

PROVINCIA DI MODENA

Viale Martiri della Libertà, 34 - 41100 Modena



C						
B						
A						
-	LUGLIO 2021	Emissione	-	PIAGNANI	PIAGNANI	PIAGNANI
REV.	DATA	EMISSIONE/AGGIORNAMENTO	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Progetto

LICEO STATALE "A. F. FORMIGGINI" SASSUOLO (MO). NUOVA COSTRUZIONE IN SOSTITUZIONE DELL'EDIFICIO ESISTENTE DI VIA BOLOGNA. SECONDO E TERZO STRALCIO

Livello di progettazione

PROGETTO DEFINITIVO

RTP AGGIUDICATARIO
Capogruppo Mandataria

EXUP

EXUP s.r.l.
via S. Pertini, 12 - 06019 Umbertide (PG)
tel. 075 941 58 71 info@exup.it www.exup.it



oice ASSOCIATO

Mandante



Dott. Geol. GIORGIO PIAGNANI
via Vittorio Veneto, 14 - 06083 Bastia Umbra (PG)
tel. 075 372 31 77

COORDINAMENTO E INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Matteo LUCARELLI

RILIEVI E SICUREZZA
Geom. Giacomo PALAZZINI

IMPIANTISTICA, ANTINCENDIO E ACUSTICA
Ing. Michele MAGRINI ALUNNO

ARCHITETTURA E PAESAGGISTICA
Arch. Diego GIUBILEI
Arch. Eugenia CECCHETTI

STRUTTURE E GEOTECNICA
Ing. Emanuele MARCHEGGIANI

IMPIANTISTICA E ANTINCENDIO
Ing. Francesco VITALI

GEOLOGIA E GEOFISICA
Geol. Giorgio PIAGNANI

PROVINCIA DI MODENA
RUP
Ing. Annalisa Vita
Direttore dell'Area Tecnica

Nome file
20064_Impaginazione PD.pln

Commessa
20064

Scala

Elab
d-RE

Oggetto

RELAZIONI
Relazione geologica, di compatibilità idraulica, idrogeologica e di microzonazione sismica di livello 3

Tav

10

1.0 PREMESSA	3
1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
1.2 FINALITA' E METODOLOGIA DI STUDIO	3
1.3 INTERVENTI IN PROGETTO.....	4
1.4 ELABORATI E ALLEGATI.....	5
2.0 STUDIO GEOLOGICO GENERALE	6
2.1 CONTESTO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (§6.2.1 NTC 2018).....	6
2.1.1 Geomorfologia e Geologia di Area Vasta	6
2.1.2 Dati sulla Franosità della Zona	7
2.1.3 Idrogeologia di Area Vasta	7
2.2 GEOMORFOLOGIA, IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA DI AREA RISTRETTA	7
2.2.1 Geomorfologia e Geologia del Sito Progettuale.....	7
2.2.2 Reticolo Idrografico Locale	8
2.2.3 Idrogeologia del sito Progettuale	8
2.2.4 Analisi Cartografia di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.....	8
2.2.5 Analisi Cartografia Servizio Geologico Sismico e dei Suoli	8
2.2.6 Vincoli di Natura Normativa (da PSC).....	8
3.0 MODELLAZIONE GEOLOGICA (§6.2, §6.2.1, §6.12.1 NTC 2018)	9
3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE	9
3.2 PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE CONDOTTE E STANDARD DI RIFERIMENTO	9
3.2.1 Sondaggi a Carotaggio Continuo.....	9
3.2.1.1 Prove in Foro (Standard Penetration Test).....	9
3.2.1.2 Prelievo di Campioni Indisturbati ed Analisi Geotecniche di Laboratorio	10
3.2.3 Saggi con escavatore meccanico	11
3.2.4 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti	11
3.3 SINTESI DELLE ANALISI CONDOTTE.....	12
3.3.1 Modello Geologico e Idrogeologico di Sito per Verifiche Geotecniche	12
3.3.2 Modello Litotecnico di Sito per Verifiche Geotecniche	13
3.4 CONSIDERAZIONI SULLA CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA	15
3.5 ELEMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DI INSTABILITA' E PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO	15
3.5.1 Consigli e Prescrizioni Tecniche	16

4.0 MODELLAZIONE SISMICA	17
4.1 FINALITA' E METODOLOGIA DI STUDIO	17
4.2 CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI	17
4.2.1 Classificazione Sismica	17
4.2.2 Sismicità Storica (Catalogo CPTI15)	17
4.2.3 Sismicità Attuale	19
4.2.4 Strutture e Faglie Sismogenetiche	19
4.2.4.1 Progetto IT.HA.CA.	19
4.2.4.2 Progetto DISS.	20
4.2.5 Scenario Sismico di riferimento	21
4.3 DEFINIZIONE DELL'INPUT SISMICO DI BASE (per studio di MS3 di Livello 3)	22
4.3.1 Coordinate ED50 - WGS84 del Sito Progettuale	22
4.3.2 Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica - V_R	22
4.3.3 Pericolosità Sismica di Base	23
4.4 INDAGINI GEOFISICHE DEDICATE E STANDARD DI RIFERIMENTO	24
4.4.1 Confronto Profili V_S e Profilo V_S di Sito	24
4.4.2 Frequenza di Sito	26
4.5.1 APPROCCIO SEMPLIFICATO	26
4.5.1.1 Calcolo della $V_{S,eq}$ e Categoria di Sottosuolo di Fondazione	26
4.5.1.2 Condizione Topografica	26
4.6 STUDIO DI "MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO "1-2" DEL COMUNE DI SASSUOLO	27
4.7 STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 "AD HOC"	27
4.7.1 Scelta degli Accelerogrammi (Storie Temporal) di INPUT ($T_r=475$ anni)	33
4.7.2. Profilo VS di sito con Parametri Geotecnici di Ingresso	35
4.7.3 Curve di Decadimento Utilizzate	36
4.7.3.1 Argille, Vucetic & Dorby (1991) $PI = 30$	36
4.7.3.2 Media fuso Rollins et Al. (1998)	36
4.8 RISULTATI ANALISI "RSL 1D" $T_r = 475$ anni	37
4.8.1 Elaborazione	37
4.8.2 Funzione di Amplificazione Spettrale (FAS)	38
4.8.3 Profilo Peak Ground Acceleration (pga)	38
4.8.4 Spettro medio di INPUT e OUTPUT (dati tabellari)	39
4.8.5 Spettri medi di INPUT e OUTPUT (grafico)	44
4.8.6 Calcolo dei Fattori di Amplificazione	45
4.8.7 Considerazioni sull'Utilizzo dell'Approccio Semplificato Per la Progettazione Sismica delle Strutture	45
5.0 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	46
6.0 CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI	47

1.0 PREMESSA

Su richiesta e committenza della **Provincia di Modena**, è stata redatta la presente **RELAZIONE GEOLOGICA, DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA, IDROGEOLOGICA E DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3**, per il progetto di:

"LICEO STATALE "A.F. FORMIGGINI"
NUOVA COSTRUZIONE IN SOSTITUZIONE DELL'EDIFICIO ESISTENTE IN VIA BOLOGNA
SECONDO E TERZO STRALCIO

da realizzare nel Comune di Sassuolo (MO), loc. Sassuolo, Piazza Falcone e Borsellino, su area censita al vigente Catasto al Foglio n. 39, particella n. 247 e 249. Inoltre le particelle 177-197-202-204-247-248-249 saranno interessate da Nuovo Piano Particolareggiato per fini edificatori; il tutto come meglio identificato nelle allegate **TAVOLA 4** e **TAVOLA 5**.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente è redatta in conformità a quanto previsto da:

- Circ. LL. PP. 24-09-1988,
- DPR 380/01 smi,
- Eurocodice 8 (1998), Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture,
- Eurocodice 7 (1997-2002), Progettazione geotecnica,
- O.P.C.M. 3274/2003 smi,
- O.P.C.M. 3519/2006,
- NTC 2018 (DM 22/02/2018) e relativa circolare MIT 7/2019,
- L.R Emilia Romagna 19/2008,
- L.R. Emilia Romagna n. 24/2017 smi,
- DGR Emilia Romagna 2445/2018 smi,
- DGR Emilia Romagna 630/2019 smi,
- DGR Emilia Romagna 476/2021 smi,
- DGR Emilia Romagna 564/2021.

1.2 FINALITÀ E METODOLOGIA DI STUDIO

Il presente studio si prefigge di riconoscere:

- a piccola scala (AREA VASTA), gli eventuali processi geomorfologici, idrogeologici, idraulici e sismici che possono interessare il sito progettuale ed interferire con la stabilità generale dell'area, nello stato attuale e futuro, sulla base di dati bibliografici e cartografie tematiche di pianificazione territoriale esistenti;
- a grande scala (AREA RISTRETTA), il modello geologico, litotecnico, idrogeologico e sismico specifico di sito mediante campagna di indagine geognostica e geofisica dedicata.

Siccome è previsto in progetto l'ampliamento di un edificio scolastico (Edificio rilevante, a cui è attribuita Classe d'USO 3 come da §2.4.2 NTC) visti:

- l'Allegato A della L.R 24/2017,

- la D.G.R. 564/2021 smi,

sarà eseguito anche uno studio di RSL monodimensionale (piana alluvionale) con $T_r = 475$ anni dell'evento sismico in modo da poter produrre tutti i parametri di amplificazione in termini di:

- $FPGA = PGA/PGA_0$, dove PGA_0 è l'accelerazione massima orizzontale a periodo $T=0$ al suolo di riferimento e PGA è l'accelerazione massima orizzontale a periodo $T=0$ alla superficie del sito;
- $FA = SA/SA_0$, dove SA_0 è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento e SA è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito per prefissati intervalli di periodi T :

- SA1 per $0,1s \leq T \leq 0,5s$
- SA2 per $0,4s \leq T \leq 0,8s$
- SA3 per $0,7s \leq T \leq 1,1s$
- SA4 per $0,5s \leq T \leq 1,5s$;

$$SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$$

- $FH = SI/SI_0$, dove SI_0 è l'integrale dello spettro di risposta in velocità (Intensità di Housner) al suolo di riferimento e SI l'integrale dello spettro di risposta in velocità (o corrispondente grandezza di Intensità di Housner) alla superficie del sito per prefissati intervalli di periodi T :

- SI1 per $0,1s \leq T \leq 0,5s$
- SI2 per $0,5s \leq T \leq 1,0s$
- SI3 per $0,5s \leq T \leq 1,5s$;

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$$

- H_{SM} (Naso et al., 2019¹), parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s^2), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASI_{UHS}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1s \leq T \leq 0,5s$ diviso per ΔT (in questo caso $0,4s$), e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

I valori di $ASI_{UHS}/\Delta T$, calcolati per ogni punto della griglia INGV, sono riportati nel file *PSbaseRER.kmz* disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

1.3 INTERVENTI IN PROGETTO

Il progetto prevede l'approvazione del nuovo piano particolareggiato, oltre che alla progettazione definitiva dell'ampliamento dell'edificio scolastico (Edificio rilevate, Classe d'Uso 3) mediante realizzazione del secondo e terzo stralcio; il tutto come riportato e consultabili a titolo esemplificativo nelle allegate **TAVOLA 4** e **TAVOLA 5**.

¹ Naso G., Martelli L., Baglione M., Bramerini F., Castenetto S., D'Intinosante V., Ercolessi G. (2019): *Maps for land management: from geology to seismic hazard*. Boll. Geof. Teor. Appl., Vol. 60, DOI 10.4430/bgta0263

1.4 ELABORATI E ALLEGATI

Si allegano alla presente relazione:

TAVOLE DI PROGETTO

INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO GENERALE

- TAVOLA 1** IGM scala 1:25.000 (Foglio n. 86 I SO - Sassuolo)
- TAVOLA 2** CTR scala 1:10.000 (Sezione 219060)
- TAVOLA 3** Aerofotogramma scala 1:5.000
- TAVOLA 4** Planimetria Catastale scala 1:2.000 (Foglio n. 39 – Particella n. 249)

INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO PROGETTUALE (ELABORATI FORNITI DAL PROGETTISTA ARCHITETTONICO)

- TAVOLA 5** Planimetria generale con inquadramento degli interventi in progetto, scala 1:1.000

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

- TAVOLA 6** Carta Litomorfologica da P.S.C. Tav 1.1c, scala 1:10.000

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

- TAVOLA 7** Analisi ambientale da P.S.C. Tav 1, scala 1:10.000

VINCOLI GEOTEMATICI NORMATIVI (SERVIZIO GEOLOGICO E P.G.R.A.)

- TAVOLA 8** Carta Inventario delle frane Emilia Romagna, Tav 2 scala 1:10.000
- TAVOLA 9** Estratto A: Mappe di Pericolosità, Reticolo naturale principale e secondario scala 1:25.000
Estratto B: Mappe di Pericolosità, Reticolo secondario di pianura scala 1:25.000
- TAVOLA 10** Estratto A: Mappe di Rischio, Reticolo naturale principale e secondario scala 1:25.000
Estratto B: Mappe di Rischio, Reticolo secondario di pianura scala 1:25.000

VINCOLI GEOTEMATICI NORMATIVI DA P.S.C. COMUNE DI SASSUOLO

- TAVOLA 11** Tutele e vincoli di natura ambientale Tav 2., scala 1:5.000

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (I LIVELLO)

- TAVOLA 12** Aree suscettibili di effetti locali Tav 5.1c, scala 1:5.000

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (II LIVELLO)

- TAVOLA 13** Estratto A: Carta del fattore di amplificazione FA, scala 1:10.000
Estratto B: Carta del fattore di amplificazione FV, scala 1:10.000
Estratto C: Carta del fattore di amplificazione FA-PGA, scala 1:10.000
Estratto D: Carta del fattore di amplificazione FA 0.1/0.5 scala 1:10.000
Estratto B: Carta del fattore di amplificazione FA 0.5/1.0 scala 1:10.000

CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

- TAVOLA 14** Planimetria generale con ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche dedicate, scala 1:1.000

MODELLO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E LITOTECNICO DI SITO

- TAVOLA 15** Sezione geologica, idrogeologica e litotecnica schematica stato progetto "A-A", scala 1:200

ALLEGATI DI PROGETTO

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

- Allegato 1:** Stratigrafie sondaggi
- Allegato 2:** Certificati analisi geotecniche di laboratorio di laboratorio
- Allegato 3:** Elaborazioni prove SPT in foro
- Allegato 4:** Certificati prove penetrometriche dinamiche
- Allegato 5:** Elaborazioni prove penetrometriche dinamiche

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

- Allegato 6:** Indagine attiva multicanale in foro DOWN-HOLE (DH1)
Indagini passive a stazione singola con tecnica dei rapporti spettrali HVSR
Indagine passiva multicanale con tecnica ESAC

2.0 STUDIO GEOLOGICO GENERALE

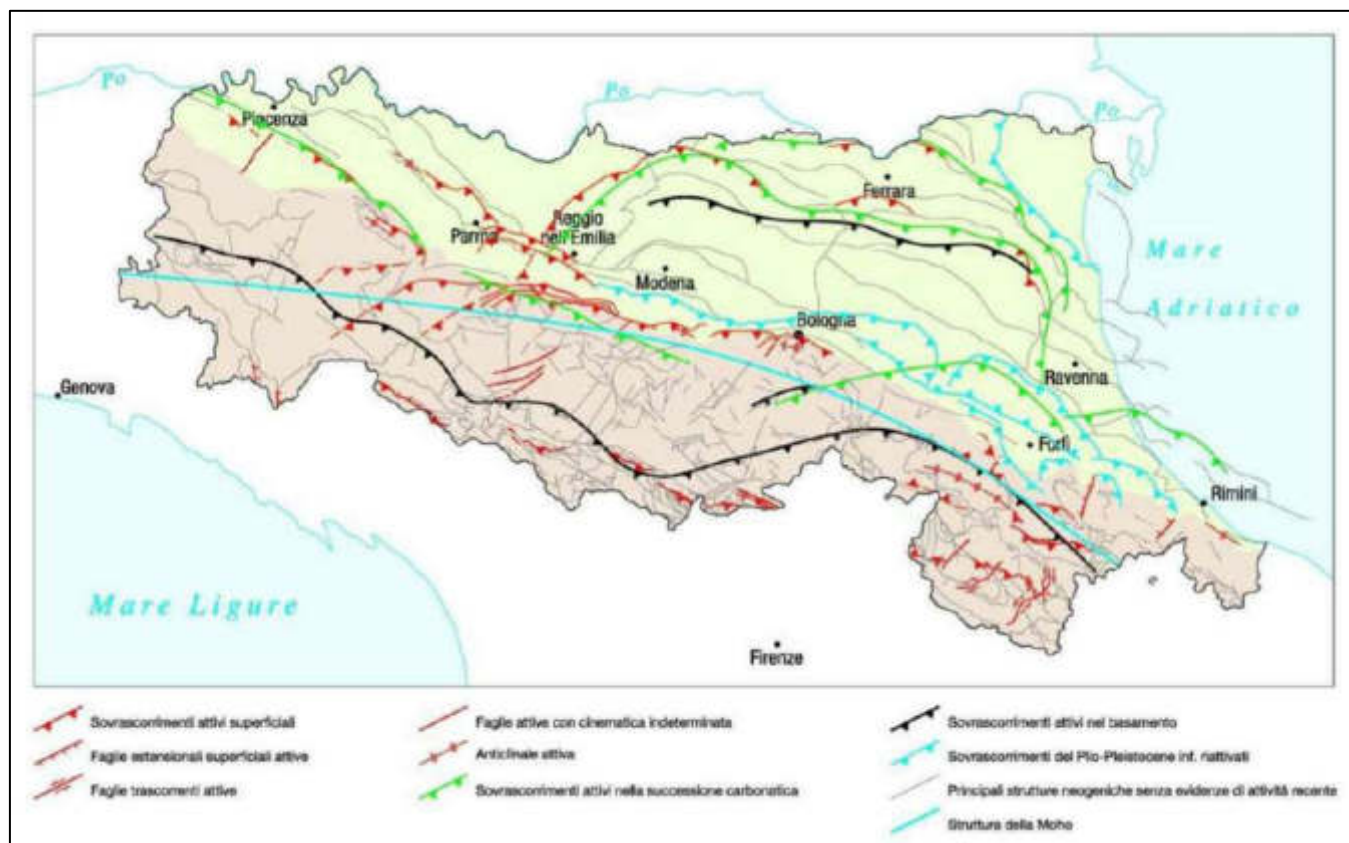
2.1 CONTESTO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (§6.2.1 NTC 2018)

2.1.1 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DI AREA VASTA

L'area in studio si colloca a S del centro abitato di Sassuolo, all'interno della valle alluvionale del Fiume Secchia.

Il territorio fa parte della zona settentrionale dell'Appennino, questo tratto della catena è delimitato a N dal lineamento tettonico Sestri-Voltaggio e a S dalla linea Ancona-Anzio. Entrambe le lineazioni tettoniche hanno una forte componente trascorrente.

