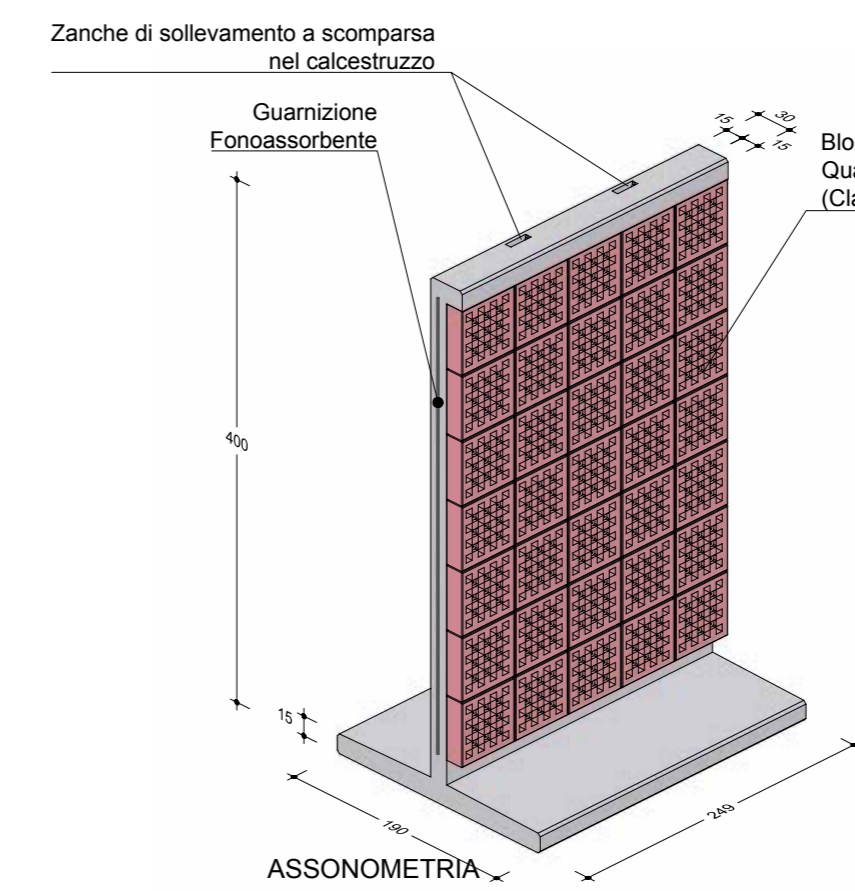
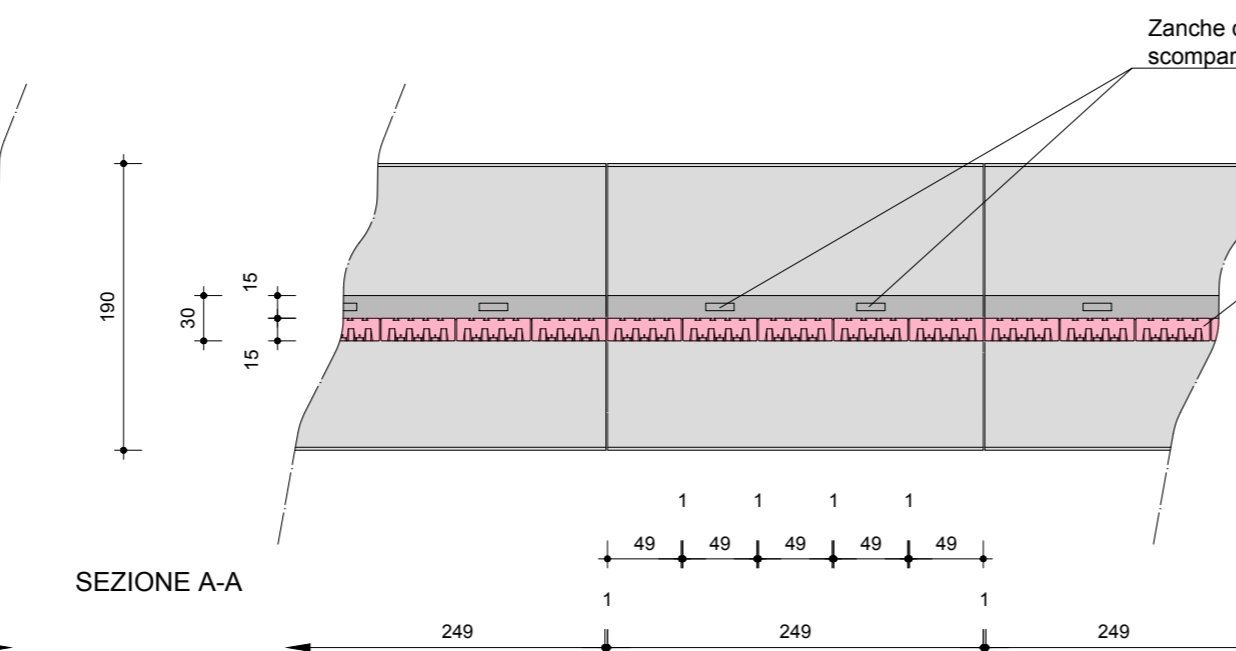
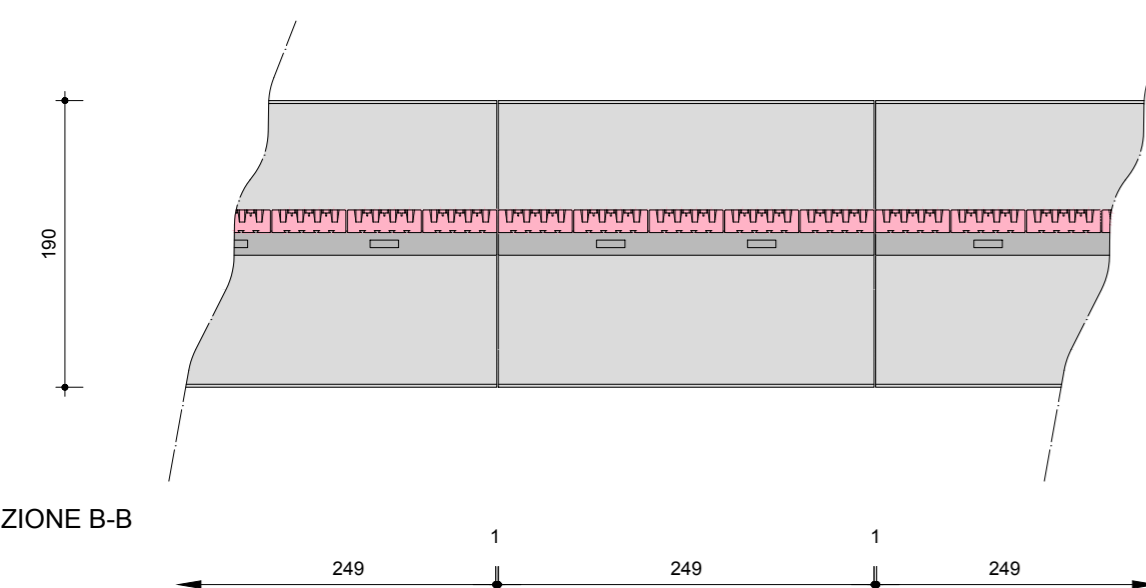
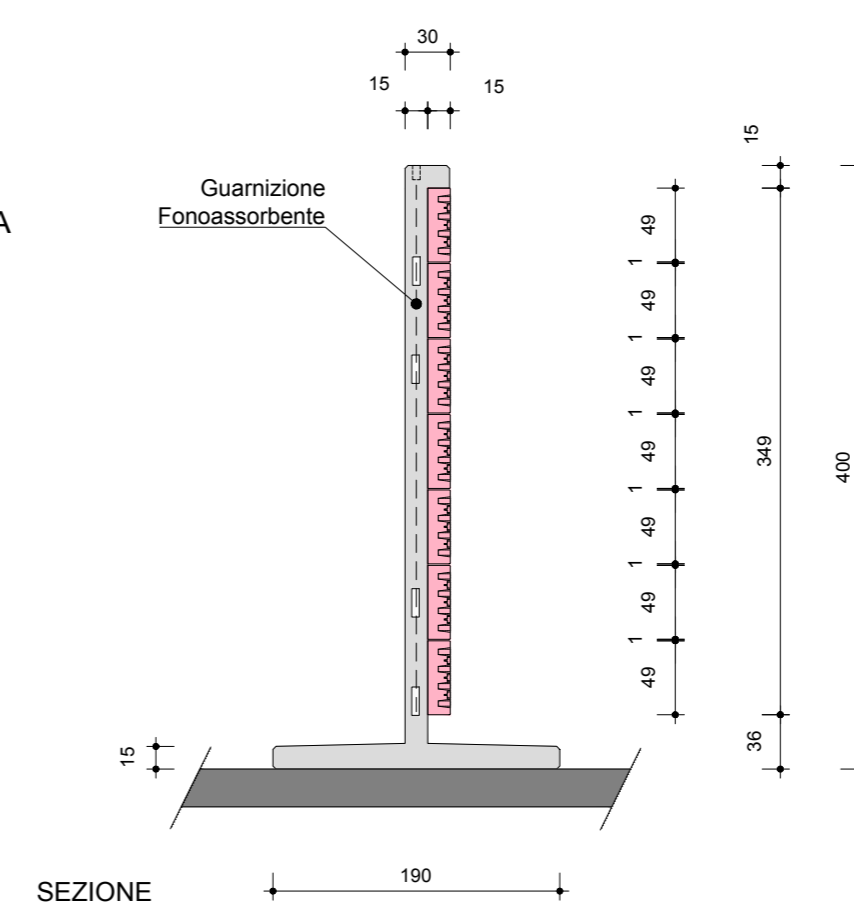
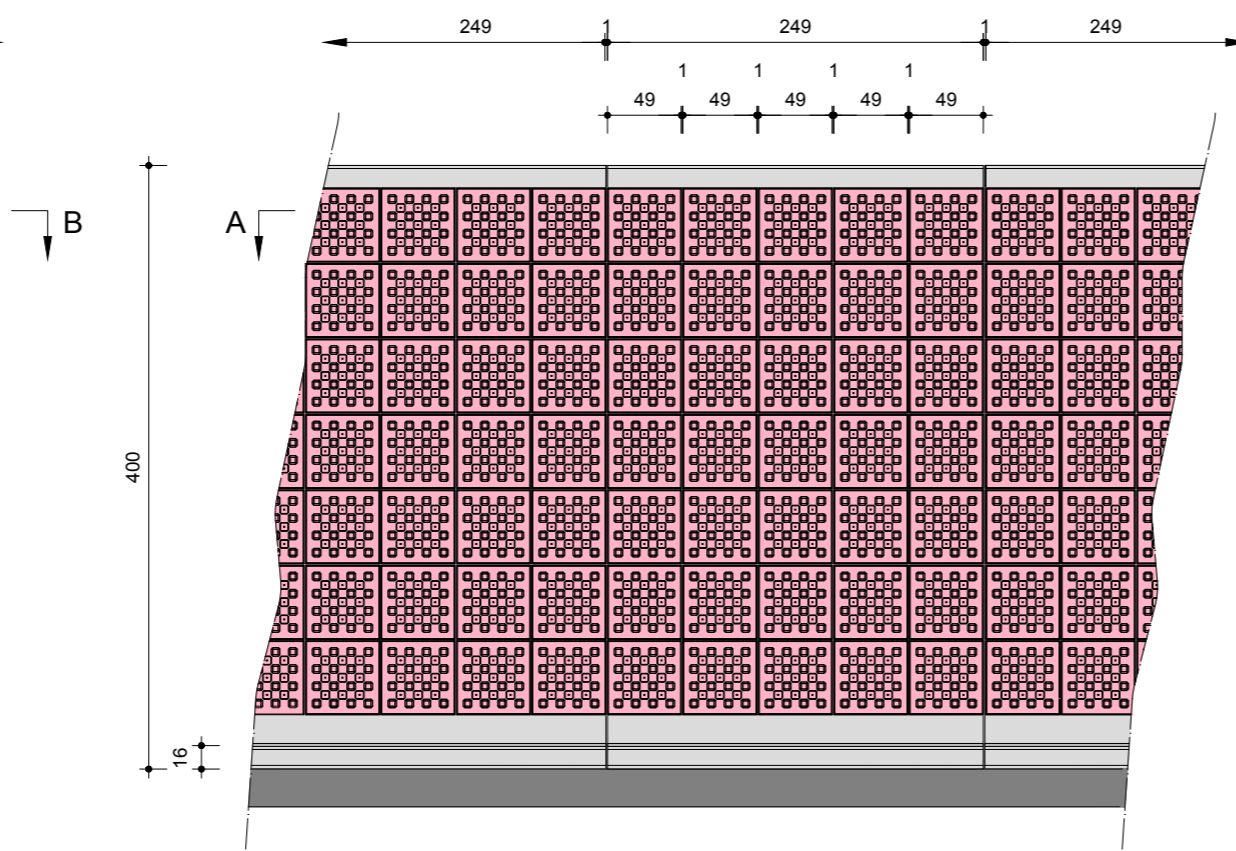