L'Appennino settentrionale è una catena a thrust facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Eurasiatica. La formazione della catena dell'Appennino settentrionale è iniziata a partire dall'Oligocene superiore attraverso un processo di deformazione in cui si possono distinguere due fasi: nella prima, che si sviluppa dall'Oligocene sup. al Pliocene inf., viene definita la strutturazione dell'arco dell'Appennino Settentrionale, mentre nel secondo stadio (a partire dal Pliocene medio), viene coinvolto il settore esterno della catena, con un cambiamento delle caratteristiche litologiche dei sedimenti ora tipici degli ambienti di avanfossa. Il successivo ritiro delle acque dal golfo padano è avvenuto con movimenti alterni che, uniti ai movimenti tettonici, hanno determinato il sollevamento della catena appenninica e la subsidenza della pianura, dando così origine alla struttura geologica attuale che si rinviene nella zona pedecollinare e nella Pianura Padana (*si veda la figura sottostante*²).



Il margine dell'Appennino è stato gradualmente coperto dalle alluvioni dei corsi d'acqua che nascondono in profondità una struttura geologica di importanza regionale denominata "faglia flessura di Sassuolo" (da Gasperi et alii). Il territorio del Comune di Sassuolo si può dividere dal punto di vista litologico e morfologico in due parti distinte: a NW, l'alta pianura, mentre a SE, la

² Attività neotettonica in Emilia-Romagna (da: "Note illustrative – Carta Sismotettonica della Emilia-Romagna" - Servizio Geologico Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna - 2004)

valle del Fiume Secchia. L'Alta Pianura Modenese si sviluppa al margine dell'Appennino Settentrionale, caratterizzato dall'affioramento di successioni argillose plio-pleistoceniche che fungono, insieme alle altre formazioni marine, da basamento per le alluvioni del Fiume Secchia ed in parte minore degli altri torrenti e rii, che formano la pianura e l'acquifero principale.

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame ricade nell'ambito della conoide del Fiume Secchia nella fascia pedecollinare modenese. Ad E del fiume è possibile individuare depositi terrazzati di origine fluviale mentre nell'area S del comune sono presenti le morfologie tipiche della zona collinare pedemontana costituita da depositi prevalentemente argillosi che in condizioni particolari evolvono fino ad originare morfotipi calanchivi.

La genesi dei terrazzi alluvionali della conoide del Fiume Secchia, sono legate all'evoluzione del corso d'acqua nel tempo, dislivelli topografici presenti ai lati del corso d'acqua evidenziano le variazioni del profilo d'equilibrio.

2.1.2 DATI SULLA FRANOSITÀ DELLA ZONA

L'area entro cui ricade il sito progettuale non risulta essere interessata da frane inattive e/o relitte, quiescenti e/o attive; il tutto come visibile in **TAVOLA 6** e **TAVOLA 8**.

2.1.3 IDROGEOLOGIA DI AREA VASTA

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio del Comune di Sassuolo è caratterizzato da una rete drenante con sviluppo SO- NE che scende dal margine collinare e che sviluppa un buon deflusso delle acque superficiali.

Il corpo idrico più importante è il Fiume Secchia che scorre ad ovest del territorio comunale e che influenza notevolmente sia il chimismo che la quantità di acqua delle falde idriche sotterranee.

I depositi del Fiume Secchia hanno dato origine alla conoide alluvionale, con apice a Sassuolo, che si estende a ventaglio fino all'altezza di Modena. Il materiale di deposito è costituito da materiale grossolano a monte mentre, procedendo verso valle, si rinvencono depositi sempre più fini (sabbie, limi, argille) a causa della perdita progressiva di energia da parte del Fiume.

Il substrato è costituito dai sedimenti marini, terreni argillosi plio-pleistocenici, su cui poggiano i sedimenti alluvionali più recenti costituenti la pianura. L'ampiezza dei depositi alluvionali è da ricollegarsi al continuo divagare nel tempo del corso d'acqua.

Nel Comune di Sassuolo, la soggiacenza della falda idrica sotterranea si colloca a diverse profondità, in funzione della presenza del substrato marino, che a N è molto profondo, mentre a sud, nella fascia adiacente al Fiume Secchia, si rinviene intorno ai 2.50-10 metri di profondità dal piano di campagna.

2.2 GEOMORFOLOGIA, IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA DI AREA RISTRETTA

2.2.1 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DEL SITO PROGETTUALE

Come visibile in **TAVOLA 1**, **TAVOLA 2** e **TAVOLA 3** il sedime di progetto si colloca nella SW della città di Sassuolo, in destra idrografica della valle del F. Secchia, su area pianeggiante. Il sito d'indagine è ubicato alla quota di 126-128 m s.l.m.

L'area, mostra una blanda pendenza verso NW con pendenze che si aggirano intorno al 1-2%.

I terreni di sedime dell'edificio in esame (**TAVOLA 6**) sono rappresentati in superficie dall' **Unità di Modena (Pleistocene–Olocene)**: si tratta di depositi argilloso-limosi in superficie (LIVELLO GEOLOGICO "2" con spessori massimi di 1.0-2.0 m) e ghiaioso-sabbiosi in profondità (LIVELLO GEOLOGICO "3", di spessore massimo pari a 3.50-5.50 m), riferibili a terrazzo alluvionale. Al tetto si hanno suoli con basso grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, e colorazione grigio-giallastro o bruno grigiastro (LIVELLO "1"). I terreni alluvionali poggiano direttamente, per contatto discordante sulla formazione delle Argille Azzurre (*Pliocene-Pleistocene*), costituita da argille, argille marnose, marne argillose e siltose grigio-azzurre con potenza di alcune centinaia di metri (LIVELLO "4").

2.2.2 RETICOLO IDROGRAFICO LOCALE

L'elemento idrografico più significativo della zona è il F. Secchia, affluente in destra idrografica del F. Po', che si sviluppa nel tratto in esame in direzione SO-NE. Il sito in esame dista dall'argine del F. Secchia circa 960 m, l'alveo smembrato, con barre e isole caratterizzano l'andamento di un ambiente fluviale di bassa energia. L'area in esame, non risulta attraversata da fossi e/o incisioni naturali, il reticolo minore secondario è costituito per lo più da scoline e fossetti di origine antropica oltre che dal Canale di Modena che delimita il lato SE dell'area (**TAVOLA 2, TAVOLA 4**).

2.2.3 IDROGEOLOGIA DEL SITO PROGETTUALE

Dalle indagini eseguite è stata rilevata la presenza di falda idrica freatica superficiale con piezometrica posta tra m 2.20-2.80 dal p.c. attuale; la falda satura quasi completamente il livello ghiaioso sabbioso presente tra le profondità variabili di m 1.80-8.50 dal p.c.; il tutto come meglio identificato in **TAVOLA 15**.

2.2.4 ANALISI CARTOGRAFIA DI PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

L'analisi delle mappe dedicate alla pericolosità e al rischio idraulico (reticolo principale e secondario di pianura) evidenzia che il sito progettuale **risulta esterno** alle aree soggette a pericolo/rischio idraulico per esondazioni e/o allagamenti; il tutto come meglio identificato nelle cartografie tematiche con estratti consultabili in **TAVOLA 9** e **TAVOLA 10**.

2.2.5 ANALISI CARTOGRAFIA SERVIZIO GEOLOGICO SISMICO E DEI SUOLI

L'analisi della Carta Inventario delle Frane dell'Emilia Romagna (**TAVOLA 8**), evidenzia che il sito progettuale **risulta esente** da rischio geomorfologico per presenza di frane attive, quiescenti e/o relitte.

2.2.6 VINCOLI DI NATURA NORMATIVA (DA PSC)

Come visibile negli elaborati tematici riportati in allegato (estratto "TAVOLA 2.c Tutele e Vincoli di natura ambientale del PSC Comune di Sassuolo", consultabile nell'allegata **TAVOLA 11**) l'area ricade in:

- **zona di protezione delle acque sotterranee, Settore A (Area di ricarica diretta della falda).** Per tali zone valgono tutte le disposizioni di cui all'*art. 17 delle Norme del PSC di Sassuolo; in particolare al comma 6, lett. g)* si prescrive che la realizzazione di fondazioni profonde a contatto con il tetto delle ghiaie è soggetta alle disposizioni seguenti:
 - 1) prevedere sistemi di isolamento/confinamento della perforazione e del successivo manufatto, rispetto al tetto delle ghiaie e a tutta la lunghezza della perforazione, da valutare caso per caso;
 - 2) divieto di utilizzo di additivi contenenti sostanze pericolose durante le operazioni di perforazione;
 - 3) nella fase di cantiere per la realizzazione di vani interrati che raggiungano il tetto delle ghiaie, al fine di non creare vie preferenziali di possibile contaminazione della falda, occorre prevedere sistemi separati per il drenaggio delle acque di dilavamento delle superfici esterne (che possono contenere sostanze inquinanti), rispetto a quelle sotterranee di risalita (incontaminate); è obbligatorio smaltire le prime in acqua superficiale, previa opportuna depurazione, o attraverso recapito nel sistema di drenaggio urbano, mentre per le acque di risalita è preferibile lo smaltimento in acqua superficiale;
- zona non assoggettata a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

3.0 MODELLAZIONE GEOLOGICA (§6.2, §6.2.1, §6.12.1 NTC 2018)

3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il modello geologico, idrogeologico e litotecnico di sito è stato definito tramite analisi dei risultati ottenuti dalla campagna d'indagine geognostica dedicata realizzata nel Giugno 2021. I dati hanno permesso:

- il riconoscimento e la caratterizzazione litostratigrafica e litotecnica dei terreni interessati sia dai piani fondali di progetto che dal volume geologico significativo per fini geotecnici,
- l'evidenza di possibili criticità locali di natura geologica-geomorfologica-idrogeologica.

3.2 PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE CONDOTTE E STANDARD DI RIFERIMENTO

La tabella sottostante riporta le indagini geognostiche eseguite per la caratterizzazione litologica, litostratigrafica e litotecnica dei terreni.

INDAGINI GEOGNOSTICHE DEDICATE (Ditta PROVE PENETROMETRICHE S.r.l.)					
TIPO INDAGINE	SIGLA	PROFONDITÀ da p.c. (m)	Prove in foro SPT e profondità da p.c. (m)		Prelievo Campioni e profondità da p.c. (m)
SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	S1-DH1	0.00 - 33.00	S1DH1-SPT1 S1DH1-SPT2 S1DH1-SPT3	3.50-3.68 5.50-5.95 9.40-9.85	S1DH1-C1 S1DH1-C1 1.80-2.20 7,60-8,00
	S2-Pz1	0.00 - 20.00	S2PZ2-SPT1 S2PZ2-SPT2 S2PZ2-SPT3	2.35-2.80 2.80-3.25 6.00-6-35	S2Pz1-C1 S2Pz1-C2 S2Pz1-C3 1,60-2,00 3,00-3,20 9,40-9,80
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPERPESANTI "DPSH"	DIN1 DIN2 DIN3 DIN4	0.00 - 7.20 0.00 - 8.60 0.00 - 9.00 0.00 - 8.60			
SAGGI GEOGNOSTICI CON ESCAVATORE MECCANICO	Sa1 Sa2 Sa3 Sa4	0.00 - 3.00 0.00 - 3.00 0.00 - 3.00 0.00 - 3.00			

3.2.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Sono stati eseguiti n. 2 sondaggi denominati:

- **S1-DH1** (profondità massima raggiunta 33.00 m dal p.c.),
- **S2-Pz1** (profondità massima raggiunta 20.0 m dal p.c.).

L'ubicazione dei punti di perforazione è riportata in **TAVOLA 14**. Le caratteristiche litostratigrafiche di dettaglio rilevate durante l'esecuzione dei sondaggi, sono consultabili in **ALLEGATO 1**.

Il foro del sondaggio **S1-DH1** è stato condizionato con tubo in PVC per poter effettuare un'indagine geofisica attiva multicanale in foro "Down-Hole" mentre il foro del sondaggio **S2-Pz2** è stato condizionato con tubo in PVC fenestrato per poter eseguire il monitoraggio della piezometrica.

3.2.1.1 Prove in Foro (Standard Penetration Test)

Al fine di poter parametrizzare a livello litotecnico i terreni incontrati, durante le perforazioni sono state eseguite anche delle prove in foro Standard Penetration Test (SPT). La prova SPT consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

Essa consiste nel far cadere un maglio del peso di 63.5 kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore di dimensioni standard (campionatore Raymond). Il numero dei colpi ($N_2 + N_3$) necessario per una penetrazione del campionatore pari a 300 mm (dopo l'eventuale penetrazione quasi statica per gravità e dopo 150 mm di infissione dinamica per il posizionamento N_1) è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione (N_{SPT}).

Le elaborazioni dei valori N_{SPT} rilevati per ciascuna prova, eseguite in funzione della natura e granulometria dei terreni presenti, sono state effettuate con l'ausilio del software della ditta **GEOSTRU Dynamic Probing** e consultabili in **ALLEGATO 3**.

MODALITA' ESECUZIONE PROVE SPT		
Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63.5	kg
Altezza di caduta libera	0.76	cm
Peso sistema di battuta	4.2	kg
Diametro punta conica	50.46	mm
Area di base punta	20	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	7	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80	m
Avanzamento punta ($N_1+N_2+N_3$)	0.45	m
Numero colpi per punta	N(30)	$N_2 + N_3$
Coeff. Correlazione	1	
Rivestimento/fanghi	NO	

Le caratteristiche delle prove in foro effettuate sono riportate nella nella tabella sottostante.

SPT IN FORO						
Campagna geognostica	Sondaggio	Sigla prova SPT	Profondità (m da p.c.)	Tipo punta	Valori SPT ($N_1-N_2-N_3$)	LIVELLO LITOSTRATIGRAFICO
DEDICATA	S1-DH1	SPT1	3.50-3.68	chiusa	18/12/R (8cm)	3 - Ghiaie sabbiose
		SPT2	5.50-5.95	chiusa	11/19/34	3 - Ghiaie sabbiose
		SPT3	9.40-9.85	chiusa	16/30/27	2 - Argille con limo (?)
	S2-Pz2	SPT1	2.35-2.80	chiusa	21/28/36	3 - Ghiaie sabbiose
		SPT2	2.80-3.25	chiusa	26/16/14	3 - Ghiaie sabbiose
		SPT3	6.00-6.35	chiusa	28/4/ R(20 cm)	4 - Argille azzurre

3.2.1.2 Prelievo di Campioni Indisturbati ed Analisi Geotecniche di Laboratorio

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati inoltre prelevati campioni di terreno e roccia per determinarne:

- le proprietà indice,
- i fusi granulometrici,
- le caratteristiche geomeccaniche e di deformabilità,

mediante successiva esecuzione di analisi geotecniche di laboratorio.

La tabella riassuntiva a pagina seguente riporta le caratteristiche tecniche dei campioni prelevati oltre alle specifiche analisi condotte per ciascun campione.

SONDAGGIO	CAMPIONE (e tipologia)	CONTENITORE CAMPIONE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	CLASSE DI QUALITÀ	UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA		ANALISI GEOTECNICHE ESEGUITE							
							peso di volume naturale norma BS 1377-1975 TEST 15	contenuto naturale in acqua norma ASTM D 2216	analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione Norma ASTM D 421	Limiti di Atterberg Norma ASTM D 4318/18	Espansione Laterale Libera ASTM D 2850	prove di taglio diretto CD norma ASTM D 2166-16	Prove edometriche Norma ASTM D 2435	Peso specifico dei grani Norma ASTM D 854-14
S1-DH1	C1	I	1.95-2.30	Q5	2 -	Argille con limo	-	-	X	X	X	X	X	X
	C2	I	7.65-8.00	Q5	4-	Argille azzurre	-	-	X	X	X	X	-	X
S2-Pz1	C1	I	1.57-1.90	Q4	2 -	Argille con limo	X	-	X	X	-	-	-	X
	C2	S	3.00-3.30	Q1	3-	Ghiaie sabbiose		X	X	-	-	-	-	
	C3	I	9.40-9.80	Q5	4-	Argille azzurre	-	-	X	X	X	X	X	X

TIPOLOGIA CAMPIONE	I	INDISTURBATO
	R	RIMANEGGIATO
CONTENITORE CAMPIONE	I	FUSTELLA ACCIAIO INOX
	S	SACCHETTO PLASTICA

Caratteristiche geotecniche determinabili	Grado di qualità				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
a) Profilo stratigrafico	X	X	X	X	X
b) Composizione granulometrica		X	X	X	X
c) Contenuto d'acqua naturale			X	X	X
d) Peso dell'unità di volume				X	X
e) Caratteristiche meccaniche					X
Classificazione geotecnica del campione	Disturbato e rimaneggiato			A disturbo limitato	

3.2.3 SAGGI CON ESCAVATORE MECCANICO

Per rilevare direttamente le caratteristiche litologiche dei terreni superficiali presenti (entro 3.00 m dal p.c. attuale) ed eseguire campionamenti ambientali dei terreni oggetto di successivo scavo per la posa delle opere fondali dell'ampliamento in progetto, sono stati anche eseguiti n. 4 saggi con escavatore meccanico, denominati **Sa1**, **Sa2**, **Sa3** e **Sa4**. Tutti i saggi hanno restituito la seguente successione stratigrafica:

- 0.00 – 0.50 m dal p.c.: Terreno areato organico di colore bruno-nocciola
- 0.50 – 2.20 m dal p.c.: Limo argilloso nocciola umido con sostanza organica vegetale
- 2.20 – 3.00 m dal p.c.: Ghiaie in matrice limo sabbiosa di colore grigio nocciola

3.2.4 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPERPESANTI

Per correlare i dati stratigrafici e litotecnici acquisiti con le indagini dirette, sono state eseguite anche n.4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti "DPSH", mediante utilizzo di penetrometro semovente su cingoli PAGANI mod. TG 63 kN, denominate **DIN1**, **DIN2**, **DIN3** e **DIN4**.

In **ALLEGATO 4** sono consultabili:

- i certificati e diagrammi grafici relativi ai dati acquisiti in campagna (ed elaborati),
- la documentazione fotografica di ogni singolo posizionamento.

In **ALLEGATO 5** sono consultabili:

- le elaborazioni per la stima delle caratteristiche litostratigrafiche, fisico-meccaniche, di resistenza e deformabilità dei terreni.

3.3 SINTESI DELLE ANALISI CONDOTTE

3.3.1 MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DI SITO PER VERIFICHE GEOTECNICHE

Il modello geologico specifico di sito per fini geotecnici è visibile in **TAVOLA 15**, dove è riportata la **sezione geologica, idrogeologica e litotecnica schematica “A-A”** schematica di progetto. Nell’ambito del sito in studio, le indagini geognostiche eseguite hanno permesso il riconoscimento, di un unico LIVELLO GEOLOGICO.

MODELLO GEOLOGICO DI SITO													
TIPO DEPOSITO e/o FORMAZIONE	LIVELLI GEOLOGICI	DESCRIZIONE LITOLOGICA	COMPORTAMENTO LITOTECNICO	INDAGINI DEDICATE									
				S1-DH1	S2-Pz1	Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	DIN1	DIN2	DIN3	DIN4
TERRENO VEGETALE	LIVELLO "1"	limo argilloso in stato decompresso, di colore bruno-nocciola. LIVELLO NON IDONEO COME BASE FONDALE.	INCOERENTE	0.00-0.40	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.80	0.00-0.60	0.00-0.80	0.00-1.00
DEPOSITI TERRAZZATI ALLUVIONALI Unità di Modena (AES8a) (Pleistocene-Olocene)	LIVELLO "2"	Argilla con limo (e/o limi con argilla) debolmente sabbiosa di colore grigio nocciola, da mediamente ad altamente plastica, da poco consistenti a mediamente consistenti, compressibili, sature alla base e con tracce di materia organica	INCOERENTE COESIVO	0.40-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.80-2.20	0.60-2.40	0.80-1.80	1.00-2.40
	LIVELLO "3"	Ghiaia eterometrica (2 cm < Ø < 6 cm) con rari ciottoli, subarrotondata o arrotondata poligenica (clasti di arenaria, serpentinite, calcarenite) matrice sostenuta di natura prevalentemente sabbiosa, da mediamente a fortemente addensata, satura sotto a m 2.20-2.40 m dal p.c. attuale. Per brevi tratti la matrice limoso-sabbiosa è prevalente con colorazione grigio-nocciola.	INCOERENTE	2.20-6.60	2.20-8.50	2.20-3.00*	2.20-3.00*	2.20-3.00*	2.20-3.00*	2.20-6.40	2.40-5.80	1.80-5.20	2.40-6.20
FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (FAA) (Pliocene-Pleistocene)	LIVELLO "4"	Argilla/argillite siltosa a tratti marnosa, grigia scura e nerastra, fissile e compatta, poco umida o asciutta con inclusi fossili di bivalvi e gasteropodi. In S1 sono stati rinvenuti due sottili livelli litoidi tra le profondità di: - 17.60-17.80 m (calcarenite grigia), - 18.00-18.30 m (marna fratturata grigia)	INCOERENTE COESIVO	6.60-33.00*	8.50-20.00*	-	-	-	-	6.40-7.20*	5.80-8.60*	5.20-9.00*	6.00-8.60*
DIN(n) - Prova penetrometrica dinamica superpesante "DPSH"	Sa(n) - saggi geognostici con escavatore	S(N) - Sondaggio geognostico a rotazione	*fine indagine	PROFONDITA' LIVELLI DA P.C. (m)									

3.3.2 MODELLO LITOTECNICO DI SITO PER VERIFICHE GEOTECNICHE

Al livello geologico sopra definito, è riferito medesimo LIVELLO LITOTECNICO, cui sono associabili i sottostanti valori delle caratteristiche fisico-meccaniche, determinate attraverso le indagini e prove in sito ed analisi geotecniche di laboratorio.

MODELLO LITOTECNICO DI SITO																				
LIVELLO "1"	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE E LITOTECNICHE DEI TERRENI			VALORI MINIMI	VALORI MEDI	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO										PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE				
						S1-DH1					S2-Pz1					DIN1	DIN2	DIN3	DIN4	
																				ANALISI GEOTECNICHE
						C1	C2	SPT1	SPT2	SPT3	C1	C2	C3	SPT1	SPT2					SPT3
	Peso di volume	γ	kN/m ³	14.2	14.5	-	-	-	-	-	-	-	-	14.20	14.40	14.20	15.00			
	NSPT	N _{spt}	-	3.0	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	3.02	3.40	3.02	4.83			
Densità relativa	Dr	%	16.7	19.2	-	-	-	-	-	-	-	-	16.69	18.71	16.69	24.72				
Angolo d'attrito drenato	Φ'	°	20.86	21.02	-	-	-	-	-	-	-	-	20.86	20.97	20.86	21.38				
Coesione drenata	c'	kPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Coesione non drenata	Cu	kPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Modulo di Young	Eu-Ey	MPa	2.4	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	2.37	2.67	2.37	3.19				
Modulo edometrico	Ed-Mo	MPa	2.7	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.65	2.77	2.65	3.79				
LIVELLO "2"	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE E LITOTECNICHE DEI TERRENI			VALORI MINIMI	VALORI MEDI	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO										PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE				
						S1-DH1					S2-Pz1					DIN1	DIN2	DIN3	DIN4	
																				ANALISI GEOTECNICHE
						C1	C2	SPT1	SPT2	SPT3	C1	C2	C3	SPT1	SPT2					SPT3
	Peso di volume	γ	kN/m ³	17.8	18.3	17.80	-	-	-	18.90	-	-	-	-	-	-	18.48	18.24	18.14	18.23
	Peso di volume saturo	γ_{sat}	kN/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	NSPT	N _{spt}	-	1.5	3.1	-	-	-	-	-	-	64.00	-	-	-	5.66	2.64	1.51	2.58	
	Contenuto in acqua	W _n	%	38.4	38.4	38.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Limite Liquido	LL	%	45.9	51.8	57.6	-	-	-	45.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Limite Plastico	LP	%	26.0	28.2	30.3	-	-	-	26.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Indice Plastico	IP	%	19.9	22.1	24.3	-	-	-	19.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Indice di Consistenza	IC	-	0.79	0.79	0.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Analisi granulometrica (classificazione UNI)	Ghiaia	%	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Sabbia	%	-	0.8	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Limo	%	-	40.7	40.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Argilla	%	-	58.5	58.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Densità relativa	Dr	%	4	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.22	11.30	3.72	10.66
	Angolo d'attrito drenato	Φ'	°	19.76	22.38	25.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.21	21.29	19.76	21.22
	Coesione drenata	c'	kPa	7.90	7.90	7.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coesione non drenata	Cu	kPa	14.8	22.7	19.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.75	25.89	14.81	25.30
	Modulo di Young	Eu-Ey	MPa	0.3	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.38	0.98	0.30	0.91
	Modulo edometrico _(400-200kPa)	Ed-Mo	MPa	1.7	3.5	3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.84	2.82	1.69	2.76

LIVELLO "3"	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE E LITOTECNICHE DEI TERRENI			VALORI MINIMI	VALORI MEDI	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO								PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE					
						S1-DH1					S2-Pz1			DIN1	DIN2	DIN3	DIN4		
						ANALISI GEOTECNICHE		PROVE SPT IN FORO			ANALISI GEOTECNICHE							PROVE SPT IN FORO	
	C1	C2	SPT1	SPT2	SPT3	C1	C2	C3	SPT1	SPT2	SPT3								
	Peso di volume	γ	kN/m³	19.5	19.9	-	-	-	20.38	-	-	-	-	19.71	-	19.47	19.94	19.74	19.98
	Peso di volume saturo	γsat	kN/m³	19.5	19.9	-	-	-	20.38	-	-	-	-	19.71	-	19.47	19.94	19.74	19.98
	NSPT	N _{spt}	-	22.7	30.3	-	-	R	53.00	-	-	-	-	30.00	R	22.73	26.17	23.01	26.79
	NSPT corretto per falda	N _{spt} (corr)	-	18.9	25.2	-	-	-	34.00	-	-	-	-	22.50	-	18.87	26.17	23.01	26.79
	Analisi granulometrica (classificazione UNI)	Ghiaia	%	-	67.70	-	-	-	-	-	67.70	-	-	-	-	-	-	-	-
		Sabbia	%	-	28.90	-	-	-	-	-	28.90	-	-	-	-	-	-	-	-
		Limo	%	-	2.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-
		Argilla	%	-	1.40	-	-	-	-	-	1.40	-	-	-	-	-	-	-	-
	Densità relativa	Dr	%	48	56	-	-	-	72.77	-	-	-	-	60.21	-	48.18	51.19	50.28	51.74
Angolo d'attrito drenato	Φ'	°	32.7	34.6	-	-	-	37.20	-	-	-	-	33.75	-	32.66	34.85	33.90	35.04	
Coesione drenata	c'	kPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coesione non drenata	Cu	kPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Modulo di Young	Eu-Ey	MPa	10.6	17.5	-	-	-	24.03	-	-	-	-	11.77	-	10.63	20.16	18.05	20.49	
Modulo edometrico	Ed-Mo	MPa	14.8	19.9	-	-	-	26.67	-	-	-	-	17.65	-	14.80	20.53	18.64	21.02	

LIVELLO "4"	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE E LITOTECNICHE DEI TERRENI			VALORI MINIMI	VALORI MEDI	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO								PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE						
						S1-DH1					S2-Pz1			DIN1	DIN2	DIN3	DIN4			
						ANALISI GEOTECNICHE		PROVE SPT IN FORO			ANALISI GEOTECNICHE							PROVE SPT IN FORO		
	C1	C2	SPT1	SPT2	SPT3	C1	C2	C3	SPT1	SPT2	SPT3									
	Peso di volume	γ	kN/m³	18.5	19.3	-	19.20	-	-	18.55	-	-	18.50	-	-	-	19.41	19.73	19.65	19.90
	Peso di volume saturo	γsat	kN/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NSPT	N _{spt}	-	21.1	29.1	-	-	-	-	57.00	-	-	-	-	-	-	21.14	22.88	21.62	22.88
	Contenuto in acqua	Wn	%	14.0	15.1	-	16.2	-	-	-	-	-	14.0	-	-	-	-	-	-	-
	Limite Liquido	LL	%	43.2	46.4	-	49.6	-	-	-	-	-	43.2	-	-	-	-	-	-	-
	Limite Plastico	LP	%	26.6	29.3	-	32.0	-	-	-	-	-	26.6	-	-	-	-	-	-	-
	Indice Plastico	IP	%	16.6	17.1	-	17.6	-	-	-	-	-	16.6	-	-	-	-	-	-	-
	Indice di Consistenza	IC	-	1.76	1.83	-	1.9	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-
	Analisi granulometrica (classificazione UNI)	Ghiaia	%	-	0.00	-	0.0	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
		Sabbia	%	-	10.85	-	8.5	-	-	-	-	-	13.2	-	-	-	-	-	-	-
		Limo	%	-	45.80	-	44.7	-	-	-	-	-	46.9	-	-	-	-	-	-	-
		Argilla	%	-	43.35	-	46.8	-	-	-	-	-	39.9	-	-	-	-	-	-	-
	Densità relativa	Dr	%	37	47	-	-	-	-	61.42	-	-	-	-	-	-	42.67	37.45	36.57	54.79
	Angolo d'attrito drenato	Φ'	°	23.8	26.1	-	23.80	-	-	31.90	-	-	27.50	-	-	-	25.16	26.54	26.18	27.64
	Coesione drenata	c'	kPa	29.3	35.4	-	29.30	-	-	-	-	-	41.40	-	-	-	-	-	-	-
Coesione non drenata	Cu	kPa	207.3	342.7	-	481.60	-	-	279.50	-	-	616.65	-	-	-	207.31	224.38	212.02	377.65	
Modulo di Young	Eu-Ey	MPa	20.5	24.4	-	-	-	-	35.50	-	-	-	-	-	-	21.32	23.06	21.80	20.47	
Modulo edometrico(400-200kPa)	Ed-Mo	MPa	21.0	26.5	-	-	-	-	44.72	-	-	26.50	-	-	-	21.84	23.80	22.38	20.99	

	VALORI DA ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO				R	RIFIUTO STRUMENTALE PROVA "SPT" IN FORO					VALORI NON CONSIDERATI IN QUANTO "ANOMALI" e/o POCO CAUTELATIVI			
--	--	--	--	--	---	---	--	--	--	--	---	--	--	--

3.4 CONSIDERAZIONI SULLA CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

La campagna di indagini geognostiche ha permesso di definire, oltre alle caratteristiche litologiche, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni presenti ed interessanti il volume geologico significativo, i **valori minimi e medi** dei parametri litotecnici dei terreni, cosicché il progettista, nell'accettazione del presente **piano di indagine geologica anche per fini geotecnici**, possa pervenire, se reputato completo, esaustivo ed idoneo, ad una **AUTONOMA e RESPONSABILE scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici**.

3.5 ELEMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DI INSTABILITA' E PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO

Le indagini e studi condotti hanno permesso di evidenziare, per lo specifico sito progettuale interessato dalle opere ed interventi in progetto, **le seguenti condizioni FAVOREVOLI per fini edificatori**:

- assenza di processi morfologici di natura gravitativa relitti, inattivi, quiescenti e/o in atto, così come visibile in **TAVOLA 8**;
- posizionamento in zona esterna alle aree soggette a pericolo/rischio idraulico per esondazioni e/o allagamenti di cui al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA Regione Emilia Romagna), così come visibile in **TAVOLA 9 - TAVOLA 10**;
- posizionamento in zona esterna alle aree assoggettate a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923, così come visibile in **TAVOLA 11**.

Le indagini e studi condotti hanno permesso di evidenziare, per lo specifico sito progettuale interessato dalle opere ed interventi in progetto, **le seguenti condizioni SFAVOREVOLI per fini edificatori**:

- presenza di terreno vegetale (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO "1") posto entro le profondità di m 0.40- 1.00 dal p.c. attuale; tale livello NON E' ASSOLUTAMENTE IDONEO COME BASE PER LA REALIZZAZIONE DI EVENTUALI NUOVE OPERE FONDALI DIRETTE (come previsto al **§6.2.4 delle NTC 2018***"Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua"*);
- presenza di terreni a prevalente natura argilloso-limosa (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO "2") da mediamente ad altamente plastici, da poco consistenti a mediamente consistenti, compressibili, posti tra le profondità di m 0.40- 2.40 dal p.c. attuale;
- presenza falda idrica sotto a m 2.20-2.80 dal p.c. dal p.c.;
- posizionamento all'interno della **zona di protezione delle acque sotterranee, Settore A (Area di ricarica diretta della falda)**, come da elaborati del PSC Comunale (**TAVOLA 11**).

3.5.1 CONSIGLI E PRESCRIZIONI TECNICHE

In fase di realizzazione dei nuovi piani fondali di progetto si consiglia e prescrive di verificare che i nuovi piani di appoggio delle opere fondali di progetto (nel caso di opere dirette) sorpassino:

- la coltre vegetale (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO “1”);
- i sottostanti terreni argilloso-limoso da mediamente ad altamente plastici, da poco consistenti a mediamente consistenti e compressibili (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO “2”).

La scelta della tipologia e relativo dimensionamento delle opere fondali di progetto, resta in capo ed esclusiva competenza del Progettista Strutturale e Geotecnico. Allo stesso professionista (e/o al relatore della RELAZIONE GEOTECNICA) compete in via esclusiva la scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno e le verifiche che i valori assunti, siano effettivamente compatibili:

- con i carichi trasmessi dalle strutture da realizzare,
- con i prevedibili cedimenti indotti.

Il tutto come previsto dalle NTC 2018.

A livello idrogeologico, data la collocazione del sito progettuale all'interno della **zona di protezione delle acque sotterranee, Settore A (Area di ricarica diretta della falda)** così come visibile nell'allegata **TAVOLA 11**, dovranno essere rispettate tutte le disposizioni di cui all' *art. 17 delle Norme del PSC di Sassuolo; in particolare al comma 6, lett. g)* si prescrive che la realizzazione di fondazioni profonde a contatto con il tetto delle ghiaie è soggetta alle seguenti disposizioni:

- 1) prevedere sistemi di isolamento/confinamento della perforazione e del successivo manufatto, rispetto al tetto delle ghiaie e a tutta la lunghezza della perforazione, da valutare caso per caso;
- 2) divieto di utilizzo di additivi contenenti sostanze pericolose durante le operazioni di perforazione;
- 3) nella fase di cantiere per la realizzazione di vani interrati che raggiungano il tetto delle ghiaie, al fine di non creare vie preferenziali di possibile contaminazione della falda, occorre prevedere sistemi separati per il drenaggio delle acque di dilavamento delle superfici esterne (che possono contenere sostanze inquinanti), rispetto a quelle sotterranee di risalita (incontaminate); è obbligatorio smaltire le prime in acque superficiali, previa opportuna depurazione, o attraverso recapito nel sistema di drenaggio urbano, mentre per le acque di risalita è preferibile lo smaltimento in acque superficiali.

4.0 MODELLAZIONE SISMICA

4.1 FINALITA' E METODOLOGIA DI STUDIO

La modellazione sismica di sito è finalizzata in questa fase (attuazione del Piano Particolareggiato propedeutico alla realizzazione degli stralci 2-3 interessanti l'ampliamento dell'edificio scolastico esistente, già realizzato con precedente stralcio 1), esclusivamente alla:

- caratterizzazione sismica generale dell'area,
- definizione della pericolosità sismica di base del sito di costruzione,
- definizione dei Fattori di amplificazione sismica locale ottenuti sia dallo studio di MS di Livello 1-2 del Comune di Sassuolo, che da studio di MS3 "ad hoc" (TR a 475 anni), come previsto da:
 - Allegato A L.R 24/2017 (edificio rilevante, Classe d'uso 3),
 - D.G.R. 564/2021 smi.

Il confronto comunque tra spettro medio di output con TR a 475 anni in pseudo-accelerazione (ottenuto con studio di RSL 1D) e spettro di normativa (NTC 2018) da Approccio Semplificato, potrà dare effettive indicazioni sulla bontà o meno di utilizzo dell'approccio semplificato al fine del calcolo dell'azione sismica di progetto (§ 3.2.3 NTC 2018).

4.2 CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI

4.2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

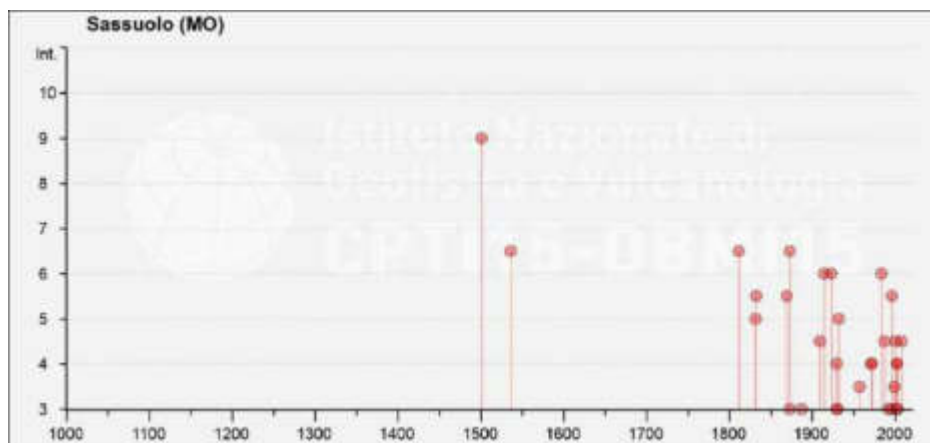
Il territorio comunale di **Sassuolo**, in seno alla riclassificazione sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006), con Delibera Giunta Regionale del 21 Luglio 2003 n. 1435, è stato inserito in **ZONA SISMICA 2 (ZONA CON PERICOLOSITÀ SISMICA MEDIA DOVE POSSONO VERIFICARSI FORTI TERREMOTI)**.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
2	$0,15 \text{ g} < a_g \leq 0,25 \text{ g}$

4.2.2 SISMICITÀ STORICA (CATALOGO CPTI15)

La consultazione del catalogo dei terremoti storici (dal 1349 al 2006) dell'INGV aventi magnitudo **M > 4**, è stata mirata a considerare tutti i sismi che hanno interessato la località in esame.