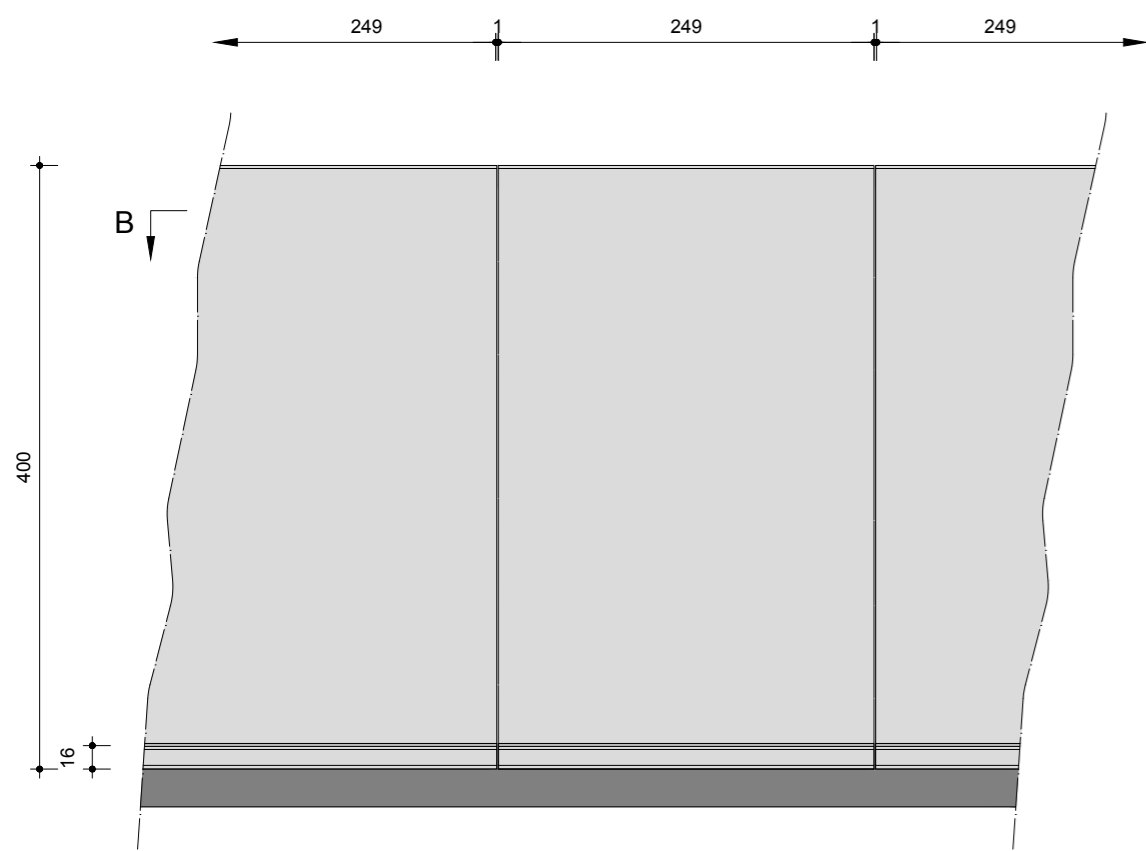
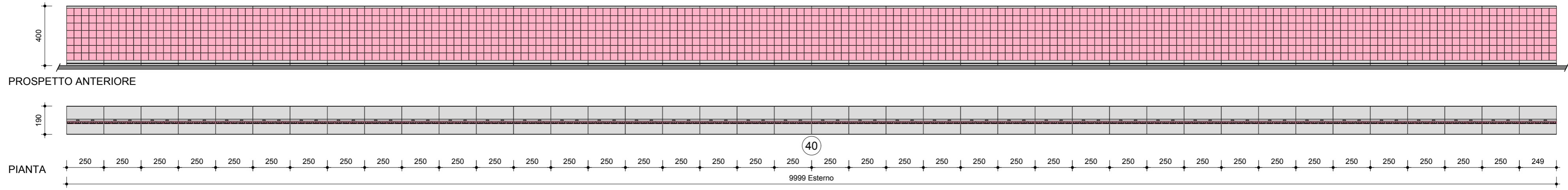
Sede centrale  
Via Rossini, 2  
47814 Bellaria (RN) Italy  
Tel. +39 0541 343030  
Fax +39 0541 345540  
istitutogiordano@giordano.it  
www.giordano.it