Il grafico e la tabella di seguito riportati individuano a livello storico gli eventi sismici che hanno interessato il territorio di **Sassuolo**, (periodo di osservazione a 507 anni e valori di Mw > 3.63):



File downloaded from CPTI15-DBMI15 v3.0									
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano									
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)									
Seismic history of	 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia								
PlaceID									
Coordinates (lat, lon)									
Municipality (ISTAT 2015)									
Province									
Region									
No. of earthquakes									
	44								
Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	EpicentralArea	Io	Mw
9	239	1501	6	5	10		Modenese	9	6,05
6-7	300	1536	8	17	0	5	Appennino settentrionale	6-7	5,12
6-7	1020	1811	7	15	22	44	Modenese-Reggiano	6-7	5,13
5	1097	1831	9	11	18	15	Pianura emiliana	7-8	5,48
5-6	1111	1832	3	13	3	30	Reggiano	7-8	5,51
5-6	1335	1869	12	13	2	53	Sassuolo	5	4,57
3	1356	1873	3	12	20	4	Appennino marchigiano	8	5,85
6-7	1358	1873	5	16	19	35	Reggiano	6-7	5,01
3	1524	1887	2	23	5	21	Liguria occidentale	9	6,27
4-5	1976	1909	1	13	0	45	Emilia Romagna orientale	6-7	5,36
NF	1989	1909	8	25	0	22	Crete Senesi	7-8	5,34
NF	2033	1911	2	19	7	18	Forlivese	7	5,26
6	2106	1914	10	27	9	22	Lucchesia	7	5,63
2	2235	1919	6	29	15	6	Mugello	10	6,38
2	2286	1922	8	2	21	13	Frignano	5	4,32
6	2295	1923	6	28	15	12	Modenese	6	5,04
4	2394	1929	4	19	4	16	Bolognese	6-7	5,13
3	2419	1930	5	24	22	2	Appennino tosco-emiliano	5	4,91
3	2431	1930	10	26	7	31	Modenese	4	4,12
5	2463	1932	4	19	0	17	Modenese	4	3,63
3-4	2774	1957	8	27	11	54	Appennino modenese	5	4,73
2	2905	1965	11	9	15	35	Appennino reggiano	5	4,17
4	3038	1971	7	15	1	33	Parmense	8	5,51
4	3059	1972	10	25	21	56	Appennino settentrionale	5	4,87
6	3380	1983	11	9	16	29	Parmense	6-7	5,04
NF	3508	1986	12	6	17	7	Ferrarese	6	4,43
4-5	3520	1987	5	2	20	43	Reggiano	6	4,71
NF	3553	1988	3	15	12	3	Reggiano	6	4,57
3	3682	1992	4	17	11	59	Appennino bolognese	4-5	4,11
1-2	3778	1995	10	10	6	54	Lunigiana	7	4,82
2	3788	1995	12	31	21	29	Appennino reggiano	4-5	4,51
5-6	3815	1996	10	15	9	55	Pianura emiliana	7	5,38
NF	3820	1996	10	26	4	56	Pianura emiliana	5-6	3,94
3	3828	1996	12	16	9	9	Pianura emiliana	5-6	4,06
2-3	3836	1997	5	12	22	13	Pianura emiliana	4-5	3,68
NF	3931	1998	2	21	2	21	Pianura emiliana	5	3,93
3-4	3990	1999	7	7	17	16	Frignano	5	4,67
4-5	4032	2000	6	18	7	42	Pianura emiliana	5-6	4,4
NF	4051	2000	10	3	1	12	Frignano	5	4,22
4	4128	2002	6	8	20	13	Frignano	4	4,23
4	4129	2002	6	18	22	23	Frignano	4	4,3
3	4130	2002	6	19	22	11	Frignano	3	4,03
3	4223	2003	9	14	21	42	Appennino bolognese	6	5,24
4-5	4358	2008	12	23	15	24	Parmense	6-7	5,36

4.2.3 SISMICITÀ ATTUALE

Consultando l'archivio dell'INGV, (Centro Nazionale Terremoti) sono stati selezionati tutti gli eventi sismici a partire dal mese di Ottobre 2006 con valore di magnitudo (ML o MW) > 3. Come di seguito riportato, si può vedere che si son verificati nell'intorno del capoluogo di Sassuolo (entro 30 Km dall'abitato) n. 15 eventi sismici, di cui nessuno con valori di magnitudo > 4.

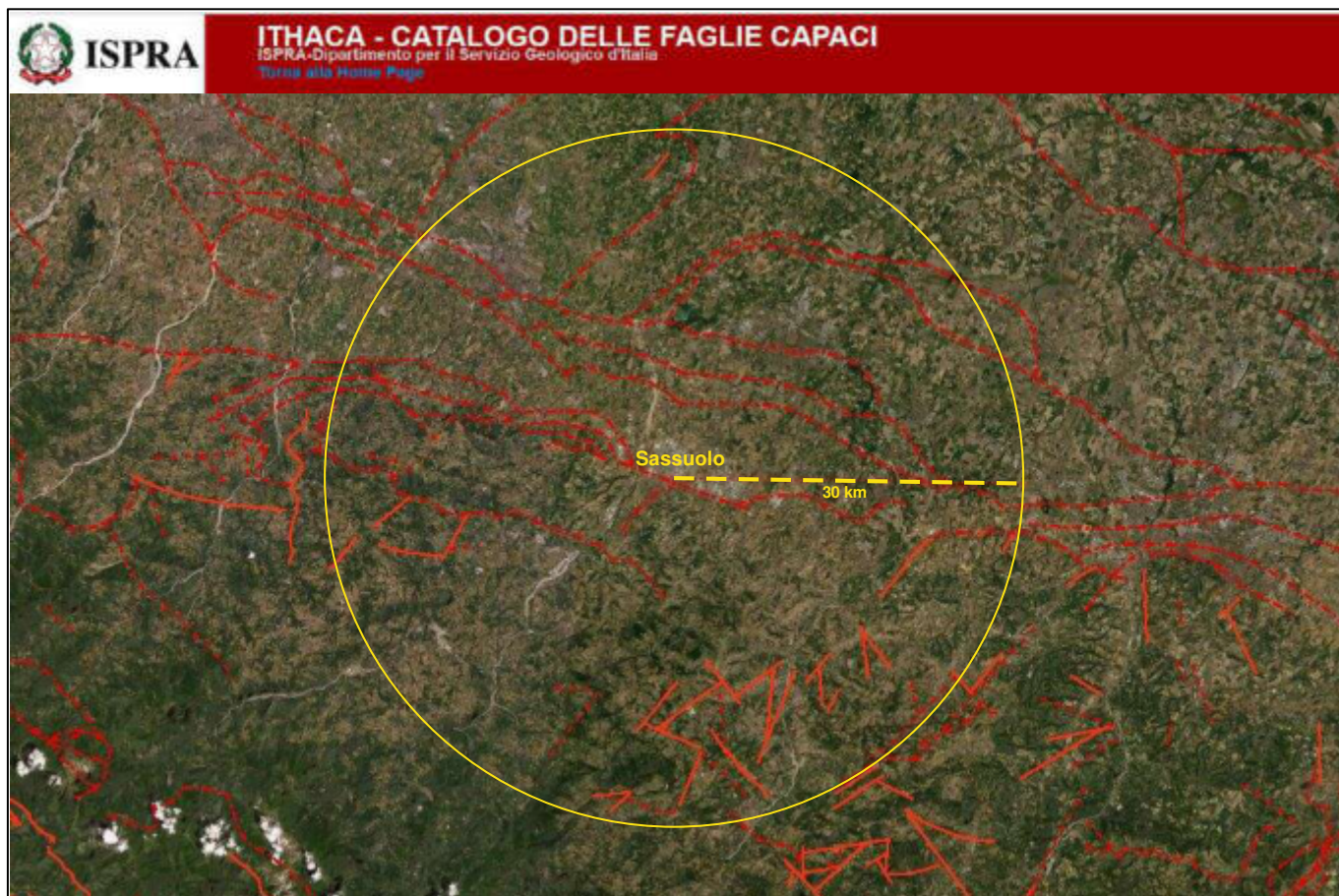
+ Fuso Orario: Italia + Del 24-12-2008 + Magnitudo: 3+ + Punto: (44.54, 10.78) - Raggio: 30 km						Personalizza Ricerca	Mappe
Visualizzati 15 terremoti (Ordinamento Tempo Decrescente)						Esporta lista (UTC) +	
Data e Ora (Italia)	Magnitudo	Zona	Profondità	Latitudine	Longitudine		
2020-12-13 10:20:53	ML 3.2	3 km SW Casalgrande (RE)	25	44.56	10.73		
2020-06-11 18:46:05	ML 3.0	4 km N Frassinoro (MO)	9	44.33	10.56		
2020-06-11 14:25:38	ML 3.1	4 km N Frassinoro (MO)	9	44.33	10.57		
2020-02-22 14:31:27	ML 3.3	2 km NE San Martino in Rio (RE)	28	44.75	10.81		
2018-08-21 02:33:45	Mw 3.7	4 km N Bagnolo in Piano (RE)	8	44.79	10.66		
2016-11-30 06:52:55	Mw 3.5	3 km NW Bagnolo in Piano (RE)	20	44.78	10.65		
2016-11-21 13:16:00	ML 3.0	3 km W Polinago (MO)	22	44.34	10.69		
2016-05-04 10:17:48	ML 3.1	3 km NW Pavullo nel Frignano (MO)	23	44.37	10.82		
2014-10-01 16:08:39	ML 3.1	4 km W Casina (RE)	27	44.50	10.46		
2013-06-19 12:51:06	Mw 3.5	3 km SE Prignano sulla Secchia (MO)	29	44.42	10.71		
2010-11-21 16:10:34	ML 3.4	5 km W Marano sul Panaro (MO)	26	44.46	10.90		
2010-09-16 08:20:32	ML 3.3	3 km SE Guiglia (MO)	25	44.42	10.99		
2009-06-18 13:55:17	ML 3.6	5 km S Vezzano sul Crostolo (RE)	17	44.56	10.56		
2008-12-26 02:30:28	ML 3.2	6 km W Casina (RE)	25	44.53	10.43		
2008-12-24 13:22:58	ML 3.6	7 km NE Vetto (RE)	23	44.52	10.41		

4.2.4 STRUTTURE E FAGLIE SISMOGENETICHE

Per indagare in modo più esaustivo la possibile presenza di sorgenti sismiche profonde ovvero di faglie attive e capaci, si è fatto riferimento alle bibliografie ufficiali riportate nei paragrafi successivi.

4.2.4.1 Progetto IT.HA.CA.

Il progetto IT.HA.CA. (*IT*aly *HA*zard from *CA*pable faults dell'ISPRA, database delle faglie capaci italiane, con cartografia on-line reperita all'indirizzo (<http://www.mais.sinanet.isprambiente.it/ost/>) evidenzia, entro un raggio di 30 Km dal sito progettuale, l'esistenza di numerosi sistemi di faglie "capaci" (faglie attive in grado di produrre deformazioni sulla superficie terrestre) a prevalente cinematica inversa e andamento WNW – ESE tipico dell'Appennino settentrionale



4.2.4.2 Progetto DISS

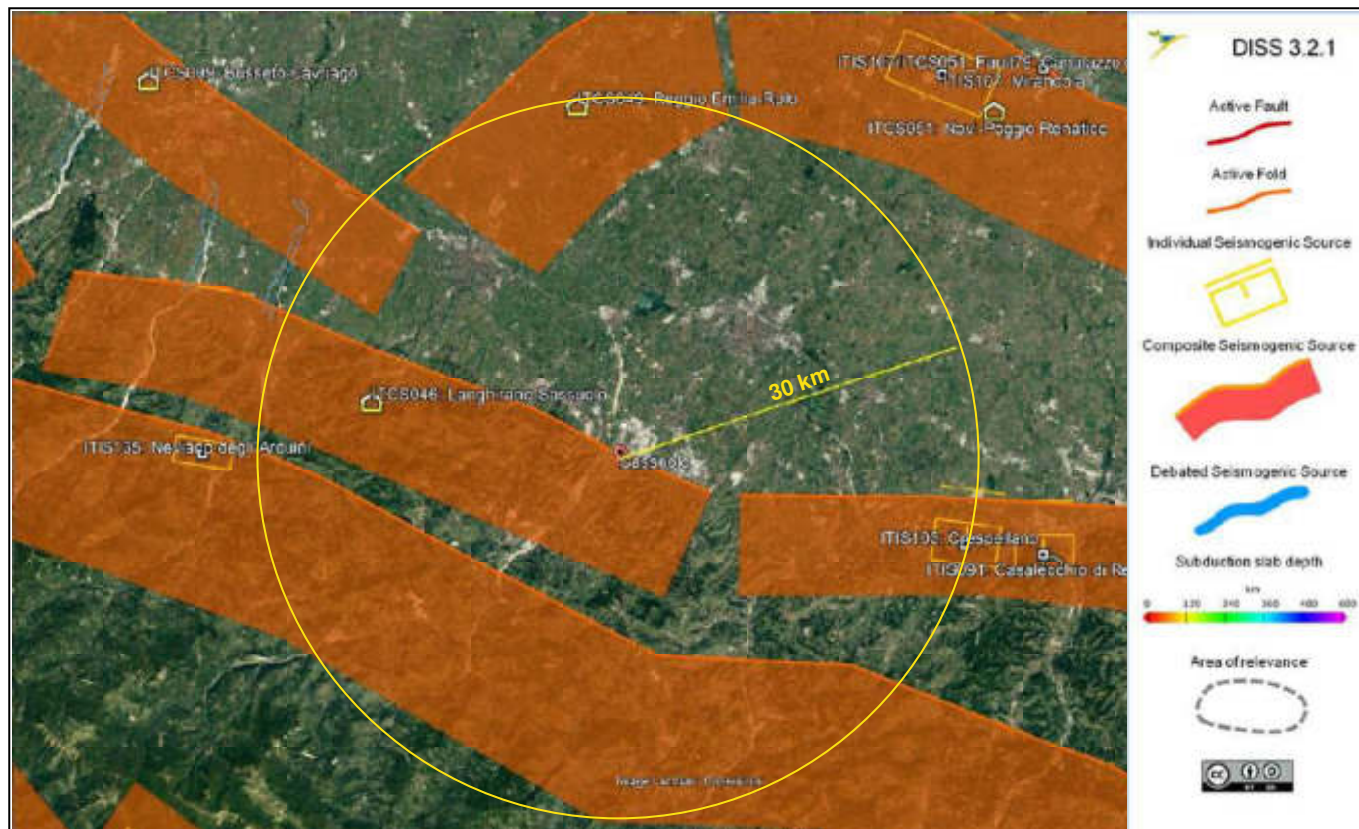
L'attività sismo-tettonica della zona oltre che essere storicamente conosciuta, viene ribadita dai dati riportati nel progetto I dati strutturali e sismici reperiti dal progetto DISS³.

Dal progetto emerge che l'area in studio:

- ricade all'interno Composit source **ITCS046 LANGHIRANO-SASSUOLO**,
- non ricade all'interno di nessuna **Individual Sources**
- nel raggio di 30 km dall'abitato di Sassuolo sono presenti altre **composit** ed **individual sources**.

Il tutto come identificato nella foto aerea riportata a pagina seguente.

³ Database of Individual Seismogenic Sources dell'Istituto Nazionale di Sismica e Vulcanologia I.N.G.V catalogo delle sorgenti sismiche singole o composite capaci di generare sismi con Magnitudo > 5.5, con cartografia on-line reperita all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss>



4.2.5 SCENARIO SISMICO DI RIFERIMENTO

Le analisi precedentemente condotte evidenziano che l'area è stata interessata negli ultimi 520 anni (circa), da terremoti prodotti da prevalente regime tettonico compressivo aventi:

- valori di magnitudo (momento) compresi tra 3.00-6.05,
- Intensità locale fino a 9,

generati sia da sorgenti sismiche profonde che faglie dirette attive e/o capaci, presenti entro 30 Km dal sito progettuale (dati dedotti dai progetti IT.HA.CA. e DISS), che a distanza maggiore (terremoti storici). La coppia di valori Mw-D del sisma di riferimento per il sito in oggetto da utilizzare per eventuali verifiche geotecniche, viene estrapolata dalla pubblicazione *"Metodologia originale per il calcolo della Magnitudo per la verifica delle condizioni per la liquefazione (contributo originale di Dario Albarello, Università di Siena)"* come riportata nelle **Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) 1.0**. Nell'Allegato 1 delle sopracitate Linee Guida, per il territorio Comunale di **Sassuolo**, il TERREMOTO DI RIFERIMENTO è caratterizzato dalla seguente coppia di valori Magnitudo Momento – distanza (Mw – d):

$I_{rif} = 7$	$M_w = 5.98$	$d \text{ (Km)} = 6.0$
---------------	--------------	------------------------

4.3 DEFINIZIONE DELL'INPUT SISMICO DI BASE (per studio di MS3 di Livello 3)

L'azione sismica o input sismico di base con le nuove NTC 2018 si determina previa conoscenza:

- delle coordinate ED50 del sito progettuale, che ubicano l'area rispetto ai nodi di riferimento delle Mappe di Pericolosità Sismica (MPS) dell'INGV,
- del periodo di riferimento dell'azione sismica (dato fornito dal progettista strutturale).

Tali conoscenze sono la assolutamente propedeutiche al calcolo dei parametri sismici necessari alla costruzione degli spettri di risposta elastici di base (e di progetto), di cui all' *Allegato B* delle NTC 2018.

4.3.1 COORDINATE ED50 - WGS84 DEL SITO PROGETTUALE

Le coordinate sono state calcolate con il software della ditta GEOSTRU Parametri Sismici (PS).

Le coordinate del baricentro dell'edificio sono le seguenti:

COORDINATE "ED50"	
Latitudine:	44.526764°
Longitudine:	10.769738

COORDINATE "WGS84"	
Latitudine:	44.525821°
Longitudine:	10.768731°



4.3.2 PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'AZIONE SISMICA - V_R

V_N (vita nominale) = 50 anni (§ 2.4.1 NTC)

Classe d'uso = III (§ 2.4.2 NTC)

C_U (coeff. d'uso) per Classe III = 1.5 (§ 2.4.3 NTC)

$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 1.5 = 75 \text{ anni}$

Siccome la definizione della "Pericolosità Sismica di Base" è finalizzata allo studio di MS di Livello 3 ($T_R = 475$ anni) necessario e propedeutico alla approvazione, a livello urbanistico, del Piano Particolareggiato, sarà pertanto considerato un periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = 50$ anni ($C_U = 1.0$).

4.3.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

I dati di pericolosità sismica di base del sito progettuale (riferita a suolo rigido con $V_s > 800$ m/s e condizione topografica pianeggiante) $a_g - F_0 - T_c^*$ sono stati calcolati con il software Spettri-NTC ver.1.0.3 (MIT-CSLP).

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

• Ricerca per coordinate:

• Ricerca per comune: Regione: Provincia: Comune:

Visualizza grafiche:
 Grafico spettro di risposta
 Variabilità dei parametri
 Materiali costituenti
 Tabelle parametri
 Mappa del rischio sismico al sito

Relazione di riferimento:


La "Ricerca per comune" utilizza la coordinate UTM del comune per identificare il sito. Si sottolinea che, all'interno del territorio comunale, le spaziali sismiche (rispetto a quelle sismologiche) possono essere significativamente diverse da quelle del territorio e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita normale della costruzione (in anni) - V_n : Info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_u : Info

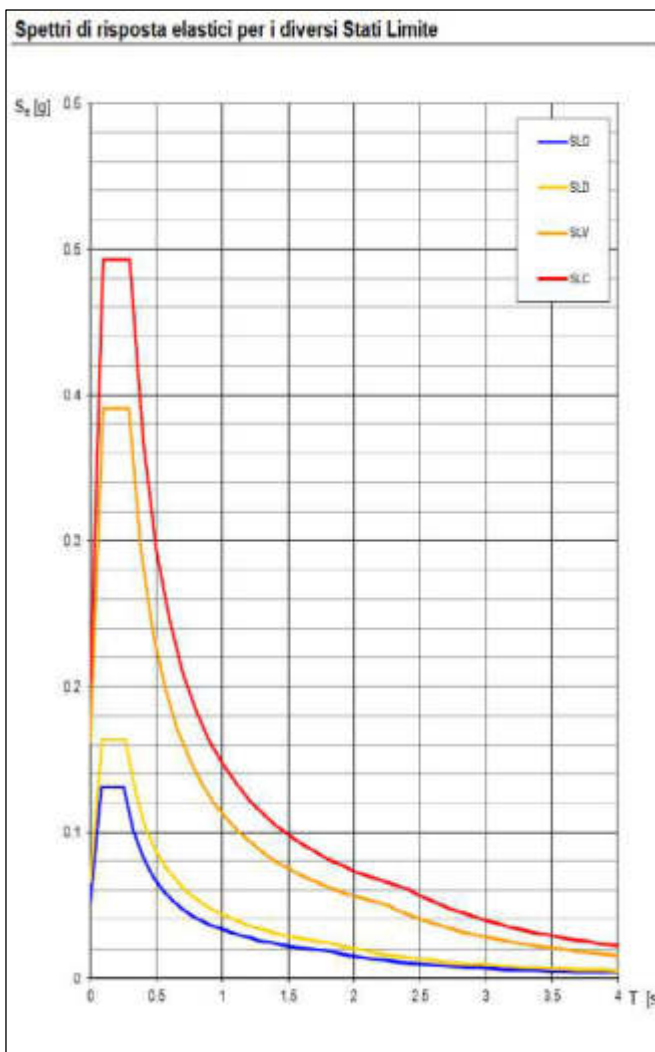
Valori di progetto:
 Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - T_R : Info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_r :
 Stati limite di esercizio - SLE: Info
 Stati limite di esercizio - SLD: Info
 Stati limite ultimi - SLV: Info
 Stati limite ultimi - SLC: Info

Strategie di progettazione:


LEGENDA GRAFICO:
 --- Strategie per costruzioni ordinarie
 --- Strategie scelte

INTRO **FASE 2** FASE 3



Stato Limite	Probabilità di Superamento P_{VR}	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
SLO	81 %	30	0.053	2.486	0.252
SLD	63 %	50	0.066	2.492	0.265
SLV	10 %	475	0.162	2.418	0.288
SLC	5 %	975	0.203	2.422	0.298
Periodo di riferimento per l'azione sismica (V_R)		50 ANNI			

4.4 INDAGINI GEOFISICHE DEDICATE E STANDARD DI RIFERIMENTO

Nella tabella sottostante sono riportati i tipi di indagine geofisica eseguite per riconoscere le caratteristiche sismiche dei terreni, in particolare il profilo V_s di sito fino al bedrock sismico locale (con $V_s > 800$ m/s) ed il valore/valori di frequenza/e di sito.

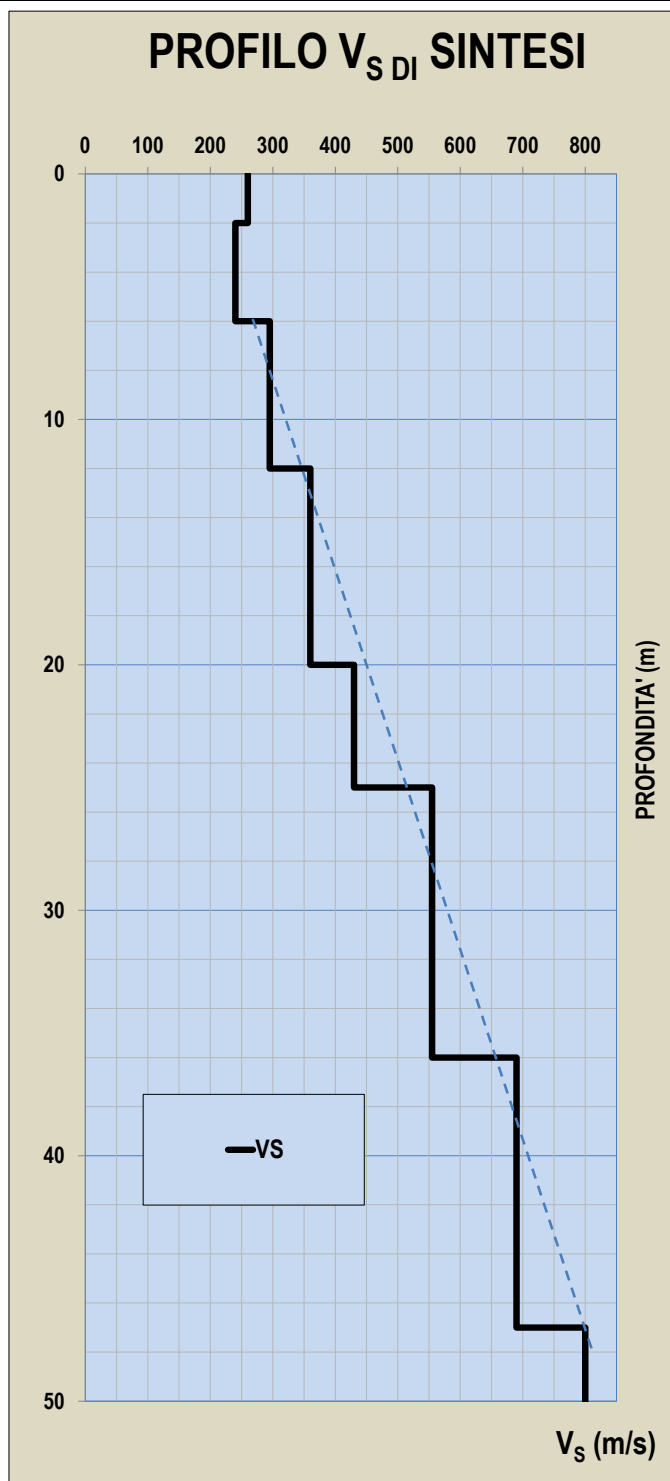
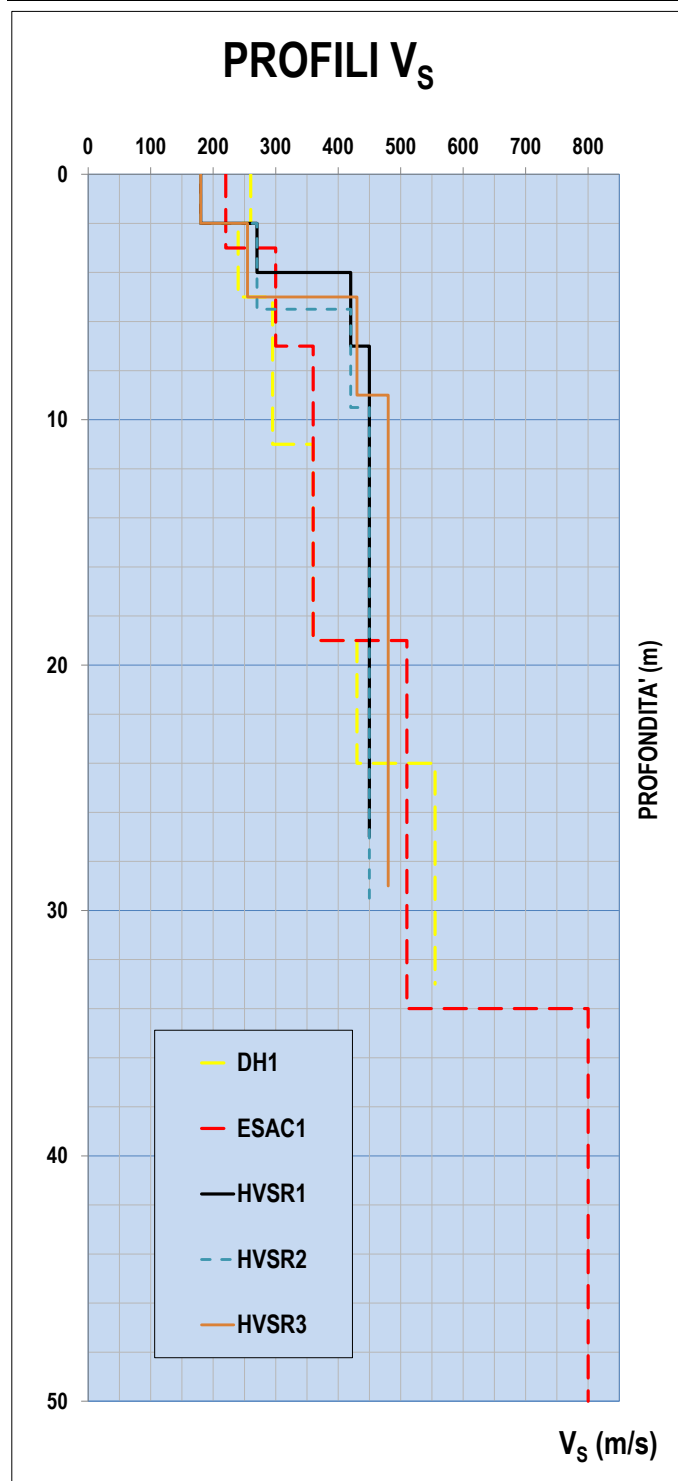
INDAGINI GEOFISICHE DEDICATE (Ditta Prove Penetrometriche Srl - Giugno 2021)			
TIPO INDAGINE	QUANTITA'	SIGLA	Lunghezza stendimento/ Profondità indagine in foro (m)
INDAGINE SISMICA ATTIVA IN FORO "DOWN-HOLE"	1	DH1	33.0
PASSIVA A STAZIONE SINGOLA CON TECNICA "HVSr" (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)	3	HVSR1 HVSR2 HVSR3	----
PASSIVA MULTICANALE "ESAC" (Extended Spatial Auto Correlation)	1	ESAC1	Geometria bidimensionale ad L: Lato lungo 115 m Lato corto 48 m

I report con tutte le specifiche sulla strumentazione e tecniche di elaborazione utilizzate, e la documentazione fotografica dei punti di indagine geofisica, sono consultabili in **Allegato 6**.

4.4.1 CONFRONTO PROFILI V_s E PROFILO V_s DI SITO

I profili di V_s ottenuti con le indagini geofisiche dedicate sono stati messi a confronto al fine di ottenere un profilo V_s di sintesi da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica di progetto ossia per lo studio di MS di Livello 3 propedeutico all'approvazione del Piano Particolareggiato interessante l'area di realizzazione dell'ampliamento dell'edificio scolastico in oggetto.

CONFRONTO PROFILO V_s																	
Indagine "ESAC1"			Indagine "DH1"			Indagine "HVSR1"			Indagine "HVSR2"			Indagine "HVSR3"			PROFILO V_s di SINTESI		
Profondità (m)	Spessore (m)	V_s (m/sec)	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s (m/sec)	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s (m/sec)	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s (m/sec)	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s (m/sec)	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s (m/sec)
3.00	3.00	220.00	2.00	2.00	260.00	2.00	2.00	180.00	2.00	2.00	180.00	2.00	2.00	180.00	2.00	2.00	260.00
7.00	4.00	300.00	5.00	3.00	240.00	4.00	2.00	270.00	5.50	3.50	270.00	5.00	3.00	255.00	6.00	4.00	240.00
19.00	12.00	360.00	11.00	6.00	295.00	7.00	3.00	420.00	9.50	4.00	420.00	9.00	4.00	430.00	12.00	6.00	295.00
34.00	15.00	510.00	19.00	8.00	360.00	27.00	20.00	450.00	29.50	20.00	450.00	29.00	20.00	480.00	20.00	8.00	360.00
sotto 34.00 m	800.00		24.00	5.00	430.00	SOTTO 27.00 m	500.00		SOTTO 29.50 m	500.00		SOTTO 29.00 m	500.00		25.00	5.00	430.00
			33.00	9.00	555.00										36.00	11.00	555.00
															47.00	11.00	690.00
															SOTTO 47.00 m	800.00	
	ARGILLE CON LIMO			GHIAIE SABBIOSE IN FALDA			ARGILLE AZZURRE			ARGILLE AZZURRE (Bedrock sismico)							



Dato che:

- l'indagine geofisica in foro DH1 non ha evidenziato la presenza di bedrock sismico entro m 33.0 dal p.c.;
- le curve HVSR delle n. 3 indagini eseguite hanno restituito valori del rapporto $H/V > 2$ solo ad alte frequenze e dunque basse profondità (evidenziando il contrasto di rigidezza esistente tra i depositi alluvionali superficiali sciolti e le sottostanti Argille Azzurre compatte)
- le curve HV presentano a basse frequenze un andamento piatto a testimoniare un progressivo aumento in profondità delle velocità delle onde di taglio,

si è proceduto all'individuazione del valore con cui le onde S arrivano ad 800 m/s mediante interpolazione lineare delle velocità rilevate, come peraltro indicato dalla Delibera dell'Assemblea legislativa della Regione Emilia Romagna progr. N°112 del 2 maggio 2007; il tutto come riportato nel grafico a destra di pagina precedente. Infatti, viste dalle considerazioni sopra esposte, si ritiene fuorviante la profondità a cui è stato individuato il bedrock sismico con l'indagine ESAC1 (34 m dal p.c.) dato incongruente sia con i dati diretti ottenuti con l'indagine attiva multicanale DH1 che con i risultati delle indagini passive a stazione singola HVSR.

Il profilo ottenuto è stato utilizzato per l'analisi di Risposta Sismica Locale 1D a corredo dello studio di MS di Livello 3 eseguita per il sito in esame.

4.4.2 FREQUENZA DI SITO

Le indagini HVSR hanno restituito i sottostanti valori di frequenza di sito

HVSR1	max H/V a 17.03 ± 6.89 Hz (tra 0.0-30.0 Hz)
HVSR3	max H/V a $10.0 \pm 0.4.89$ Hz (tra 0.0-30.0 Hz)
HVSR3	max H/V a 10.94 ± 0.332 Hz (tra 0.0-30.0 Hz)

4.5.1 APPROCCIO SEMPLIFICATO

Nel caso di possibile utilizzo dell'approccio semplificato per il calcolo dell'azione sismica di progetto (ai sensi delle NTC 2018), si riporta il calcolo della $V_{s,eq}$ con attribuzione della relativa Categoria di Sottosuolo, oltre che relativa condizione topografica.

4.5.1.1 Calcolo della $V_{s,eq}$ e Categoria di Sottosuolo di Fondazione

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [m/s]$$

In base alle NTC 2018 il sito progettuale può essere riferito alla:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO "C"

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

4.5.1.2 Condizione Topografica

La morfologia del sito progettuale (piana alluvionale), permette di inserire il sito progettuale nella seguente condizione topografica:

CONDIZIONE TOPOGRAFICA "T1"



4.6 STUDIO DI “MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO “1-2” DEL COMUNE DI SASSUOLO

L'area indagata ricade all'interno delle aree oggetto di studio di MS di Livello 1-2 del Comune di Sassuolo.

In base a tali carte l'area ricade all'interno di **zone stabili** soggette ad amplificazione in fase sismica.

In **TAVOLA 12-13** sono riportate le carte delle MOPS e di MS2 con indicati i fattori di amplificazione determinati.

4.7 STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 “AD HOC”

Siccome è previsto in progetto l'ampliamento di un edificio scolastico (Edificio rilevante, a cui è attribuita Classe d'USO 3 come da §2.4.2 NTC 2018) visti:

- l'Allegato A della L.R 24/2017,
- la D.G.R. 564/2021 smi,

sarà eseguito anche uno studio di RSL monodimensionale (piana alluvionale) per $T_r = 475$ anni, in modo da poter produrre tutti i parametri di amplificazione in termini di:

- $FPGA = PGA/PGA_0$, dove PGA_0 è l'accelerazione massima orizzontale a periodo $T=0$ al suolo di riferimento e PGA è l'accelerazione massima orizzontale a periodo $T=0$ alla superficie del sito;
- $FA = SA/SA_0$, dove SA_0 è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento e SA è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito per prefissati intervalli di periodi T :

- $SA1$ per $0,1s \leq T \leq 0,5s$
- $SA2$ per $0,4s \leq T \leq 0,8s$
- $SA3$ per $0,7s \leq T \leq 1,1s$
- $SA4$ per $0,5s \leq T \leq 1,5s$;

$$SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$$

- $FH = SI/SI_0$, dove SI_0 è l'integrale dello spettro di risposta in velocità (Intensità di Housner) al suolo di riferimento e SI l'integrale dello spettro di risposta in velocità (o corrispondente grandezza di Intensità di Housner) alla superficie del sito per prefissati intervalli di periodi T :

- $SI1$ per $0,1s \leq T \leq 0,5s$
- $SI2$ per $0,5s \leq T \leq 1,0s$
- $SI3$ per $0,5s \leq T \leq 1,5s$;

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$$

- H_{SM} (Naso et al., 2019⁴), parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s^2), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASI_{UHS}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1s \leq T \leq 0,5s$ diviso per ΔT (in questo caso $0,4s$), e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

I valori di $ASI_{UHS}/\Delta T$, calcolati per ogni punto della griglia INGV, sono riportati nel file *PSbaseRER.kmz* disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

⁴ Naso G., Martelli L., Baglione M., Brammerini F., Castenetto S., D'Intinosante V., Ercolessi G. (2019): *Maps for land management: from geology to seismic hazard*. Boll. Geof. Teor. Appl., Vol. 60, DOI 10.4430/bgta0263

Data la collocazione del sito progettuale su piana alluvionale sarà eseguito uno studio di RSL 1D (monodimensionale), con utilizzo dei nuovi accelerogrammi della Banca Dati Regionale dell'Emilia Romagna.