Distaccamento Bellaria  
Via del Lavoro, 1/3  
47814 Bellaria (RN) Italy  
Tel. +39 0541 343030  
Fax +39 0541 340659

Distaccamento Gatteo  
Via Erbosa 70/84  
47030 Gatteo (FC) Italy  
Tel. +39 0541 343030  
Fax +39 0541 345540

Distaccamento Pomezia  
Via Honduras, s.n.c.  
00040 Pomezia (RM) Italy  
Tel. +39 06 91602332  
Fax +39 06 91602074  
sede.pomezia@giordano.it

**SCHEMA PANNELLO ACUSTICO DIVISORIO H.400X250X190 FONOASSORBENTE (CLASSE A5) E FONOISOLANTE (CLASSE B4)  
CON FONOLECA QUADRO**



**BLOCCO PIASTRA FONOASSORBENTE  
IN CLS DI ARGILLA ESPANSA LECA  
"FONOLECA QUADRO" DLα 18 dB**

**CLASSE A5 DLα 18 dB  
CLASSE B4 DLR> 47 dB**

Scala: 1:20  
scanalatura di solidarizzazione del  
Fonoleca Quadro al calcestruzzo  
del pannello.



Via Pontebbana, 5  
33098 VALVASONE ARZENE (PN)  
Telefono 0434 856 211  
Fax 0434 856 299  
www.edillecca.com  
infrastrutture@edillecca.com

## BARRIERA ACUSTICA MOBILE PREFABBRICATA ALTEZZA 4,00 mt

CON LECABLOCCO  
FONOLECA QUADRO DIM. 15 x 50 x 50

FONOASSORBENZA

dB  
DL $\alpha$  18

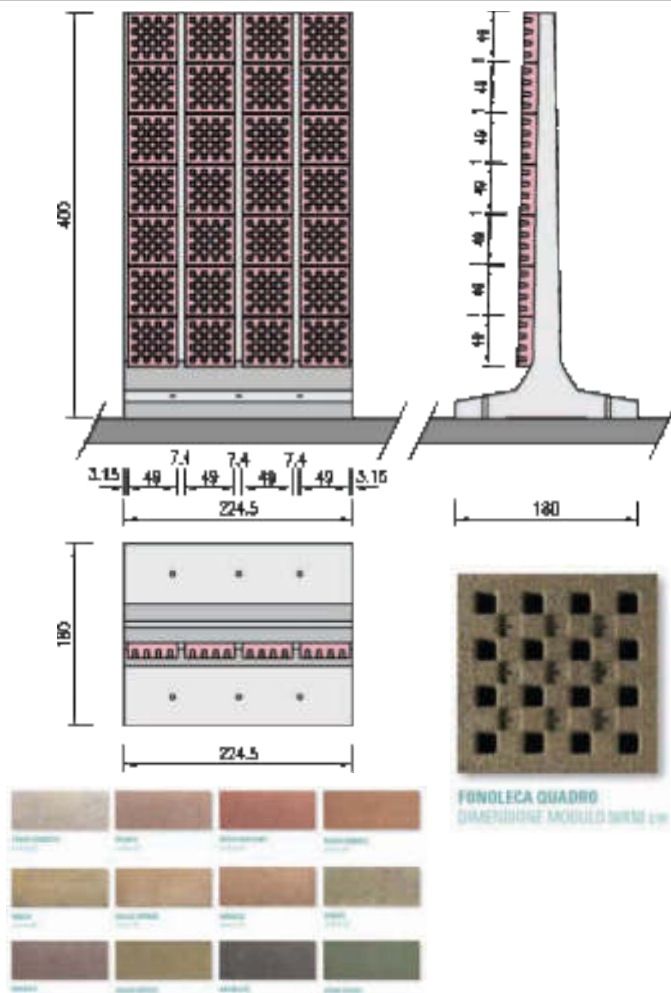
### VOCE DI CAPITOLATO

#### BARRIERA ACUSTICA MOBILE PREFABBRICATA"

Fornitura e posa in opera di elementi prefabbricati autostabili in calcestruzzo armato (Rck 45 N/mm<sup>2</sup>), per la realizzazione di Barriera Acustica fono isolante e Fonoassorbente, con **Marchiatura CE secondo la Norma Europea EN-15258 con Sistema di Attestazione 2+**, classificati con **produzione di "Serie Dichiarata"** ai sensi del D.M. del 14/01/2008 con deposito presso la Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con piede delle dimensioni di cm 180x225 ed altezza di cm 400, rivestiti con elementi fonoassorbenti denominati **Lecablocco Fonoleca Quadro**, prodotti in calcestruzzo di argilla espansa Leca densità 850 kg/m<sup>3</sup> prodotti da **azienda con Sistema qualità certificato a norma UNI EN ISO 9001**. L'elemento Fonoleca quadro si presenta sottoforma di piastra con dimensioni modulari pari a cm. 15x50x50, con una superficie fortemente sagomata a forma tronco-conica con n. 25 cavità di cui 16 aventi lato pari a mm 57 per una profondità di 80 mm, e n. 9 cavità aventi lato pari a 57 mm per una profondità di 20 mm; le cavità permettono di ottenere uno sviluppo di superficie superiore a 1,8 volte il prospetto dell'elemento ed agiscono da camere acustiche in cui le onde sonore convogliate dalle rientranze vengono smorzate ed assorbite nelle porosità del conglomerato. Le sagomature aumentano la superficie fonoassorbente ottimizzando il processo come da caratteristiche tecniche sotto riportate. Gli elementi prefabbricati devono possedere un incastro maschio-femmina ed essere accoppiati fra loro.

Con le seguenti caratteristiche:

**Altezza** : cm 400  
**Larghezza** : cm 180  
**Lunghezza** : cm 225  
**Tipo elemento** : Divisorio 225x400h  
**Tipo blocco** : Fonoleca Quadro 50x50x15  
**Classe di esposizione del cls** : XC3 (UNI EN 206-1)  
**Peso medio elemento** : 10,00 ton.



### Fonoleca quadro

(VERSIONE 2010)

Dimensioni modulari (mm)  
150x500x500

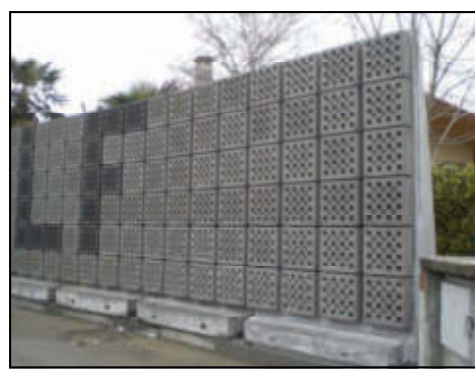
Dimensioni reali (mm)  
150x490x490

Forniti su bancale a perdere  
tot 24 pz



Autoportante

Codice conglomerato		FWI
Massa volumica (a secco)	Kg/m <sup>3</sup>	850
Peso del blocco	Kg	27
Pezzi al mq	n°	4
Resistenza a compressione (Fbk)	N/mm <sup>2</sup>	>5
Conducibilità Termica equivalente (Ae)	W/mK	0,21
Resistenza termica Rt	m <sup>2</sup> K/W	0,429
Massa superficiale Mg	kg/m <sup>2</sup>	120
Permeabilità al vapore (μ)	-	6
Fonocloramento (Rw)	dB	47,48
Fonoassorbenza (αw)	NRC	0,90
Fonoassorbenza DLα	dB	18 (Cat. 5)
Resistenza al fuoco	(E.L)	60



Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Attenuazione in				Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
			Lp calcolato senza barriere	base alla distanza	DL $\alpha$				
P1	75	60	52,22	22,78	18,00	34,22	65	55	
P2	75	40	53,98	21,02	18,00	35,98	65	55	
P3	75	32	54,95	20,05	18,00	36,95	65	55	
P4	75	34	54,69	20,31	18,00	36,69	65	55	
P5	75	70	51,55	23,45	18,00	33,55	65	55	
P6	75	80	50,97	24,03	18,00	32,97	65	55	
P7	75	90	50,46	24,54	18,00	32,46	65	55	
P8	75	100	50,00	25,00	18,00	32,00	65	55	
P9	75	130	48,86	26,14	18,00	30,86	65	55	
P10	75	150	48,24	26,76	18,00	30,24	65	55	
P11	75	180	47,45	27,55	18,00	29,45	65	55	
P12	75	210	46,78	28,22	18,00	28,78	65	55	
P13	75	215	46,68	28,32	18,00	28,68	65	55	
P14	75	200	46,99	28,01	18,00	28,99	65	55	
P15	75	205	46,88	28,12	18,00	28,88	65	55	
P16	75	230	46,38	28,62	18,00	28,38	65	55	
P17	75	228	46,42	28,58	18,00	28,42	65	55	
P18	75	210	46,78	28,22	18,00	28,78	65	55	
P19	75	180	47,45	27,55	18,00	29,45	65	55	
P20	75	150	48,24	26,76	18,00	30,24	65	55	
P21	75	120	49,21	25,79	18,00	31,21	65	55	
P22	75	100	50,00	25,00	18,00	32,00	65	55	



<b>Punto di misura lungo il circuito</b>	<b>Lw</b>	<b>r (metri)</b>	<b>Lp calcolato senza barriere</b>	<b>Attenuazione in base alla distanza</b>	<b>DL<math>\alpha</math></b>	<b>Lp calcolato con barriere</b>	<b>Limite periodo diurno</b>	<b>Limite valore notturno</b>
<b>P1</b>	78	60	55,22	22,78	18,00	37,22	65	55
<b>P2</b>	78	40	56,98	21,02	18,00	38,98	65	55
<b>P3</b>	78	32	57,95	20,05	18,00	39,95	65	55
<b>P4</b>	78	34	57,69	20,31	18,00	39,69	65	55
<b>P5</b>	78	70	54,55	23,45	18,00	36,55	65	55
<b>P6</b>	78	80	53,97	24,03	18,00	35,97	65	55
<b>P7</b>	78	90	53,46	24,54	18,00	35,46	65	55
<b>P8</b>	78	100	53,00	25,00	18,00	35,00	65	55
<b>P9</b>	78	130	51,86	26,14	18,00	33,86	65	55
<b>P10</b>	78	150	51,24	26,76	18,00	33,24	65	55
<b>P11</b>	78	180	50,45	27,55	18,00	32,45	65	55
<b>P12</b>	78	210	49,78	28,22	18,00	31,78	65	55
<b>P13</b>	78	215	49,68	28,32	18,00	31,68	65	55
<b>P14</b>	78	200	49,99	28,01	18,00	31,99	65	55
<b>P15</b>	78	205	49,88	28,12	18,00	31,88	65	55
<b>P16</b>	78	230	49,38	28,62	18,00	31,38	65	55
<b>P17</b>	78	228	49,42	28,58	18,00	31,42	65	55
<b>P18</b>	78	210	49,78	28,22	18,00	31,78	65	55
<b>P19</b>	78	180	50,45	27,55	18,00	32,45	65	55
<b>P20</b>	78	150	51,24	26,76	18,00	33,24	65	55
<b>P21</b>	78	120	52,21	25,79	18,00	34,21	65	55
<b>P22</b>	78	100	53,00	25,00	18,00	35,00	65	55