Si procederà esclusivamente al calcolo dello **SPETTRO ELASTICO ORIZZONTALE di OUTPUT** per $T_r=475$ anni, con uno smorzamento relativo del 5%. (come previsto per studi MS di Livello 3); lo spettro sarà anche confrontato con lo spettro di normativa da approccio semplificato (Categoria di Sottosuolo "C" e Condizione Topografica "T1"), in modo da poter verificarne il possibile utilizzo per il calcolo dell'azione sismica di progetto in fase esecutiva.

Per la RSL sarà utilizzato il software STRATA ([Ellen Rathje and Albert Kottke](#)).

La procedura di calcolo adoperata per la valutazione della funzione di trasferimento dal codice STRATA presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, o uno spettro di risposta in accelerazione e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore; indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - 2.1 stima della funzione di trasferimento;
 - 2.2 valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - 2.3 correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;

Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;

3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile "trasferire" l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt,

$$\sqrt{\frac{E}{\rho \omega^2}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\frac{E}{\rho \omega^2} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$(10)$$

$$(11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$(12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$(13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$(14)$$

$$(15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$(16)$$

ovvero

$$\frac{E}{\rho \omega^2} \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$\frac{E}{\rho \omega^2} \quad (18)$$

$$\frac{E}{\rho \omega^2} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

si deduce che $E1 = F1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$\text{---} \text{---} \text{---} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\text{---} \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$\text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\text{---} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$(25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di **Figura 2** in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

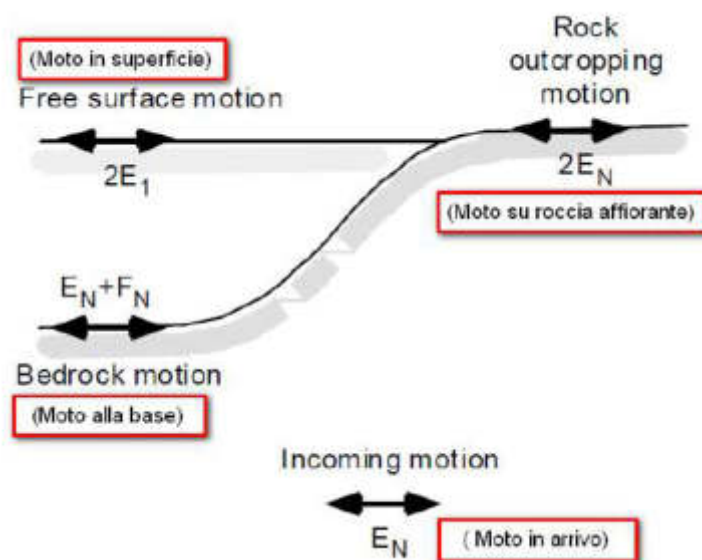


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$\text{---} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

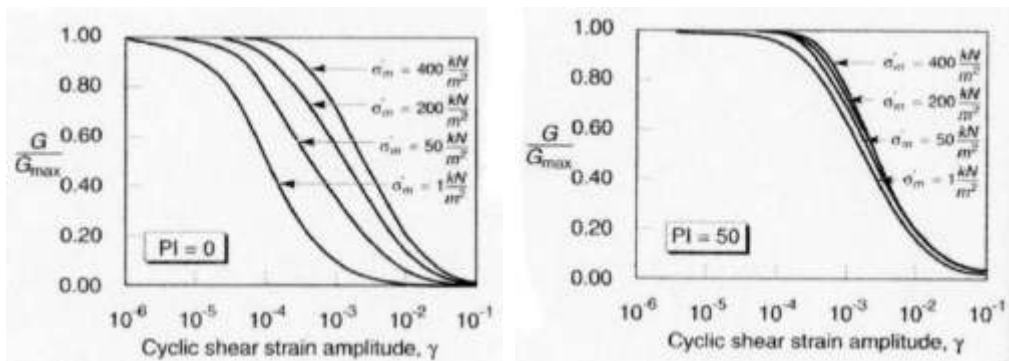


Figura 3: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.3})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

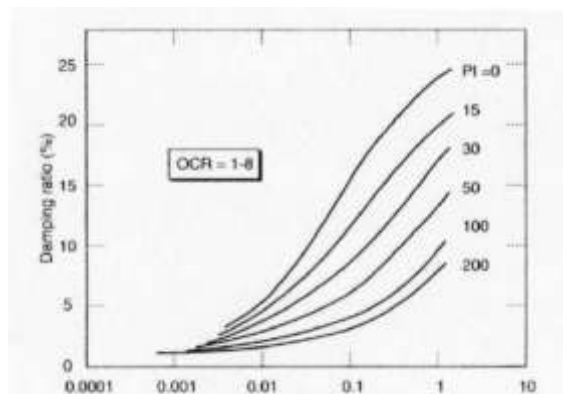


Figura 4: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

4.7.1 SCELTA DEGLI ACCELEROGRAMMI (STORIE TEMPORALI) DI INPUT (TR=475 ANNI)

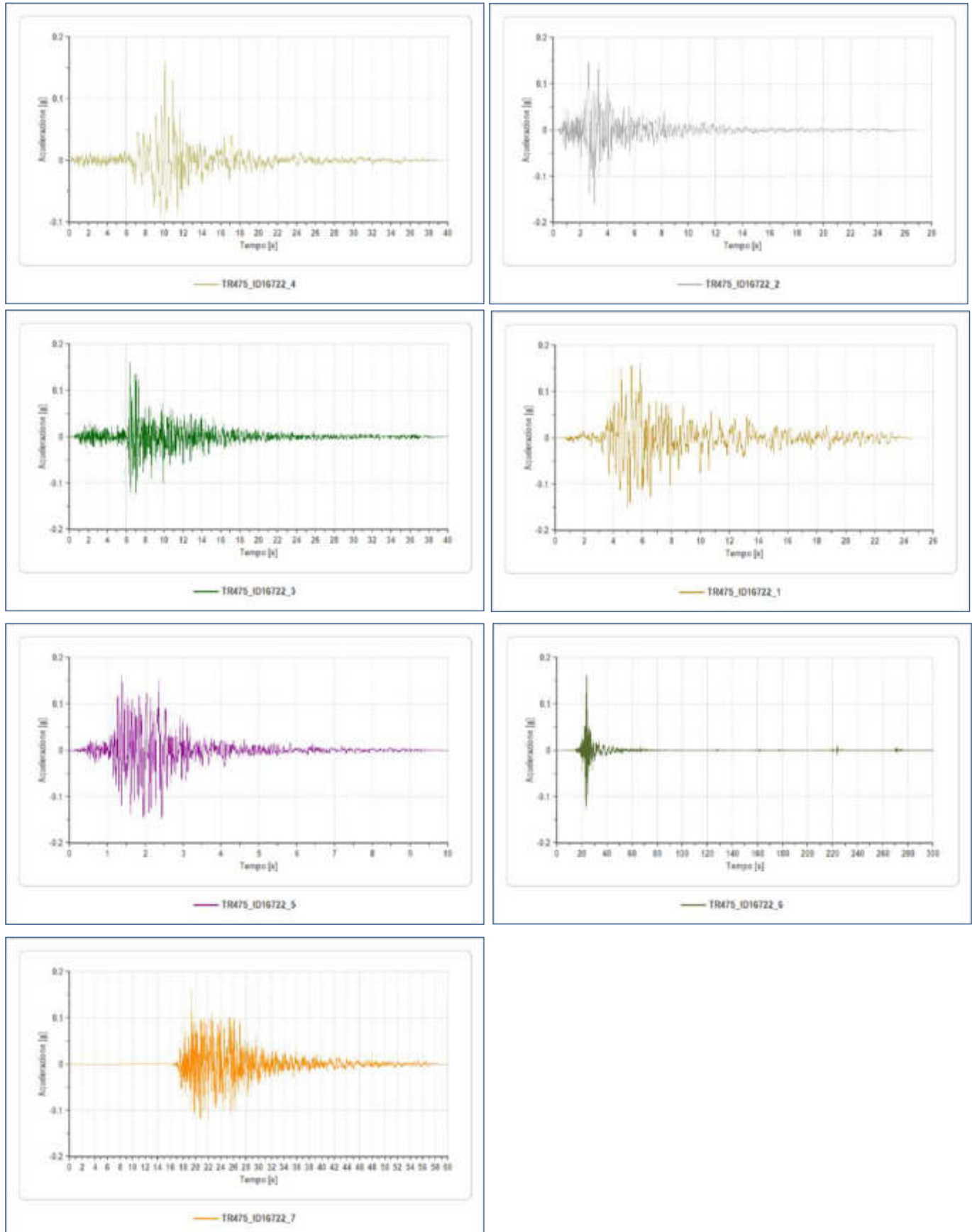
Come previsto dalla recente normativa regionale, la selezione degli accelerogrammi naturali è stata effettuata mediante il programma ASCONA (Automated Selection of COmpatible Natural Accelerograms, Corigliano et al., 2012), che implementa una procedura semi-automatica per la selezione degli accelerogrammi reali spettrocompatibili.

Gli accelerogrammi utilizzati sono riferiti al nodo delle Mappe di Pericolosità Sismica dell'INGV più vicino al sito progettuale ID16722 (§4.3.3 della presente).



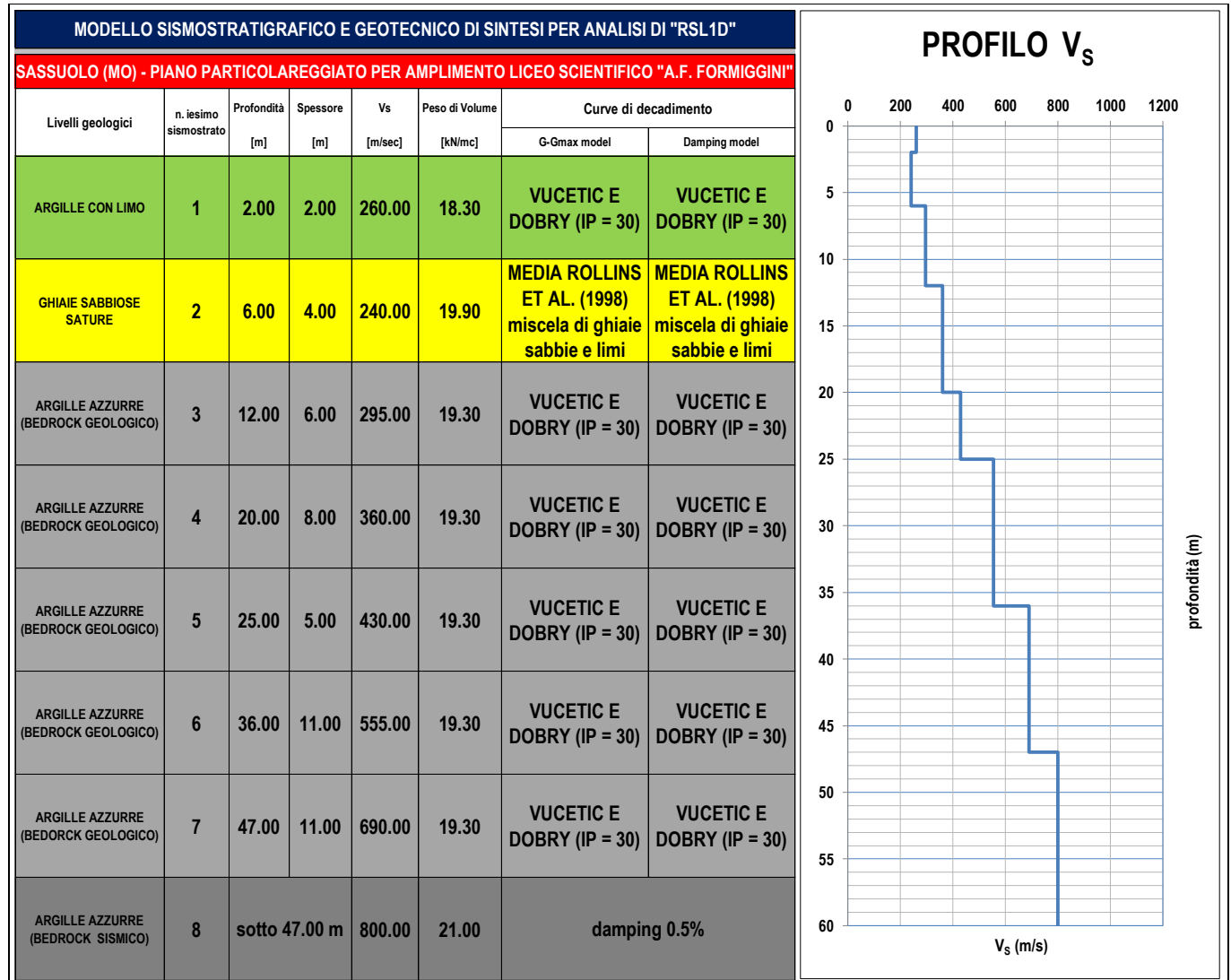
Si riportano le caratteristiche degli accelerogrammi utilizzati

Si riportano i grafici degli accelerogrammi utilizzati scalati al valore di “ag” di riferimento del nodo “ID16722” delle mps dell’INGV più vicino (ag = 0.16).



4.7.2. PROFILO VS DI SITO CON PARAMETRI GEOTECNICI DI INGRESSO

Ai fini dell'analisi di RSL 1D sono stati utilizzate le caratteristiche geologico-tecniche e sismiche dei terreni ricavate con le indagini *ad hoc*, secondo il modello schematico sotto riportato.

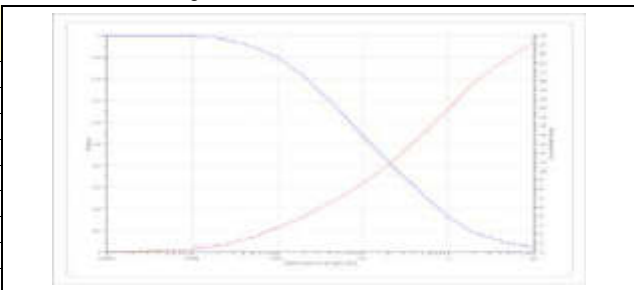


4.7.3 CURVE DI DECADIMENTO UTILIZZATE

4.7.3.1 Argille, Vucetic & Dorby (1991) PI = 30

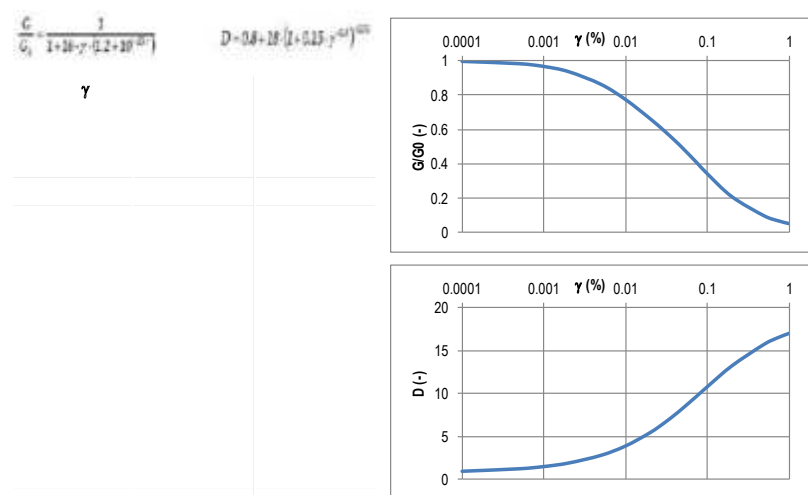
Curva utilizzata per litotipi argillosi in funzione del valore di IP determinato con analisi geotecniche di laboratorio

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
1.00e-04	1.000	1.00e-04	1.000
3.16e-04	1.000	3.16e-04	1.000
1.00e-03	1.000	1.00e-03	1.000
3.16e-03	0.980	3.16e-03	2.100
1.00e-02	0.900	1.00e-02	3.800
3.16e-02	0.750	3.16e-02	5.900
1.00e-01	0.530	1.00e-01	8.800
3.16e-01	0.350	3.16e-01	12.500
1.00e+00	0.170	1.00e+00	16.900



4.7.3.2 Media fuso Rollins et Al. (1998)

Curva ampiamente utilizzata per litotipi costituiti da miscele di ghiaie sabbie e limi.



4.8 RISULTATI ANALISI "RSL 1D" $T_r = 475$ anni

Il software **STRATA** ha permesso di ricavare i parametri sismici di output.

La quota di OUTPUT dello shock sismico è stata considerata a quota fondale posta a m 0.00 dal p.c.