<b>Punto di misura lungo il circuito</b>	<b>Lw</b>	<b>r (metri)</b>	<b>Lp calcolato senza barriere</b>	<b>Attenuazione in base alla distanza</b>	<b>DL<math>\alpha</math></b>	<b>Lp calcolato con barriere</b>	<b>Limite periodo diurno</b>	<b>Limite valore notturno</b>
<b>P1</b>	79,7	60	56,92	22,78	18,00	38,92	65	55
<b>P2</b>	79,7	40	58,68	21,02	18,00	40,68	65	55
<b>P3</b>	79,7	32	59,65	20,05	18,00	41,65	65	55
<b>P4</b>	79,7	34	59,39	20,31	18,00	41,39	65	55
<b>P5</b>	79,7	70	56,25	23,45	18,00	38,25	65	55
<b>P6</b>	79,7	80	55,67	24,03	18,00	37,67	65	55
<b>P7</b>	79,7	90	55,16	24,54	18,00	37,16	65	55
<b>P8</b>	79,7	100	54,70	25,00	18,00	36,70	65	55
<b>P9</b>	79,7	130	53,56	26,14	18,00	35,56	65	55
<b>P10</b>	79,7	150	52,94	26,76	18,00	34,94	65	55
<b>P11</b>	79,7	180	52,15	27,55	18,00	34,15	65	55
<b>P12</b>	79,7	210	51,48	28,22	18,00	33,48	65	55
<b>P13</b>	79,7	215	51,38	28,32	18,00	33,38	65	55
<b>P14</b>	79,7	200	51,69	28,01	18,00	33,69	65	55
<b>P15</b>	79,7	205	51,58	28,12	18,00	33,58	65	55
<b>P16</b>	79,7	230	51,08	28,62	18,00	33,08	65	55
<b>P17</b>	79,7	228	51,12	28,58	18,00	33,12	65	55
<b>P18</b>	79,7	210	51,48	28,22	18,00	33,48	65	55
<b>P19</b>	79,7	180	52,15	27,55	18,00	34,15	65	55
<b>P20</b>	79,7	150	52,94	26,76	18,00	34,94	65	55
<b>P21</b>	79,7	120	53,91	25,79	18,00	35,91	65	55
<b>P22</b>	79,7	100	54,70	25,00	18,00	36,70	65	55

<b>Punto di misura lungo il circuito</b>	<b>Lw</b>	<b>r (metri)</b>	<b>Lp calcolato senza barriere</b>	<b>Attenuazione in base alla distanza</b>	<b>DL<math>\alpha</math></b>	<b>Lp calcolato con barriere</b>	<b>Limite periodo diurno</b>	<b>Limite valore notturno</b>
<b>P1</b>	81	60	58,22	22,78	18,00	40,22	65	55
<b>P2</b>	81	40	59,98	21,02	18,00	41,98	65	55
<b>P3</b>	81	32	60,95	20,05	18,00	42,95	65	55
<b>P4</b>	81	34	60,69	20,31	18,00	42,69	65	55
<b>P5</b>	81	70	57,55	23,45	18,00	39,55	65	55
<b>P6</b>	81	80	56,97	24,03	18,00	38,97	65	55
<b>P7</b>	81	90	56,46	24,54	18,00	38,46	65	55
<b>P8</b>	81	100	56,00	25,00	18,00	38,00	65	55
<b>P9</b>	81	130	54,86	26,14	18,00	36,86	65	55
<b>P10</b>	81	150	54,24	26,76	18,00	36,24	65	55
<b>P11</b>	81	180	53,45	27,55	18,00	35,45	65	55
<b>P12</b>	81	210	52,78	28,22	18,00	34,78	65	55
<b>P13</b>	81	215	52,68	28,32	18,00	34,68	65	55
<b>P14</b>	81	200	52,99	28,01	18,00	34,99	65	55
<b>P15</b>	81	205	52,88	28,12	18,00	34,88	65	55
<b>P16</b>	81	230	52,38	28,62	18,00	34,38	65	55
<b>P17</b>	81	228	52,42	28,58	18,00	34,42	65	55
<b>P18</b>	81	210	52,78	28,22	18,00	34,78	65	55
<b>P19</b>	81	180	53,45	27,55	18,00	35,45	65	55
<b>P20</b>	81	150	54,24	26,76	18,00	36,24	65	55
<b>P21</b>	81	120	55,21	25,79	18,00	37,21	65	55
<b>P22</b>	81	100	56,00	25,00	18,00	38,00	65	55

<b>Punto di misura lungo il circuito</b>	<b>Lw</b>	<b>r (metri)</b>	<b>Lp calcolato senza barriere</b>	<b>Attenuazione in base alla distanza</b>	<b>DL<math>\alpha</math></b>	<b>Lp calcolato con barriere</b>	<b>Limite periodo diurno</b>	<b>Limite valore notturno</b>
<b>P1</b>	82,3	60	59,52	22,78	18,00	41,52	65	55
<b>P2</b>	82,3	40	61,28	21,02	18,00	43,28	65	55
<b>P3</b>	82,3	32	62,25	20,05	18,00	44,25	65	55
<b>P4</b>	82,3	34	61,99	20,31	18,00	43,99	65	55
<b>P5</b>	82,3	70	58,85	23,45	18,00	40,85	65	55
<b>P6</b>	82,3	80	58,27	24,03	18,00	40,27	65	55
<b>P7</b>	82,3	90	57,76	24,54	18,00	39,76	65	55
<b>P8</b>	82,3	100	57,30	25,00	18,00	39,30	65	55
<b>P9</b>	82,3	130	56,16	26,14	18,00	38,16	65	55
<b>P10</b>	82,3	150	55,54	26,76	18,00	37,54	65	55
<b>P11</b>	82,3	180	54,75	27,55	18,00	36,75	65	55
<b>P12</b>	82,3	210	54,08	28,22	18,00	36,08	65	55
<b>P13</b>	82,3	215	53,98	28,32	18,00	35,98	65	55
<b>P14</b>	82,3	200	54,29	28,01	18,00	36,29	65	55
<b>P15</b>	82,3	205	54,18	28,12	18,00	36,18	65	55
<b>P16</b>	82,3	230	53,68	28,62	18,00	35,68	65	55
<b>P17</b>	82,3	228	53,72	28,58	18,00	35,72	65	55
<b>P18</b>	82,3	210	54,08	28,22	18,00	36,08	65	55
<b>P19</b>	82,3	180	54,75	27,55	18,00	36,75	65	55
<b>P20</b>	82,3	150	55,54	26,76	18,00	37,54	65	55
<b>P21</b>	82,3	120	56,51	25,79	18,00	38,51	65	55
<b>P22</b>	82,3	100	57,30	25,00	18,00	39,30	65	55

<b>Punto di misura lungo il circuito</b>	<b>Lw</b>	<b>r (metri)</b>	<b>Lp calcolato senza barriere</b>	<b>Attenuazione in base alla distanza</b>	<b>DL<math>\alpha</math></b>	<b>Lp calcolato con barriere</b>	<b>Limite periodo diurno</b>	<b>Limite valore notturno</b>
<b>P1</b>	86	60	63,22	22,78	18,00	45,22	65	55
<b>P2</b>	86	40	64,98	21,02	18,00	46,98	65	55
<b>P3</b>	86	32	65,95	20,05	18,00	47,95	65	55
<b>P4</b>	86	34	65,69	20,31	18,00	47,69	65	55
<b>P5</b>	86	70	62,55	23,45	18,00	44,55	65	55
<b>P6</b>	86	80	61,97	24,03	18,00	43,97	65	55
<b>P7</b>	86	90	61,46	24,54	18,00	43,46	65	55
<b>P8</b>	86	100	61,00	25,00	18,00	43,00	65	55
<b>P9</b>	86	130	59,86	26,14	18,00	41,86	65	55
<b>P10</b>	86	150	59,24	26,76	18,00	41,24	65	55
<b>P11</b>	86	180	58,45	27,55	18,00	40,45	65	55
<b>P12</b>	86	210	57,78	28,22	18,00	39,78	65	55
<b>P13</b>	86	215	57,68	28,32	18,00	39,68	65	55
<b>P14</b>	86	200	57,99	28,01	18,00	39,99	65	55
<b>P15</b>	86	205	57,88	28,12	18,00	39,88	65	55
<b>P16</b>	86	230	57,38	28,62	18,00	39,38	65	55
<b>P17</b>	86	228	57,42	28,58	18,00	39,42	65	55
<b>P18</b>	86	210	57,78	28,22	18,00	39,78	65	55
<b>P19</b>	86	180	58,45	27,55	18,00	40,45	65	55
<b>P20</b>	86	150	59,24	26,76	18,00	41,24	65	55
<b>P21</b>	86	120	60,21	25,79	18,00	42,21	65	55
<b>P22</b>	86	100	61,00	25,00	18,00	43,00	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	75	190	47,21	27,79	65	55
P2	75	220	46,58	28,42	65	55
P3	75	250	46,02	28,98	65	55
P4	75	270	45,69	29,31	65	55
P5	75	280	45,53	29,47	65	55
P6	75	275	45,61	29,39	65	55
P7	75	250	46,02	28,98	65	55
P8	75	230	46,38	28,62	65	55
P9	75	234	46,31	28,69	65	55
P10	75	228	46,42	28,58	65	55
P11	75	238	46,23	28,77	65	55
P12	75	260	45,85	29,15	65	55
P13	75	255	45,93	29,07	65	55
P14	75	225	46,48	28,52	65	55
P15	75	202	46,95	28,05	65	55
P16	75	191	47,19	27,81	65	55
P17	75	171	47,67	27,33	65	55
P18	75	140	48,54	26,46	65	55
P19	75	145	48,39	26,61	65	55
P20	75	148	48,30	26,70	65	55
P21	75	150	48,24	26,76	65	55
P22	75	165	47,83	27,17	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	78	190	50,21	27,79	65	55
P2	78	220	49,58	28,42	65	55
P3	78	250	49,02	28,98	65	55
P4	78	270	48,69	29,31	65	55
P5	78	280	48,53	29,47	65	55
P6	78	275	48,61	29,39	65	55
P7	78	250	49,02	28,98	65	55
P8	78	230	49,38	28,62	65	55
P9	78	234	49,31	28,69	65	55
P10	78	228	49,42	28,58	65	55
P11	78	238	49,23	28,77	65	55
P12	78	260	48,85	29,15	65	55
P13	78	255	48,93	29,07	65	55
P14	78	225	49,48	28,52	65	55
P15	78	202	49,95	28,05	65	55
P16	78	191	50,19	27,81	65	55
P17	78	171	50,67	27,33	65	55
P18	78	140	51,54	26,46	65	55
P19	78	145	51,39	26,61	65	55
P20	78	148	51,30	26,70	65	55
P21	78	150	51,24	26,76	65	55
P22	78	165	50,83	27,17	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	79,7	190	51,91	27,79	65	55
P2	79,7	220	51,28	28,42	65	55
P3	79,7	250	50,72	28,98	65	55
P4	79,7	270	50,39	29,31	65	55
P5	79,7	280	50,23	29,47	65	55
P6	79,7	275	50,31	29,39	65	55
P7	79,7	250	50,72	28,98	65	55
P8	79,7	230	51,08	28,62	65	55
P9	79,7	234	51,01	28,69	65	55
P10	79,7	228	51,12	28,58	65	55
P11	79,7	238	50,93	28,77	65	55
P12	79,7	260	50,55	29,15	65	55
P13	79,7	255	50,63	29,07	65	55
P14	79,7	225	51,18	28,52	65	55
P15	79,7	202	51,65	28,05	65	55
P16	79,7	191	51,89	27,81	65	55
P17	79,7	171	52,37	27,33	65	55
P18	79,7	140	53,24	26,46	65	55
P19	79,7	145	53,09	26,61	65	55
P20	79,7	148	53,00	26,70	65	55
P21	79,7	150	52,94	26,76	65	55
P22	79,7	165	52,53	27,17	65	55



Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	81	190	53,21	27,79	65	55
P2	81	220	52,58	28,42	65	55
P3	81	250	52,02	28,98	65	55
P4	81	270	51,69	29,31	65	55
P5	81	280	51,53	29,47	65	55
P6	81	275	51,61	29,39	65	55
P7	81	250	52,02	28,98	65	55
P8	81	230	52,38	28,62	65	55
P9	81	234	52,31	28,69	65	55
P10	81	228	52,42	28,58	65	55
P11	81	238	52,23	28,77	65	55
P12	81	260	51,85	29,15	65	55
P13	81	255	51,93	29,07	65	55
P14	81	225	52,48	28,52	65	55
P15	81	202	52,95	28,05	65	55
P16	81	191	53,19	27,81	65	55
P17	81	171	53,67	27,33	65	55
P18	81	140	54,54	26,46	65	55
P19	81	145	54,39	26,61	65	55
P20	81	148	54,30	26,70	65	55
P21	81	150	54,24	26,76	65	55
P22	81	165	53,83	27,17	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	DL $\alpha$	Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	82,3	190	54,51	27,79	18,00	36,51	65	55
P2	82,3	220	53,88	28,42	18,00	35,88	65	55
P3	82,3	250	53,32	28,98	18,00	35,32	65	55
P4	82,3	270	52,99	29,31	18,00	34,99	65	55
P5	82,3	280	52,83	29,47	18,00	34,83	65	55
P6	82,3	275	52,91	29,39	18,00	34,91	65	55
P7	82,3	250	53,32	28,98	18,00	35,32	65	55
P8	82,3	230	53,68	28,62	18,00	35,68	65	55
P9	82,3	234	53,61	28,69	18,00	35,61	65	55
P10	82,3	228	53,72	28,58	18,00	35,72	65	55
P11	82,3	238	53,53	28,77	18,00	35,53	65	55
P12	82,3	260	53,15	29,15	18,00	35,15	65	55
P13	82,3	255	53,23	29,07	18,00	35,23	65	55
P14	82,3	225	53,78	28,52	18,00	35,78	65	55
P15	82,3	202	54,25	28,05	18,00	36,25	65	55
P16	82,3	191	54,49	27,81	18,00	36,49	65	55
P17	82,3	171	54,97	27,33	18,00	36,97	65	55
P18	82,3	140	55,84	26,46	18,00	37,84	65	55
P19	82,3	145	55,69	26,61	18,00	37,69	65	55
P20	82,3	148	55,60	26,70	18,00	37,60	65	55
P21	82,3	150	55,54	26,76	18,00	37,54	65	55
P22	82,3	165	55,13	27,17	18,00	37,13	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	DL $\alpha$	Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	86	190	58,21	27,79	18,00	40,21	65	55
P2	86	220	57,58	28,42	18,00	39,58	65	55
P3	86	250	57,02	28,98	18,00	39,02	65	55
P4	86	270	56,69	29,31	18,00	38,69	65	55
P5	86	280	56,53	29,47	18,00	38,53	65	55
P6	86	275	56,61	29,39	18,00	38,61	65	55
P7	86	250	57,02	28,98	18,00	39,02	65	55
P8	86	230	57,38	28,62	18,00	39,38	65	55
P9	86	234	57,31	28,69	18,00	39,31	65	55
P10	86	228	57,42	28,58	18,00	39,42	65	55
P11	86	238	57,23	28,77	18,00	39,23	65	55
P12	86	260	56,85	29,15	18,00	38,85	65	55
P13	86	255	56,93	29,07	18,00	38,93	65	55
P14	86	225	57,48	28,52	18,00	39,48	65	55
P15	86	202	57,95	28,05	18,00	39,95	65	55
P16	86	191	58,19	27,81	18,00	40,19	65	55
P17	86	171	58,67	27,33	18,00	40,67	65	55
P18	86	140	59,54	26,46	18,00	41,54	65	55
P19	86	145	59,39	26,61	18,00	41,39	65	55
P20	86	148	59,30	26,70	18,00	41,30	65	55
P21	86	150	59,24	26,76	18,00	41,24	65	55
P22	86	165	58,83	27,17	18,00	40,83	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	75	320	44,95	30,05	65	55
P2	75	359	44,45	30,55	65	55
P3	75	382	44,18	30,82	65	55
P4	75	410	43,87	31,13	65	55
P5	75	412	43,85	31,15	65	55
P6	75	400	43,98	31,02	65	55
P7	75	371	44,31	30,69	65	55
P8	75	349	44,57	30,43	65	55
P9	75	340	44,69	30,31	65	55
P10	75	320	44,95	30,05	65	55
P11	75	310	45,09	29,91	65	55
P12	75	321	44,93	30,07	65	55
P13	75	310	45,09	29,91	65	55
P14	75	285	45,45	29,55	65	55
P15	75	260	45,85	29,15	65	55
P16	75	230	46,38	28,62	65	55
P17	75	180	47,45	27,55	65	55
P18	75	210	46,78	28,22	65	55
P19	75	230	46,38	28,62	65	55
P20	75	250	46,02	28,98	65	55
P21	75	270	45,69	29,31	65	55
P22	75	300	45,23	29,77	65	55