4.8.1 ELABORAZIONE

Max Numero di iterazioni	20
Quota OUTPUT	0.00 m da p.c.
Strato rilevamento accelerogramma INPUT:	8 (Bedrock geologico e sismico)
Massimo errore percentuale di convergenza:	0.59 %
Massimo medio percentuale di convergenza	0.44 %
γ_{EFF} :	0.53

Calculation Parameters

Error tolerance:

Maximum number of iterations:

Effective strain ratio:

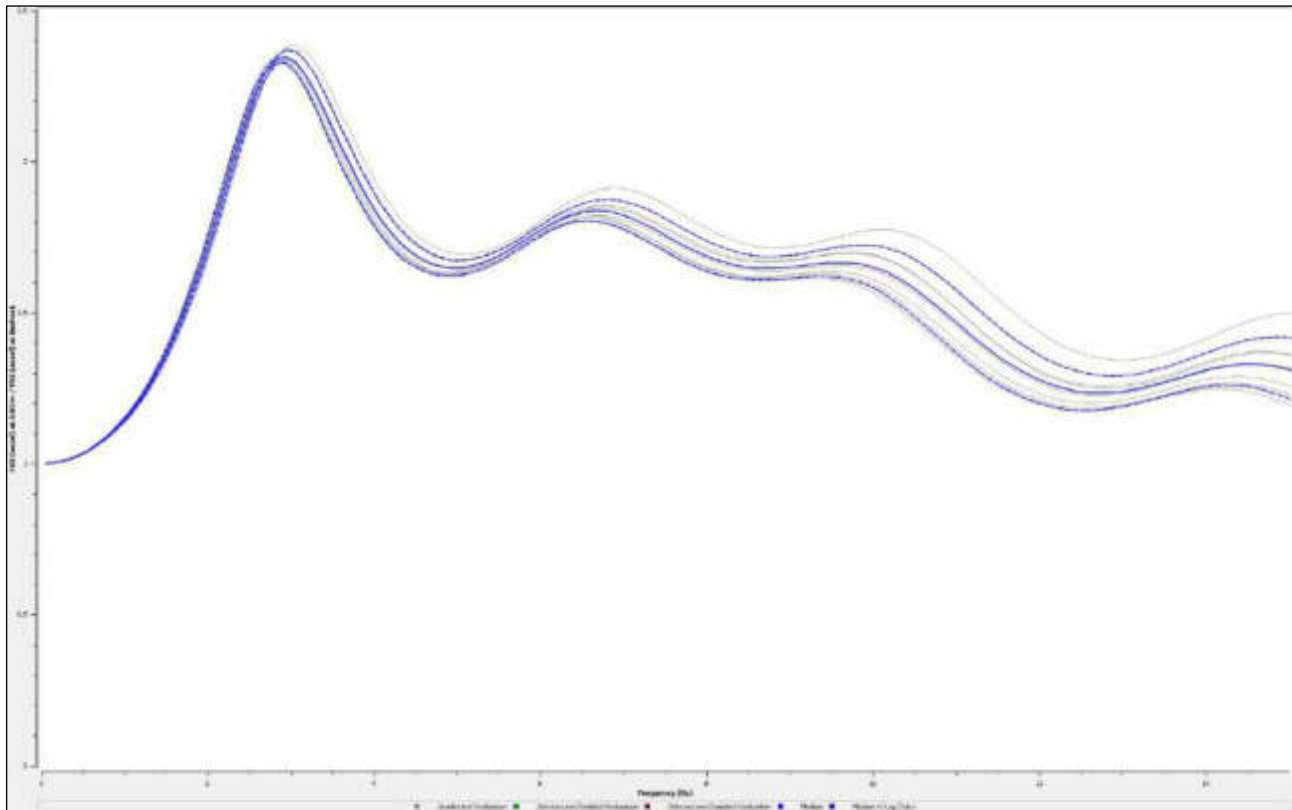
Layer Discretization

Maximum frequency:

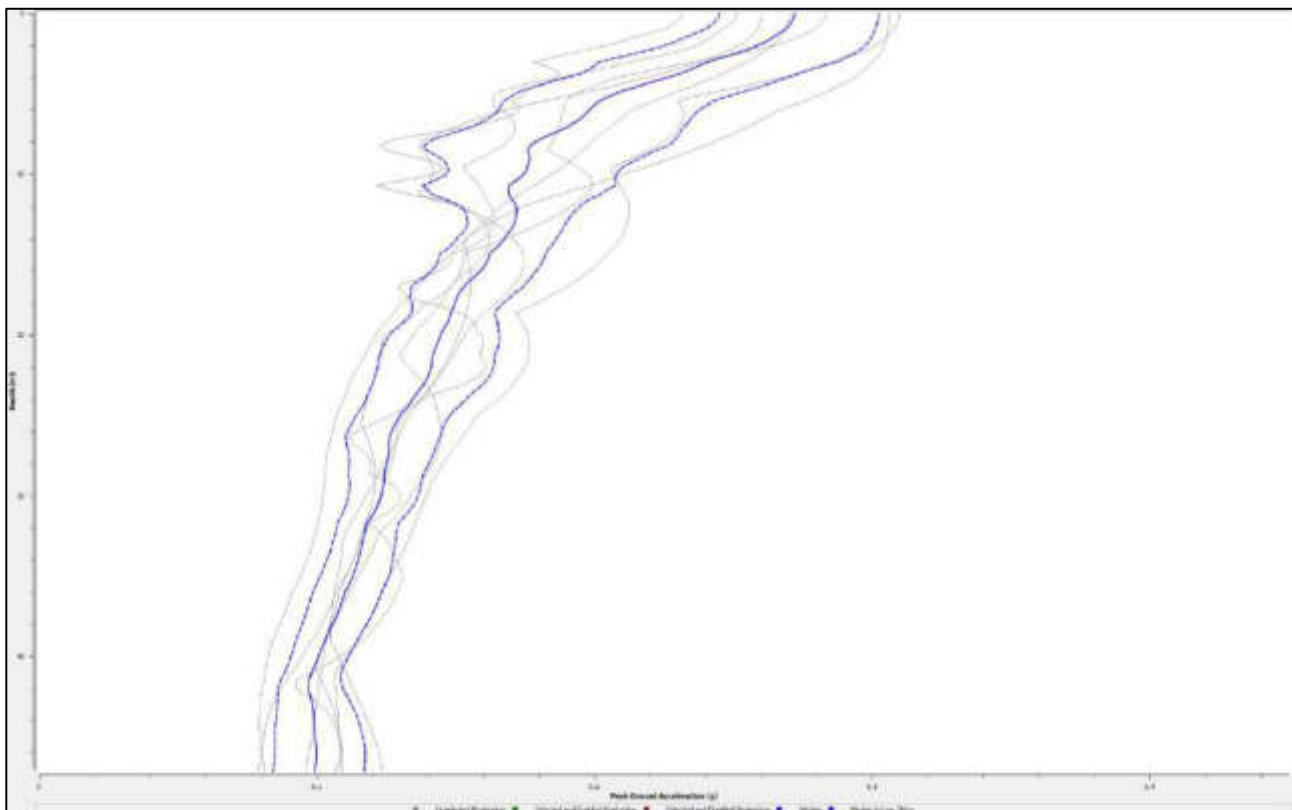
Wavelength fraction:

Starting Strata Calculation
 7 Trials (1 Sites and 7 Motions)
 [1 of 1] Generating site and soil properties
 [1 of 7] Computing site response for motion: STRATA\TR475_ID16722_1.txt
 Iteration: 1 Maximum Error: 208.20 %
 Iteration: 2 Maximum Error: 26.06 %
 Iteration: 3 Maximum Error: 4.29 %
 Iteration: 4 Maximum Error: 1.42 %
 Iteration: 5 Maximum Error: 0.45 %
 [2 of 7] Computing site response for motion: STRATA\TR475_ID16722_2.txt
 Iteration: 1 Maximum Error: 263.88 %
 Iteration: 2 Maximum Error: 24.13 %
 Iteration: 3 Maximum Error: 4.88 %
 Iteration: 4 Maximum Error: 1.19 %
 Iteration: 5 Maximum Error: 0.29 %
 [3 of 7] Computing site response for motion: STRATA\TR475_ID16722_3.txt
 Iteration: 1 Maximum Error: 177.67 %
 Iteration: 2 Maximum Error: 14.57 %
 Iteration: 3 Maximum Error: 1.99 %
 Iteration: 4 Maximum Error: 0.42 %
 [4 of 7] Computing site response for motion: STRATA\TR475_ID16722_5.txt
 Iteration: 1 Maximum Error: 175.14 %
 Iteration: 2 Maximum Error: 4.56 %
 Iteration: 3 Maximum Error: 0.59 %
 [5 of 7] Computing site response for motion: STRATA\TR475_ID16722_4.txt
 Iteration: 1 Maximum Error: 221.55 %
 Iteration: 2 Maximum Error: 27.66 %
 Iteration: 3 Maximum Error: 4.16 %
 Iteration: 4 Maximum Error: 1.08 %
 Iteration: 5 Maximum Error: 0.30 %
 [6 of 7] Computing site response for motion: STRATA\TR475_ID16722_6.txt
 Iteration: 1 Maximum Error: 218.78 %
 Iteration: 2 Maximum Error: 29.60 %
 Iteration: 3 Maximum Error: 5.54 %
 Iteration: 4 Maximum Error: 1.48 %
 Iteration: 5 Maximum Error: 0.51 %
 [7 of 7] Computing site response for motion: STRATA\TR475_ID16722_7.txt
 Iteration: 1 Maximum Error: 245.51 %
 Iteration: 2 Maximum Error: 22.07 %
 Iteration: 3 Maximum Error: 2.95 %
 Iteration: 4 Maximum Error: 0.53 %
 Computing statistics.

4.8.2 FUNZIONE DI AMPLIFICAZIONE SPETTRALE (FAS)



4.8.3 PROFILO PEAK GROUND ACCELERATION (PGA)



4.8.4 SPETTRO MEDIO DI INPUT E OUTPUT (DATI TABELLARI)

SPETTRO INPUT					SPETTRO DI OUTPUT "RSL"					SPETTRO DI OUTPUT "RSL" NORMALIZZATO (metodo ICMS 2008)	
T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA ₀	SI ₀	Integrale SI ₀	T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA	SI	Integrale SI	T(s)	SA (g)
0.00	0.16000	0.00163	0.0000000	0.00000	0.00	0.27470	0.00275	0.00000	0.0000022	0.00	0.27470
0.01	0.16650	0.00182	0.0002650	0.00000	0.01	0.27470	0.00286	0.42889	0.0000069	0.01	0.31409
0.02	0.19824	0.00206	0.0006310	0.00001	0.02	0.29689	0.00314	0.92709	0.0000126	0.02	0.35348
0.03	0.21442	0.00220	0.0010238	0.00001	0.03	0.33111	0.00330	1.55088	0.0000184	0.03	0.39287
0.04	0.22523	0.00256	0.0014339	0.00002	0.04	0.32880	0.00358	2.05344	0.0000258	0.04	0.43226
0.05	0.28613	0.00279	0.0022769	0.00002	0.05	0.38656	0.00400	3.01767	0.0000351	0.05	0.47165
0.06	0.27194	0.00276	0.0025969	0.00003	0.06	0.41332	0.00427	3.87196	0.0000443	0.06	0.51104
0.07	0.28061	0.00293	0.0031262	0.00004	0.07	0.44066	0.00458	4.81606	0.0000548	0.07	0.55043
0.08	0.30540	0.00323	0.0038884	0.00004	0.08	0.47592	0.00513	5.94448	0.0000697	0.08	0.58982
0.09	0.34132	0.00333	0.0048891	0.00005	0.09	0.54987	0.00554	7.72660	0.0000838	0.09	0.62921
0.10	0.32396	0.00331	0.0051560	0.00006	0.10	0.55765	0.00571	8.70664	0.0000955	0.10	0.66860
0.11	0.33728	0.00356	0.0059047	0.00007	0.11	0.58364	0.00614	10.02365	0.0001126	0.11	0.70799
0.12	0.37518	0.00373	0.0071653	0.00007	0.12	0.64428	0.00648	12.07096	0.0001289	0.12	0.71621
0.13	0.37148	0.00375	0.0076859	0.00008	0.13	0.65166	0.00665	13.22684	0.0001429	0.13	0.71621
0.14	0.37924	0.00386	0.0084501	0.00009	0.14	0.67799	0.00696	14.81977	0.0001608	0.14	0.71621
0.15	0.39189	0.00418	0.0093557	0.00010	0.15	0.71402	0.00756	16.72219	0.0001869	0.15	0.71621
0.16	0.44458	0.00456	0.0113211	0.00012	0.16	0.79819	0.00808	19.93947	0.0002123	0.16	0.71621
0.17	0.46697	0.00448	0.0126345	0.00012	0.17	0.81824	0.00790	21.71800	0.0002199	0.17	0.71621
0.18	0.42911	0.00425	0.0122931	0.00013	0.18	0.76264	0.00749	21.43303	0.0002203	0.18	0.71621
0.19	0.42143	0.00417	0.0127439	0.00013	0.19	0.73458	0.00724	21.79133	0.0002246	0.19	0.71621
0.20	0.41250	0.00400	0.0131303	0.00013	0.20	0.71351	0.00692	22.28035	0.0002256	0.20	0.71621
0.21	0.38712	0.00376	0.0129386	0.00013	0.21	0.67027	0.00660	21.97660	0.0002259	0.21	0.71621
0.22	0.36489	0.00364	0.0127762	0.00013	0.22	0.65039	0.00657	22.34015	0.0002353	0.22	0.71621
0.23	0.36341	0.00369	0.0133027	0.00014	0.23	0.66328	0.00678	23.81852	0.0002535	0.23	0.71621
0.24	0.37509	0.00370	0.0143274	0.00014	0.24	0.69192	0.00694	25.92728	0.0002707	0.24	0.71621
0.25	0.36411	0.00365	0.0144873	0.00015	0.25	0.69624	0.00707	27.17617	0.0002872	0.25	0.71621
0.26	0.36567	0.00363	0.0151315	0.00015	0.26	0.71858	0.00715	29.16988	0.0003017	0.26	0.71621
0.27	0.35981	0.00353	0.0154615	0.00015	0.27	0.71213	0.00704	30.02031	0.0003079	0.27	0.71621
0.28	0.34542	0.00346	0.0153932	0.00016	0.28	0.69525	0.00709	30.39409	0.0003219	0.28	0.71621
0.29	0.34601	0.00351	0.0159702	0.00017	0.29	0.72340	0.00745	32.75403	0.0003498	0.29	0.71621
0.30	0.35677	0.00363	0.0170343	0.00018	0.30	0.76603	0.00780	35.88008	0.0003787	0.30	0.71621
0.31	0.36880	0.00367	0.0181958	0.00018	0.31	0.79394	0.00787	38.42698	0.0003947	0.31	0.71621
0.32	0.36593	0.00359	0.0186365	0.00019	0.32	0.78085	0.00764	39.01299	0.0003953	0.32	0.71621
0.33	0.35134	0.00338	0.0184528	0.00018	0.33	0.74796	0.00721	38.53754	0.0003840	0.33	0.71621
0.34	0.32530	0.00310	0.0176030	0.00017	0.34	0.69315	0.00668	36.79578	0.0003665	0.34	0.70835
0.35	0.29394	0.00291	0.0163739	0.00016	0.35	0.64260	0.00632	35.11552	0.0003568	0.35	0.68811
0.36	0.28811	0.00286	0.0165076	0.00017	0.36	0.62066	0.00611	34.88539	0.0003550	0.36	0.66899
0.37	0.28377	0.00282	0.0167104	0.00017	0.37	0.60193	0.00593	34.77243	0.0003536	0.37	0.65091
0.38	0.27993	0.00279	0.0169299	0.00017	0.38	0.58337	0.00577	34.61110	0.0003532	0.38	0.63378
0.39	0.27753	0.00275	0.0172262	0.00017	0.39	0.56969	0.00562	34.68890	0.0003531	0.39	0.61753
0.40	0.27244	0.00268	0.0173440	0.00017	0.40	0.55381	0.00543	34.58652	0.0003497	0.40	0.60209
0.41	0.26324	0.00257	0.0171772	0.00017	0.41	0.53154	0.00517	34.02594	0.0003415	0.41	0.58741
0.42	0.25017	0.00242	0.0167225	0.00016	0.42	0.50300	0.00488	32.98419	0.0003302	0.42	0.57342
0.43	0.23427	0.00228	0.0160326	0.00016	0.43	0.47354	0.00455	31.79191	0.0003146	0.43	0.56009
0.44	0.22120	0.00220	0.0154903	0.00016	0.44	0.43582	0.00423	29.93958	0.0002997	0.44	0.54736
0.45	0.21933	0.00219	0.0157083	0.00016	0.45	0.41089	0.00405	28.86846	0.0002931	0.45	0.53519
0.46	0.21805	0.00214	0.0159636	0.00016	0.46	0.39886	0.00388	28.64627	0.0002869	0.46	0.52356
0.47	0.21033	0.00206	0.0157329	0.00016	0.47	0.37681	0.00367	27.65123	0.0002777	0.47	0.51242
0.48	0.20205	0.00198	0.0154357	0.00015	0.48	0.35806	0.00347	26.83369	0.0002681	0.48	0.50175
0.49	0.19302	0.00188	0.0150526	0.00015	0.49	0.33674	0.00326	25.76227	0.0002566	0.49	0.49151
0.50	0.18305	0.00181	0.0145666	0.00015	0.50	0.31489	0.00309	24.58235	0.0002483	0.50	0.48168
0.51	0.17878	0.00176	0.0145110	0.00014	0.51	0.30320	0.00300	24.14246	0.0002456	0.51	0.47223
0.52	0.17342	0.00171	0.0143523	0.00014	0.52	0.29614	0.00292	24.04283	0.0002438	0.52	0.46315
0.53	0.16762	0.00166	0.0141388	0.00014	0.53	0.28756	0.00283	23.79507	0.0002411	0.53	0.45441
0.54	0.16413	0.00165	0.0141063	0.00014	0.54	0.27894	0.00279	23.51767	0.0002417	0.54	0.44600
0.55	0.16518	0.00166	0.0144594	0.00015	0.55	0.27843	0.00278	23.90918	0.0002457	0.55	0.43789
0.56	0.16603	0.00166	0.0147981	0.00015	0.56	0.27785	0.00276	24.29318	0.0002484	0.56	0.43007
0.57	0.16571	0.00166	0.0150332	0.00015	0.57	0.27461	0.00271	24.43894	0.0002484	0.57	0.42252
0.58	0.16612	0.00166	0.0153348	0.00015	0.58	0.26829	0.00267	24.29565	0.0002484	0.58	0.41524
0.59	0.16653	0.00166	0.0156373	0.00016	0.59	0.26530	0.00264	24.43857	0.0002495	0.59	0.40820
0.60	0.16599	0.00166	0.0158504	0.00016	0.60	0.26175	0.00260	24.52027	0.0002500	0.60	0.40140
0.61	0.16506	0.00165	0.0160246	0.00016	0.61	0.25756	0.00255	24.53032	0.0002492	0.61	0.39482
0.62	0.16406	0.00163	0.0161886	0.00016	0.62	0.25175	0.00248	24.36956	0.0002471	0.62	0.38845
0.63	0.16182	0.00161	0.0162252	0.00016	0.63	0.24508	0.00242	24.10716	0.0002445	0.63	0.38228
0.64	0.15946	0.00159	0.0162422	0.00016	0.64	0.23873	0.00237	23.85464	0.0002430	0.64	0.37631
0.65	0.15871	0.00159	0.0164186	0.00017	0.65	0.23478	0.00234	23.82621	0.0002444	0.65	0.37052
0.66	0.15887	0.00159	0.0166885	0.00017	0.66	0.23413	0.00234	24.12628	0.0002476	0.66	0.36491
0.67	0.15928	0.00159	0.0169851	0.00017	0.67	0.23372	0.00232	24.44862	0.0002493	0.67	0.35946
0.68	0.15837	0.00157	0.0171397	0.00017	0.68	0.23042	0.00227	24.46365	0.0002479	0.68	0.35417
0.69	0.15578	0.00153	0.0171076	0.00017	0.69	0.22439	0.00221	24.17336	0.0002440	0.69	0.34904
0.70	0.15119	0.00149	0.0168441	0.00017	0.70	0.21677	0.00213	23.69100	0.0002384	0.70	0.34405
0.71	0.14610	0.00143	0.0165097	0.00016	0.71	0.20832	0.00204	23.09254	0.0002316	0.71	0.33921
0.72	0.14056	0.00137	0.0161075	0.00016	0.72	0.19881	0.00194	22.34928	0.0002239	0.72	0.33450
0.73	0.13432	0.00131	0.0156054	0.00015	0.73	0.18936	0.00185	21.58290	0.0002163	0.73	0.32991
0.74	0.12785	0.00125	0.0150573	0.00015	0.74	0.18047	0.00176	20.85055	0.0002092	0.74	0.32546