<b>Punto di misura lungo il circuito</b>	<b>Lw</b>	<b>r (metri)</b>	<b>Lp calcolato senza barriere</b>	<b>Attenuazione in base alla distanza</b>	<b>Limite periodo diurno</b>	<b>Limite valore notturno</b>
<b>P1</b>	78	320	47,95	30,05	65	55
<b>P2</b>	78	359	47,45	30,55	65	55
<b>P3</b>	78	382	47,18	30,82	65	55
<b>P4</b>	78	410	46,87	31,13	65	55
<b>P5</b>	78	412	46,85	31,15	65	55
<b>P6</b>	78	400	46,98	31,02	65	55
<b>P7</b>	78	371	47,31	30,69	65	55
<b>P8</b>	78	349	47,57	30,43	65	55
<b>P9</b>	78	340	47,69	30,31	65	55
<b>P10</b>	78	320	47,95	30,05	65	55
<b>P11</b>	78	310	48,09	29,91	65	55
<b>P12</b>	78	321	47,93	30,07	65	55
<b>P13</b>	78	310	48,09	29,91	65	55
<b>P14</b>	78	285	48,45	29,55	65	55
<b>P15</b>	78	260	48,85	29,15	65	55
<b>P16</b>	78	230	49,38	28,62	65	55
<b>P17</b>	78	180	50,45	27,55	65	55
<b>P18</b>	78	210	49,78	28,22	65	55
<b>P19</b>	78	230	49,38	28,62	65	55
<b>P20</b>	78	250	49,02	28,98	65	55
<b>P21</b>	78	270	48,69	29,31	65	55
<b>P22</b>	78	300	48,23	29,77	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	79,7	320	49,65	30,05	65	55
P2	79,7	359	49,15	30,55	65	55
P3	79,7	382	48,88	30,82	65	55
P4	79,7	410	48,57	31,13	65	55
P5	79,7	412	48,55	31,15	65	55
P6	79,7	400	48,68	31,02	65	55
P7	79,7	371	49,01	30,69	65	55
P8	79,7	349	49,27	30,43	65	55
P9	79,7	340	49,39	30,31	65	55
P10	79,7	320	49,65	30,05	65	55
P11	79,7	310	49,79	29,91	65	55
P12	79,7	321	49,63	30,07	65	55
P13	79,7	310	49,79	29,91	65	55
P14	79,7	285	50,15	29,55	65	55
P15	79,7	260	50,55	29,15	65	55
P16	79,7	230	51,08	28,62	65	55
P17	79,7	180	52,15	27,55	65	55
P18	79,7	210	51,48	28,22	65	55
P19	79,7	230	51,08	28,62	65	55
P20	79,7	250	50,72	28,98	65	55
P21	79,7	270	50,39	29,31	65	55
P22	79,7	300	49,93	29,77	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	81	320	50,95	30,05	65	55
P2	81	359	50,45	30,55	65	55
P3	81	382	50,18	30,82	65	55
P4	81	410	49,87	31,13	65	55
P5	81	412	49,85	31,15	65	55
P6	81	400	49,98	31,02	65	55
P7	81	371	50,31	30,69	65	55
P8	81	349	50,57	30,43	65	55
P9	81	340	50,69	30,31	65	55
P10	81	320	50,95	30,05	65	55
P11	81	310	51,09	29,91	65	55
P12	81	321	50,93	30,07	65	55
P13	81	310	51,09	29,91	65	55
P14	81	285	51,45	29,55	65	55
P15	81	260	51,85	29,15	65	55
P16	81	230	52,38	28,62	65	55
P17	81	180	53,45	27,55	65	55
P18	81	210	52,78	28,22	65	55
P19	81	230	52,38	28,62	65	55
P20	81	250	52,02	28,98	65	55
P21	81	270	51,69	29,31	65	55
P22	81	300	51,23	29,77	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	82,3	320	52,25	30,05	65	55
P2	82,3	359	51,75	30,55	65	55
P3	82,3	382	51,48	30,82	65	55
P4	82,3	410	51,17	31,13	65	55
P5	82,3	412	51,15	31,15	65	55
P6	82,3	400	51,28	31,02	65	55
P7	82,3	371	51,61	30,69	65	55
P8	82,3	349	51,87	30,43	65	55
P9	82,3	340	51,99	30,31	65	55
P10	82,3	320	52,25	30,05	65	55
P11	82,3	310	52,39	29,91	65	55
P12	82,3	321	52,23	30,07	65	55
P13	82,3	310	52,39	29,91	65	55
P14	82,3	285	52,75	29,55	65	55
P15	82,3	260	53,15	29,15	65	55
P16	82,3	230	53,68	28,62	65	55
P17	82,3	180	54,75	27,55	65	55
P18	82,3	210	54,08	28,22	65	55
P19	82,3	230	53,68	28,62	65	55
P20	82,3	250	53,32	28,98	65	55
P21	82,3	270	52,99	29,31	65	55
P22	82,3	300	52,53	29,77	65	55



Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	DL $\alpha$	Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	86	320	55,95	30,05	18,00	37,95	65	55
P2	86	359	55,45	30,55	18,00	37,45	65	55
P3	86	382	55,18	30,82	18,00	37,18	65	55
P4	86	410	54,87	31,13	18,00	36,87	65	55
P5	86	412	54,85	31,15	18,00	36,85	65	55
P6	86	400	54,98	31,02	18,00	36,98	65	55
P7	86	371	55,31	30,69	18,00	37,31	65	55
P8	86	349	55,57	30,43	18,00	37,57	65	55
P9	86	340	55,69	30,31	18,00	37,69	65	55
P10	86	320	55,95	30,05	18,00	37,95	65	55
P11	86	310	56,09	29,91	18,00	38,09	65	55
P12	86	321	55,93	30,07	18,00	37,93	65	55
P13	86	310	56,09	29,91	18,00	38,09	65	55
P14	86	285	56,45	29,55	18,00	38,45	65	55
P15	86	260	56,85	29,15	18,00	38,85	65	55
P16	86	230	57,38	28,62	18,00	39,38	65	55
P17	86	180	58,45	27,55	18,00	40,45	65	55
P18	86	210	57,78	28,22	18,00	39,78	65	55
P19	86	230	57,38	28,62	18,00	39,38	65	55
P20	86	250	57,02	28,98	18,00	39,02	65	55
P21	86	270	56,69	29,31	18,00	38,69	65	55
P22	86	300	56,23	29,77	18,00	38,23	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	75	240	46,20	28,80	65	55
P2	75	260	45,85	29,15	65	55
P3	75	273	45,64	29,36	65	55
P4	75	280	45,53	29,47	65	55
P5	75	260	45,85	29,15	65	55
P6	75	230	46,38	28,62	65	55
P7	75	220	46,58	28,42	65	55
P8	75	210	46,78	28,22	65	55
P9	75	171	47,67	27,33	65	55
P10	75	150	48,24	26,76	65	55
P11	75	140	48,54	26,46	65	55
P12	75	105	49,79	25,21	65	55
P13	75	82	50,86	24,14	65	55
P14	75	85	50,71	24,29	65	55
P15	75	87	50,60	24,40	65	55
P16	75	90	50,46	24,54	65	55
P17	75	185	47,33	27,67	65	55
P18	75	191	47,19	27,81	65	55
P19	75	200	46,99	28,01	65	55
P20	75	201	46,97	28,03	65	55
P21	75	209	46,80	28,20	65	55
P22	75	220	46,58	28,42	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	78	240	49,20	28,80	65	55
P2	78	260	48,85	29,15	65	55
P3	78	273	48,64	29,36	65	55
P4	78	280	48,53	29,47	65	55
P5	78	260	48,85	29,15	65	55
P6	78	230	49,38	28,62	65	55
P7	78	220	49,58	28,42	65	55
P8	78	210	49,78	28,22	65	55
P9	78	171	50,67	27,33	65	55
P10	78	150	51,24	26,76	65	55
P11	78	140	51,54	26,46	65	55
P12	78	105	52,79	25,21	65	55
P13	78	82	53,86	24,14	65	55
P14	78	85	53,71	24,29	65	55
P15	78	87	53,60	24,40	65	55
P16	78	90	53,46	24,54	65	55
P17	78	185	50,33	27,67	65	55
P18	78	191	50,19	27,81	65	55
P19	78	200	49,99	28,01	65	55
P20	78	201	49,97	28,03	65	55
P21	78	209	49,80	28,20	65	55
P22	78	220	49,58	28,42	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	DL $\alpha$	Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	79,7	240	50,90	28,80	18,00	32,90	65	55
P2	79,7	260	50,55	29,15	18,00	32,55	65	55
P3	79,7	273	50,34	29,36	18,00	32,34	65	55
P4	79,7	280	50,23	29,47	18,00	32,23	65	55
P5	79,7	260	50,55	29,15	18,00	32,55	65	55
P6	79,7	230	51,08	28,62	18,00	33,08	65	55
P7	79,7	220	51,28	28,42	18,00	33,28	65	55
P8	79,7	210	51,48	28,22	18,00	33,48	65	55
P9	79,7	171	52,37	27,33	18,00	34,37	65	55
P10	79,7	150	52,94	26,76	18,00	34,94	65	55
P11	79,7	140	53,24	26,46	18,00	35,24	65	55
P12	79,7	105	54,49	25,21	18,00	36,49	65	55
P13	79,7	82	55,56	24,14	18,00	37,56	65	55
P14	79,7	85	55,41	24,29	18,00	37,41	65	55
P15	79,7	87	55,30	24,40	18,00	37,30	65	55
P16	79,7	90	55,16	24,54	18,00	37,16	65	55
P17	79,7	185	52,03	27,67	18,00	34,03	65	55
P18	79,7	191	51,89	27,81	18,00	33,89	65	55
P19	79,7	200	51,69	28,01	18,00	33,69	65	55
P20	79,7	201	51,67	28,03	18,00	33,67	65	55
P21	79,7	209	51,50	28,20	18,00	33,50	65	55
P22	79,7	220	51,28	28,42	18,00	33,28	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	DL $\alpha$	Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	81	240	52,20	28,80	18,00	34,20	65	55
P2	81	260	51,85	29,15	18,00	33,85	65	55
P3	81	273	51,64	29,36	18,00	33,64	65	55
P4	81	280	51,53	29,47	18,00	33,53	65	55
P5	81	260	51,85	29,15	18,00	33,85	65	55
P6	81	230	52,38	28,62	18,00	34,38	65	55
P7	81	220	52,58	28,42	18,00	34,58	65	55
P8	81	210	52,78	28,22	18,00	34,78	65	55
P9	81	171	53,67	27,33	18,00	35,67	65	55
P10	81	150	54,24	26,76	18,00	36,24	65	55
P11	81	140	54,54	26,46	18,00	36,54	65	55
P12	81	105	55,79	25,21	18,00	37,79	65	55
P13	81	82	56,86	24,14	18,00	38,86	65	55
P14	81	85	56,71	24,29	18,00	38,71	65	55
P15	81	87	56,60	24,40	18,00	38,60	65	55
P16	81	90	56,46	24,54	18,00	38,46	65	55
P17	81	185	53,33	27,67	18,00	35,33	65	55
P18	81	191	53,19	27,81	18,00	35,19	65	55
P19	81	200	52,99	28,01	18,00	34,99	65	55
P20	81	201	52,97	28,03	18,00	34,97	65	55
P21	81	209	52,80	28,20	18,00	34,80	65	55
P22	81	220	52,58	28,42	18,00	34,58	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	DL $\alpha$	Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	82,3	240	53,50	28,80	18,00	35,50	65	55
P2	82,3	260	53,15	29,15	18,00	35,15	65	55
P3	82,3	273	52,94	29,36	18,00	34,94	65	55
P4	82,3	280	52,83	29,47	18,00	34,83	65	55
P5	82,3	260	53,15	29,15	18,00	35,15	65	55
P6	82,3	230	53,68	28,62	18,00	35,68	65	55
P7	82,3	220	53,88	28,42	18,00	35,88	65	55
P8	82,3	210	54,08	28,22	18,00	36,08	65	55
P9	82,3	171	54,97	27,33	18,00	36,97	65	55
P10	82,3	150	55,54	26,76	18,00	37,54	65	55
P11	82,3	140	55,84	26,46	18,00	37,84	65	55
P12	82,3	105	57,09	25,21	18,00	39,09	65	55
P13	82,3	82	58,16	24,14	18,00	40,16	65	55
P14	82,3	85	58,01	24,29	18,00	40,01	65	55
P15	82,3	87	57,90	24,40	18,00	39,90	65	55
P16	82,3	90	57,76	24,54	18,00	39,76	65	55
P17	82,3	185	54,63	27,67	18,00	36,63	65	55
P18	82,3	191	54,49	27,81	18,00	36,49	65	55
P19	82,3	200	54,29	28,01	18,00	36,29	65	55
P20	82,3	201	54,27	28,03	18,00	36,27	65	55
P21	82,3	209	54,10	28,20	18,00	36,10	65	55
P22	82,3	220	53,88	28,42	18,00	35,88	65	55

Punto di misura lungo il circuito	Lw	r (metri)	Lp calcolato senza barriere	Attenuazione in base alla distanza	DL $\alpha$	Lp calcolato con barriere	Limite periodo diurno	Limite valore notturno
P1	86	240	57,20	28,80	18,00	39,20	65	55
P2	86	260	56,85	29,15	18,00	38,85	65	55
P3	86	273	56,64	29,36	18,00	38,64	65	55
P4	86	280	56,53	29,47	18,00	38,53	65	55
P5	86	260	56,85	29,15	18,00	38,85	65	55
P6	86	230	57,38	28,62	18,00	39,38	65	55
P7	86	220	57,58	28,42	18,00	39,58	65	55
P8	86	210	57,78	28,22	18,00	39,78	65	55
P9	86	171	58,67	27,33	18,00	40,67	65	55
P10	86	150	59,24	26,76	18,00	41,24	65	55
P11	86	140	59,54	26,46	18,00	41,54	65	55
P12	86	105	60,79	25,21	18,00	42,79	65	55
P13	86	82	61,86	24,14	18,00	43,86	65	55
P14	86	85	61,71	24,29	18,00	43,71	65	55
P15	86	87	61,60	24,40	18,00	43,60	65	55
P16	86	90	61,46	24,54	18,00	43,46	65	55
P17	86	185	58,33	27,67	18,00	40,33	65	55
P18	86	191	58,19	27,81	18,00	40,19	65	55
P19	86	200	57,99	28,01	18,00	39,99	65	55
P20	86	201	57,97	28,03	18,00	39,97	65	55
P21	86	209	57,80	28,20	18,00	39,80	65	55
P22	86	220	57,58	28,42	18,00	39,58	65	55

committente:

**Soc. MUTLEY s.r.l.**

---

elaborazione:

**QUIRICONI PROGETTI s.r.l.**

Società di Ingegneria

---

oggetto:

**"RICHIESTA DI PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI ATTREZZATURE DI INTERESSE PUBBLICO E PRIVATO (PERCORSO DI PARATA AUTO-MOTO E SIMILI) DESTINATA A CIRCOLO ASSOCIATIVO DA ESEGUIRE ALL'INTERNO DELL'AREA SITUATA NEL COMUNE DI PIETRASANTA, LOC.TA' "SALINE" O "PERGOLAIA", VIA UNITA' D'ITALIA."**

"CONVENZIONE AI SENSI DEGLI ARTT. 8 E 25 DELLE NTA DEL 16/02/2021 AI ROGITI DEL NOTAIO A. TUMBIOLO REP. N. 38161 RACC. N. 10327 E TRASCRITTO ALLA CONSERVATORIA DEI RR.II. DI PISA IL 18/02/2021 AL REG. PART. N. 231."

parte di opera:

**PROGETTO IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE REFLUE**

---



## **RELAZIONE TECNICA**

### **1. Premessa**

L'impianto di smaltimento dei reflui civili, oggetto della presente relazione, sarà realizzato per lo scarico proveniente dai servizi igienici e cucina, ubicati all'interno di due immobili con destinazione uno a ristorante ed uno a servizi per il pubblico dell'autodromo.

Le acque reflue sono assimilate alle domestiche e non recapitate in fognatura pubblica, ma saranno disperse nel suolo mediante impianto di sub-irrigazione.

Gli edifici in progetto, uno esistente ed uno di nuova costruzione, sono in un terreno lungo Via Unità d'Italia in loc. Pergolaia nel Comune di Pietrasanta e di proprietà della Soc. Mutley s.r.l..

Là proprietà è censita al N.C.E.U. del Comune di Pietrasanta al Foglio n. 13 mappale n. 270 sub. 5 e mappale n. 1620 sub. 1 ; al N.C.T foglio n. 22 mappali n. 579, n. 28 e n. 1091.

### **2. Approvvigionamento idrico**

L'approvvigionamento idrico avverrà dall'acquedotto pubblico con forniture indipendenti per i due edifici ; allo stato attuale è presente una fornitura che serviva per la ex Canniccia.

### **3. Smaltimento delle acque reflue**

Per ognuno dei due edifici saranno realizzati impianti di raccolta delle acque reflue indipendenti per il trattamento primario delle acque ; i relativi scarichi saranno convogliati in un sistema di trattamento secondario e quindi dispersi nel suolo mediante un impianti sub-irrigazione.

L'impianto di scarico nel suo complesso sarà conforme alla normativa vigente, ovvero :

- D.L.vo n. 152/2006
- L.R. n. 20/2006
- D.P.G.R. Toscana n. 46/R/2008 e s.m.i.
- "Linee guida per il trattamento delle acque reflue domestiche ed assimilate in aree non servite da pubblica fognatura" ARPAT febbraio 2005

Di seguito si riporta la conformazione degli impianti di trattamento primario per i singoli edifici e del trattamento secondario e di sub-irrigazione.

#### **3.1 Trattamento primario ristorante**

Gli scarichi provenienti dal locale cucina saranno convogliati in un degrassatore tricamerale che consente la separazione di oli-grassi e detersivi, successivamente le acque chiarificate sono tradotte in una fossa biologica a tenuta tipo imhoff insieme agli scarichi dei servizi igienici.

Le acque in uscita dalla fossa sono indirizzate verso un il trattamento secondario mediante una condotta in pvc del tipo pesante DN 160 e pendenza 0,5%.

#### **3.2 Trattamento primario paddock**

Gli scarichi prodotti dai servizi igienici saranno convogliati in una fossa biologica a tenuta tipo imhoff.

Le acque in uscita dalla fossa sono indirizzate verso un il trattamento secondario mediante una condotta in pvc del tipo pesante DN 160 e pendenza 0,5%.

### **3.3 Trattamento secondario**

Le condotte di scarico dei due edifici confluiranno in un filtro percolatore anaerobico che consentirà di chiarificare ulteriormente le acque riducendo il carico inquinante per consentirne lo scarico negli strati superficiali del suolo.

In uscita dal filtro sarà installato un pozzetto di cacciata con funzione di prelievo per le verifiche periodiche delle cariche batteriche.

### **3.4 Sub-irrigazione**

La sub-irrigazione sarà realizzata mediante l'impiego di una tubazione disperdente in pvc avente DN 110mm e pendenza 0,5%.

La tubazione sarà posta in una trincea realizzata come indicato al punto 2.4 dell'Allegato 2 al D.P.G.R.T. n.46/R/2008.

### **3.5 Funzionamento**

Di seguito vengono indicate le caratteristiche dei componenti principali dell'impianto di trattamento con particolare riferimento al funzionamento ed alla manutenzione.

#### **DEGRASSATORE**

Il degrassatore agglomera gli ammassi di materiale galleggiante prodotti dalla combinazione oli-grassi e detersivi. Il degrassatore è una vasca di calma nella quale le acque di scarico stazionano per un tempo sufficiente a permettere la separazione dei materiali più leggeri. Date le condizioni di calma che si verificano nella vasca si ottiene anche la separazione di solidi che si depositano sul fondo.

Il degrassatore a tre camere (tricamerale) ha una geometria tale da consentire la creazione, al suo interno, di tre zone successive e comunicanti di separazione dei grassi. La successione di camere separate e comunicanti consente la separazione di grassi progressivamente più difficilmente separabili per gravità.

Nella prima zona avviene la separazione della maggior parte degli inquinanti mentre in quelle seguenti lo strato che tenderà a risiedere in superficie sarà composto da residui galleggianti con maggior peso specifico. Il risultato è l'ottima separazione con effetto sull'effluente che risulta ben chiarificato.

Il degrassatore deve essere utilizzato per il trattamento delle sole acque grigie (lavandini, docce, lavabo, lavatrici, etc...), escludendo le acque nere (WC) che dovranno essere inviate a una fossa biologica.

Le operazioni di controllo e manutenzione sono possibili attraverso il doppio chiusino posto in prossimità della tubazione d'ingresso e d'uscita.

L'efficienza è condizionata da una corretta e regolare manutenzione; è necessario controllare il livello delle sostanze flottanti, che formando una crosta superficiale, potrebbero occludere l'ingresso e/o l'uscita del refluo e l'accumulo di eventuali solidi pesanti sul fondo.

La cadenza degli interventi dipende dal carico di grassi, oli e solidi sedimentati presenti; si consiglia di ispezionare la camera di separazione ogni 1/2 mesi e un intervento di spurgo da aziende specializzate ogni 6/12 mesi per la rimozione della crosta superficiale e dei solidi pesanti depositati sul fondo.

#### **FOSSA BIOLOGICA IMHOFF**

Le Fosse biologiche Imhoff sono utilizzate per chiarificare liquami grezzi provenienti direttamente dagli scarichi di edifici residenziali e/o assimilabili.

Le fosse biologiche Imhoff si utilizzano esclusivamente per una depurazione primaria; per questo motivo gli effluenti delle due fosse biologiche Imhoff saranno convogliati in un filtro percolatore che avrà la funzione di trattamento secondario.

Il manufatto è composto da due comparti: uno superiore di sedimentazione e uno inferiore di accumulo e di digestione anaerobica dei fanghi sedimentati. I solidi sedimentabili presenti nei liquami entrano nel comparto

di sedimentazione superiore e scendono per gravità attraverso apposite aperture comunicanti con il comparto inferiore. Qui le sostanze organiche subiscono una fermentazione anaerobica stabilizzandosi.

Le operazioni di controllo e manutenzione sono possibili attraverso il doppio chiusino posto nella parte centrale del coperchio e in prossimità della tubazione d'uscita.

L'efficienza è condizionata da una corretta e regolare manutenzione; è necessario controllare il livello materiale sedimentato sul fondo, che potrebbe causare un'eccessiva produzione di biogas e di cattivi odori.

La cadenza degli interventi dipende dal carico di sedimentati presenti; si consiglia di ispezionare la camera di separazione ogni 1/2 mesi e un intervento di spurgo da aziende specializzate ogni 6/12 mesi per la rimozione della crosta superficiale e dei solidi pesanti depositati sul fondo.

## FILTRO PERCOLATORE ANAEROBICO

Nel filtro percolatore anaerobico il reattore è completamente sommerso dal liquame, essendo la tubazione di scarico poste ad un livello leggermente inferiore a quello dell'ingresso. I corpi di riempimento in materiale plastico sono disposti alla rinfusa e fungono da supporto alla crescita delle popolazioni batteriche che si sviluppano ricoprendone la superficie con una pellicola continua, detta anche film batterico.

I batteri assimilano la sostanza organica e la degradano progressivamente, che in assenza di ossigeno è caratterizzata da reazioni biochimiche anaerobiche con produzione di biogas (produzione di metano ed H<sub>2</sub>S).

La pellicola cresce progressivamente il proprio spessore in funzione dello sviluppo delle colonie batteriche; periodicamente si distacca e si deposita sul fondo del reattore come fango di consistenza granulare e terrosa. Sul fondo il fango subisce una ulteriore degradazione anaerobica che ne riduce il volume ed il contenuto di sostanza organica.

Le operazioni di controllo e manutenzione sono possibili attraverso il doppio chiusino posto nella parte centrale del coperchio e in prossimità della tubazione d'uscita.

I corpi di riempimento in materiale plastico sono utilizzati nei reattori biologici di sistemi a filtro percolatore sia aerobico che anaerobico, per ottenere letti percolatori a medio/alto carico. I corpi di riempimento sono costituiti da un disco in polipropilene isotattico, con una geometria studiata per ottimizzare la superficie bagnata in rapporto al volume (massima superficie di contatto ottenibile per unità di volume)

Il peso specifico dei corpi di riempimento è notevolmente contenuto rispetto al peso specifico del materiale pietroso tradizionale. Sulla superficie dei corpi di riempimento si verifica la crescita di una pellicola batterica in film che è in grado di nutrirsi della frazione organica dei reflui riducendo le concentrazioni inquinanti ed il carico di BOD<sub>5</sub>.

Il filtro percolatore anaerobico deve essere utilizzato per il trattamento secondario delle sole acque reflue, posto a valle di un degrassatore per il trattamento delle acque grigie e di una fossa biologica per il trattamento delle acque nere.

L'efficienza è condizionata da una corretta e regolare manutenzione; la pellicola biologica in eccesso sulle superficie dei corpi di riempimento si può separa accumulandosi sul fondo, diminuendo l'efficienza del filtro.

La cadenza degli interventi dipende dal carico organico in ingresso proveniente dal trattamento primario; si consiglia di ispezionare il filtro ogni 1/2 mesi e un intervento da aziende specializzate ogni 6/12 mesi per il lavaggio dei corpi di riempimento tramite un forte ed energico lavaggio e aspirando dal fondo il materiale depositato.

## SUB-IRRIGAZIONE

La dispersione negli strati superficiali del terreno (sub-irrigazione) dei reflui civili è un particolare sistema di trattamento e smaltimento dei liquami che può essere adottato qualora non siano disponibili corpi recettori idonei e qualora le caratteristiche del suolo e del sottosuolo non presentino controindicazioni.

Consiste nell'immissione del liquame stesso, tramite apposite tubazioni, direttamente sotto la superficie del terreno ove viene assorbito e gradualmente assimilato e degradato biologicamente in condizioni aerobiche.

Il liquame chiarificato, proveniente dal filtro a percolazione mediante condotta a tenuta, perviene in un pozzetto, anch'esso a tenuta, dotato di sifone di cacciata che serve a garantire una distribuzione uniforme del liquame lungo tutta la condotta disperdente e consente un certo intervallo tra una immissione di liquame e l'altra nella rete di sub-irrigazione, in modo tale da agevolare l'ossigenazione e l'assorbimento del terreno.

La condotta disperdente è realizzata preferibilmente in elementi tubolari continui in PEAD del diametro di 110-125 mm e con fessure, praticate inferiormente e perpendicolarmente all'asse del tubo, distanziate 10 – 20 cm e larghe da 5 a 10 mm. La condotta disperdente deve avere una pendenza compresa fra lo 0.2% e 0.5%.

Essa viene posta in trincea di adeguata profondità, non inferiore a 60 cm e non superiore a 80 cm, con larghezza alla base di almeno 40 cm. Il fondo della trincea per almeno 30 cm è occupato da un letto di pietrisco di tipo lavato della pezzatura 40/70. La condotta disperdente viene collocata al centro del letto di pietrisco.

La parte superiore della massa ghiaiosa prima di essere coperta con il terreno di scavo, deve essere protetta con uno strato di materiale adeguato che impedisca l'intasamento del terreno sovrastante ma nel contempo garantisca l'aerazione del sistema drenante. Materiale particolarmente idoneo allo scopo risulta essere il cosiddetto "tessuto non tessuto".

A lavoro finito la sommità della trincea deve risultare rilevata rispetto al terreno adiacente in modo da evitare la formazione di avvallamenti e quindi di linee di compluvio e penetrazione delle acque meteoriche nella rete drenante.

La condotta disperdente nel caso in progetto sarà del tipo :

1. Ramificata.

Lo sviluppo della condotta deve seguire l'andamento delle curve di livello in modo da non superare le pendenze idonee sopra riportate della condotta disperdente.

Tenendo conto della relazione geologica verranno realizzati, dal fondo della trincea, dei coni drenanti di circa due metri di profondità per raggiungere gli strati sabbiosi.

La stessa trincea sarà ubicata a distanza non inferiore a 1,50 m dai muri perimetrali di fondazione dei fabbricati, salvo altre diverse disposizioni e a distanza di 30 m da pozzi, condotte o serbatoi destinati ad uso potabile.

Nel corso dell'esercizio si dovrà controllare che:

1. non aumentino gli abitanti serviti;
2. il sifone di cacciata funzioni regolarmente;
3. non si verifichino fenomeni di impaludamento superficiale;
4. non vi siano fenomeni di intasamento del terreno disperdente;
5. non si verifichi un progressivo innalzamento della falda.

#### 4. Dimensionamento impianto

Il dimensionamento dell'impianto di trattamento è stato eseguito in funzione del numero di AE dei singoli edifici calcolati secondo la tabella riportata al punto 5 delle Linee guida ARPAT 2005, ovvero :

- n.1 AE ogni cinque posti mensa in ristoranti e trattorie ;
- n.4 AE ogni wc installato per musei, teatri, impianti sportivi ed in genere per tutti gli edifici adibiti ad uso diverso da quelli in precedenza indicati.

RISTORANTE : considerando circa 100 coperti, si ottengono  $100 / 5 = 20\text{AE}$

PADDOCK : nell'edificio saranno presenti n.5 wc, si ottengono  $5 \times 4 = 20\text{AE}$

Il trattamento secondario sarà calcolato per un minimo di **40AE**.

Dalla verifica delle schede tecniche del produttore è possibile rilevare al capacità di ricezione dei singoli componenti in termini di AE dimensionati secondo il D.L. 156/06 e EN 1825-2, ovvero :

- degrassatore : volume utile 850 litri, AE 28
- fossa biologica imhoff : volume utile 3060 litri, AE 30
- filtro percolatore : volume filtro 6250 litri, AE 41.

La linea di sub-irrigazione sarà dimensionata, in funzione delle caratteristiche del terreno, secondo la tabella riportata alla lettera d), punto 2.4 dell'allegato 2 al D.P.G.R.T. n. 46/R/2008, ovvero :

- sabbia sottile con argilla : 5m per AE

La lunghezza minima della linea disperdente dovrà essere

$$5 \times 40 = 200 \text{ m}$$

La linea prevista in progetto avrà una lunghezza di circa 215 m.

In allegato si riportano le schede tecniche dei componenti principali del sistema di trattamento.

Marina di Pietrasanta, 28/12/2021

Il Tecnico  
Dott. Ing. Andrea Quiriconi

---