SPETTRO INPUT					SPETTRO DI OUTPUT "RSL"					SPETTRO DI OUTPUT "RSL" NORMALIZZATO (metodo ICMS 2008)	
T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA ₀	SI ₀	Integrale SI ₀	T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA	SI	Integrale SI	T(s)	SA (g)
0.75	0.12160	0.00119	0.0145146	0.00014	0.75	0.17248	0.00168	20.19653	0.0002024	0.75	0.32112
0.76	0.11680	0.00115	0.0141284	0.00014	0.76	0.16439	0.00160	19.50659	0.0001953	0.76	0.31689
0.77	0.11341	0.00113	0.0138987	0.00014	0.77	0.15642	0.00153	18.80504	0.0001891	0.77	0.31278
0.78	0.11193	0.00112	0.0138947	0.00014	0.78	0.15029	0.00148	18.30258	0.0001844	0.78	0.30877
0.79	0.11130	0.00111	0.0139946	0.00014	0.79	0.14497	0.00143	17.88096	0.0001812	0.79	0.30486
0.80	0.11090	0.00111	0.0141206	0.00014	0.80	0.14140	0.00140	17.66097	0.0001796	0.80	0.30105
0.81	0.11031	0.00110	0.0142211	0.00014	0.81	0.13902	0.00138	17.58073	0.0001789	0.81	0.29733
0.82	0.10949	0.00109	0.0142889	0.00014	0.82	0.13677	0.00136	17.51093	0.0001790	0.82	0.29370
0.83	0.10864	0.00109	0.0143511	0.00014	0.83	0.13595	0.00136	17.61763	0.0001802	0.83	0.29017
0.84	0.10838	0.00109	0.0144898	0.00015	0.84	0.13525	0.00135	17.73844	0.0001813	0.84	0.28671
0.85	0.10895	0.00109	0.0147391	0.00015	0.85	0.13442	0.00134	17.83893	0.0001823	0.85	0.28334
0.86	0.10940	0.00110	0.0149739	0.00015	0.86	0.13359	0.00133	17.93733	0.0001838	0.86	0.28004
0.87	0.10996	0.00110	0.0152251	0.00015	0.87	0.13337	0.00133	18.11599	0.0001858	0.87	0.27682
0.88	0.11005	0.00110	0.0154137	0.00015	0.88	0.13349	0.00133	18.34058	0.0001876	0.88	0.27368
0.89	0.10942	0.00109	0.0154992	0.00015	0.89	0.13292	0.00132	18.46957	0.0001885	0.89	0.27060
0.90	0.10811	0.00107	0.0154859	0.00015	0.90	0.13170	0.00131	18.50572	0.0001886	0.90	0.26760
0.91	0.10621	0.00105	0.0153819	0.00015	0.91	0.13016	0.00129	18.49271	0.0001880	0.91	0.26466
0.92	0.10448	0.00103	0.0152989	0.00015	0.92	0.12803	0.00127	18.39062	0.0001864	0.92	0.26178
0.93	0.10244	0.00101	0.0151626	0.00015	0.93	0.12516	0.00123	18.17380	0.0001837	0.93	0.25897
0.94	0.09990	0.00098	0.0149459	0.00015	0.94	0.12172	0.00120	17.86440	0.0001801	0.94	0.25621
0.95	0.09695	0.00096	0.0146591	0.00015	0.95	0.11780	0.00116	17.47188	0.0001758	0.95	0.25351
0.96	0.09445	0.00093	0.0144305	0.00014	0.96	0.11353	0.00111	17.01716	0.0001708	0.96	0.25087
0.97	0.09192	0.00091	0.0141904	0.00014	0.97	0.10886	0.00107	16.48694	0.0001657	0.97	0.24829
0.98	0.08933	0.00088	0.0139336	0.00014	0.98	0.10468	0.00103	16.01628	0.0001613	0.98	0.24575
0.99	0.08683	0.00086	0.0136814	0.00014	0.99	0.10111	0.00099	15.62806	0.0001574	0.99	0.24327
1.00	0.08449	0.00083	0.0134478	0.00013	1.00	0.09768	0.00096	15.25124	0.0001537	1.00	0.24084
1.01	0.08234	0.00082	0.0132358	0.00013	1.01	0.09457	0.00094	14.91370	0.0001518	1.01	0.23845
1.02	0.08203	0.00082	0.0133167	0.00013	1.02	0.09340	0.00093	14.87456	0.0001519	1.02	0.23612
1.03	0.08190	0.00082	0.0134260	0.00013	1.03	0.09285	0.00093	14.93116	0.0001530	1.03	0.23382
1.04	0.08175	0.00082	0.0135309	0.00014	1.04	0.09293	0.00093	15.09016	0.0001546	1.04	0.23157
1.05	0.08172	0.00082	0.0136572	0.00014	1.05	0.09299	0.00093	15.24520	0.0001562	1.05	0.22937
1.06	0.08167	0.00082	0.0137782	0.00014	1.06	0.09302	0.00093	15.39436	0.0001576	1.06	0.22721
1.07	0.08154	0.00082	0.0138866	0.00014	1.07	0.09298	0.00093	15.53326	0.0001590	1.07	0.22508
1.08	0.08154	0.00081	0.0140155	0.00014	1.08	0.09286	0.00093	15.65840	0.0001603	1.08	0.22300
1.09	0.08142	0.00081	0.0141241	0.00014	1.09	0.09275	0.00093	15.78462	0.0001615	1.09	0.22095
1.10	0.08126	0.00081	0.0142269	0.00014	1.10	0.09254	0.00092	15.89248	0.0001624	1.10	0.21894
1.11	0.08113	0.00081	0.0143332	0.00014	1.11	0.09220	0.00092	15.97919	0.0001633	1.11	0.21697
1.12	0.08092	0.00081	0.0144239	0.00014	1.12	0.09186	0.00092	16.06373	0.0001641	1.12	0.21503
1.13	0.08055	0.00080	0.0144861	0.00015	1.13	0.09141	0.00091	16.12709	0.0001647	1.13	0.21313
1.14	0.08002	0.00080	0.0145186	0.00015	1.14	0.09095	0.00091	16.18729	0.0001652	1.14	0.21126
1.15	0.07936	0.00079	0.0145243	0.00015	1.15	0.09035	0.00090	16.22295	0.0001654	1.15	0.20942
1.16	0.07858	0.00078	0.0145074	0.00014	1.16	0.08962	0.00089	16.23058	0.0001654	1.16	0.20762
1.17	0.07773	0.00077	0.0144738	0.00014	1.17	0.08877	0.00088	16.21583	0.0001651	1.17	0.20584
1.18	0.07683	0.00076	0.0144290	0.00014	1.18	0.08785	0.00087	16.18484	0.0001648	1.18	0.20410
1.19	0.07593	0.00076	0.0143812	0.00014	1.19	0.08690	0.00086	16.14626	0.0001644	1.19	0.20238
1.20	0.07585	0.00076	0.0144871	0.00015	1.20	0.08599	0.00086	16.11130	0.0001646	1.20	0.20070
1.21	0.07585	0.00076	0.0146064	0.00015	1.21	0.08565	0.00086	16.18138	0.0001655	1.21	0.19904
1.22	0.07590	0.00076	0.0147365	0.00015	1.22	0.08555	0.00085	16.29538	0.0001667	1.22	0.19741
1.23	0.07600	0.00076	0.0148770	0.00015	1.23	0.08543	0.00085	16.40644	0.0001678	1.23	0.19580
1.24	0.07608	0.00076	0.0150138	0.00015	1.24	0.08528	0.00085	16.50965	0.0001687	1.24	0.19422
1.25	0.07610	0.00076	0.0151404	0.00015	1.25	0.08505	0.00085	16.59795	0.0001696	1.25	0.19267
1.26	0.07605	0.00076	0.0152507	0.00015	1.26	0.08475	0.00085	16.67168	0.0001703	1.26	0.19114
1.27	0.07595	0.00076	0.0153519	0.00015	1.27	0.08440	0.00084	16.73535	0.0001708	1.27	0.18964
1.28	0.07574	0.00076	0.0154303	0.00015	1.28	0.08395	0.00084	16.77744	0.0001712	1.28	0.18815
1.29	0.07538	0.00075	0.0154770	0.00015	1.29	0.08343	0.00083	16.80290	0.0001713	1.29	0.18670
1.30	0.07487	0.00075	0.0154904	0.00015	1.30	0.08280	0.00082	16.80510	0.0001712	1.30	0.18526
1.31	0.07421	0.00074	0.0154724	0.00015	1.31	0.08202	0.00082	16.77601	0.0001707	1.31	0.18385
1.32	0.07342	0.00073	0.0154252	0.00015	1.32	0.08110	0.00081	16.71439	0.0001701	1.32	0.18245
1.33	0.07279	0.00072	0.0154082	0.00015	1.33	0.08022	0.00080	16.65757	0.0001696	1.33	0.18108
1.34	0.07216	0.00072	0.0153890	0.00015	1.34	0.07945	0.00079	16.62117	0.0001691	1.34	0.17973
1.35	0.07146	0.00071	0.0153547	0.00015	1.35	0.07858	0.00078	16.56339	0.0001685	1.35	0.17840
1.36	0.07078	0.00070	0.0153202	0.00015	1.36	0.07764	0.00077	16.48678	0.0001677	1.36	0.17709
1.37	0.07007	0.00070	0.0152776	0.00015	1.37	0.07675	0.00077	16.41751	0.0001675	1.37	0.17579
1.38	0.06993	0.00070	0.0153590	0.00015	1.38	0.07630	0.00076	16.44021	0.0001684	1.38	0.17452
1.39	0.06997	0.00070	0.0154797	0.00016	1.39	0.07650	0.00077	16.60282	0.0001700	1.39	0.17326
1.40	0.06991	0.00070	0.0155764	0.00016	1.40	0.07660	0.00077	16.74434	0.0001713	1.40	0.17203
1.41	0.06974	0.00070	0.0156497	0.00016	1.41	0.07663	0.00077	16.86917	0.0001725	1.41	0.17081
1.42	0.06948	0.00069	0.0157020	0.00016	1.42	0.07654	0.00076	16.96906	0.0001733	1.42	0.16960
1.43	0.06913	0.00069	0.0157340	0.00016	1.43	0.07632	0.00076	17.03891	0.0001739	1.43	0.16842
1.44	0.06870	0.00068	0.0157444	0.00016	1.44	0.07596	0.00076	17.07724	0.0001741	1.44	0.16725
1.45	0.06817	0.00068	0.0157323	0.00016	1.45	0.07546	0.00075	17.08341	0.0001740	1.45	0.16609
1.46	0.06755	0.00067	0.0156974	0.00016	1.46	0.07483	0.00074	17.05838	0.0001736	1.46	0.16496
1.47	0.06686	0.00066	0.0156425	0.00016	1.47	0.07409	0.00074	17.00514	0.0001730	1.47	0.16384
1.48	0.06611	0.00066	0.0155720	0.00016	1.48	0.07326	0.00073	16.92818	0.0001721	1.48	0.16273
1.49	0.06532	0.00065	0.0154896	0.00015	1.49	0.07235	0.00072	16.83166	0.0001710	1.49	0.16164
1.50	0.06449	0.00064	0.0153958	0.00015	1.50	0.07138	0.00071	16.71718	0.0001697	1.50	0.16056
1.51	0.06363	0.00063	0.0152919	0.00015	1.51	0.07034	0.00070	16.58373	0.0001683	1.51	0.15950
1.52	0.06277	0.00062	0.0151848	0.00015	1.52	0.06926	0.00069	16.43777	0.0001668	1.52	0.15845
1.53	0.06199	0.00062	0.0150962	0.00015	1.53	0.06817	0.00068	16.28366	0.0001652	1.53	0.15741

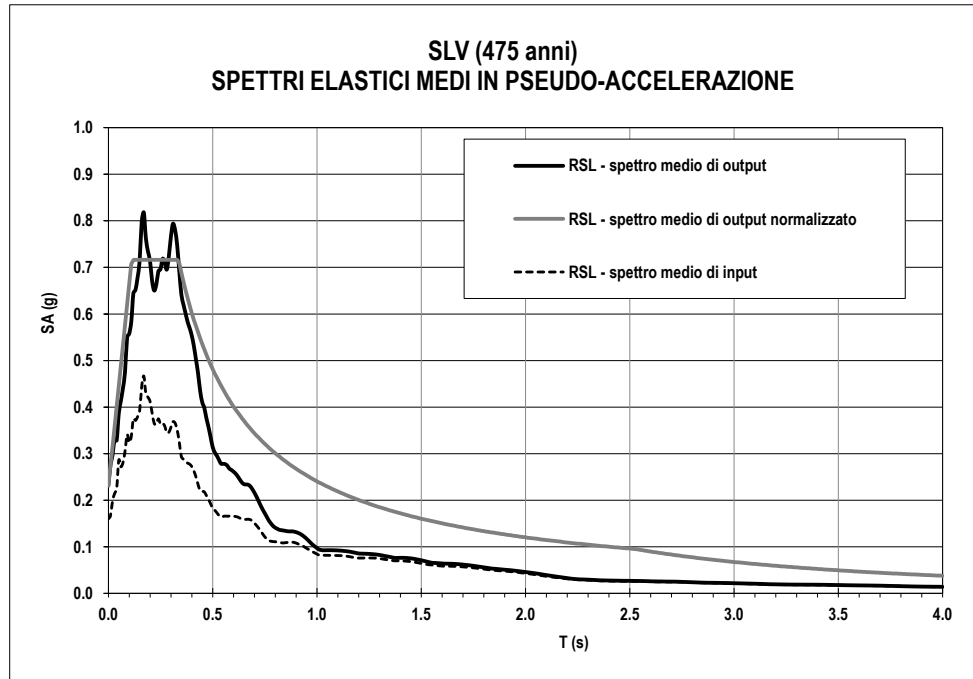
SPETTRO INPUT					SPETTRO DI OUTPUT "RSL"					SPETTRO DI OUTPUT "RSL" NORMALIZZATO (metodo ICMS 2008)	
T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA ₀	SI ₀	Integrale SI ₀	T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA	SI	Integrale SI	T(s)	SA (g)
1.54	0.06143	0.00061	0.0150562	0.00015	1.54	0.06712	0.00067	16.13818	0.0001638	1.54	0.15639
1.55	0.06097	0.00061	0.0150410	0.00015	1.55	0.06613	0.00066	16.00281	0.0001631	1.55	0.15538
1.56	0.06051	0.00060	0.0150238	0.00015	1.56	0.06572	0.00066	16.00608	0.0001634	1.56	0.15438
1.57	0.06003	0.00060	0.0150002	0.00015	1.57	0.06551	0.00065	16.05772	0.0001638	1.57	0.15340
1.58	0.05952	0.00059	0.0149672	0.00015	1.58	0.06522	0.00065	16.08809	0.0001641	1.58	0.15243
1.59	0.05905	0.00059	0.0149427	0.00015	1.59	0.06489	0.00065	16.10971	0.0001643	1.59	0.15147
1.60	0.05869	0.00059	0.0149445	0.00015	1.60	0.06456	0.00064	16.12795	0.0001644	1.60	0.15052
1.61	0.05836	0.00058	0.0149529	0.00015	1.61	0.06418	0.00064	16.13413	0.0001648	1.61	0.14959
1.62	0.05842	0.00058	0.0150614	0.00015	1.62	0.06406	0.00064	16.20227	0.0001656	1.62	0.14867
1.63	0.05840	0.00058	0.0151504	0.00015	1.63	0.06403	0.00064	16.29643	0.0001665	1.63	0.14775
1.64	0.05830	0.00058	0.0152165	0.00015	1.64	0.06393	0.00064	16.36967	0.0001672	1.64	0.14685
1.65	0.05818	0.00058	0.0152772	0.00015	1.65	0.06376	0.00064	16.42650	0.0001677	1.65	0.14596
1.66	0.05806	0.00058	0.0153399	0.00015	1.66	0.06357	0.00063	16.47610	0.0001681	1.66	0.14508
1.67	0.05788	0.00058	0.0153828	0.00015	1.67	0.06330	0.00063	16.50389	0.0001683	1.67	0.14421
1.68	0.05763	0.00057	0.0154080	0.00015	1.68	0.06295	0.00063	16.51252	0.0001683	1.68	0.14336
1.69	0.05731	0.00057	0.0154159	0.00015	1.69	0.06255	0.00062	16.50414	0.0001681	1.69	0.14251
1.70	0.05697	0.00057	0.0154146	0.00015	1.70	0.06210	0.00062	16.48374	0.0001678	1.70	0.14167
1.71	0.05657	0.00056	0.0153953	0.00015	1.71	0.06160	0.00061	16.44739	0.0001675	1.71	0.14084
1.72	0.05618	0.00056	0.0153779	0.00015	1.72	0.06113	0.00061	16.41549	0.0001671	1.72	0.14002
1.73	0.05575	0.00056	0.0153491	0.00015	1.73	0.06064	0.00060	16.37848	0.0001667	1.73	0.13921
1.74	0.05533	0.00055	0.0153214	0.00015	1.74	0.06008	0.00060	16.32303	0.0001660	1.74	0.13841
1.75	0.05487	0.00055	0.0152832	0.00015	1.75	0.05947	0.00059	16.25029	0.0001652	1.75	0.13762
1.76	0.05438	0.00054	0.0152314	0.00015	1.76	0.05882	0.00058	16.16245	0.0001642	1.76	0.13684
1.77	0.05386	0.00054	0.0151730	0.00015	1.77	0.05813	0.00058	16.06320	0.0001633	1.77	0.13607
1.78	0.05337	0.00053	0.0151186	0.00015	1.78	0.05751	0.00057	15.98252	0.0001624	1.78	0.13530
1.79	0.05282	0.00053	0.0150483	0.00015	1.79	0.05685	0.00057	15.88813	0.0001615	1.79	0.13455
1.80	0.05224	0.00052	0.0149644	0.00015	1.80	0.05619	0.00056	15.79267	0.0001604	1.80	0.13380
1.81	0.05162	0.00051	0.0148702	0.00015	1.81	0.05550	0.00055	15.68545	0.0001594	1.81	0.13306
1.82	0.05100	0.00051	0.0147726	0.00015	1.82	0.05485	0.00055	15.58546	0.0001584	1.82	0.13233
1.83	0.05040	0.00050	0.0146802	0.00015	1.83	0.05420	0.00054	15.48725	0.0001573	1.83	0.13161
1.84	0.04982	0.00050	0.0145905	0.00015	1.84	0.05355	0.00053	15.38316	0.0001567	1.84	0.13089
1.85	0.04945	0.00049	0.0145610	0.00015	1.85	0.05317	0.00053	15.35867	0.0001564	1.85	0.13018
1.86	0.04914	0.00049	0.0145455	0.00015	1.86	0.05280	0.00053	15.33310	0.0001561	1.86	0.12948
1.87	0.04879	0.00049	0.0145213	0.00015	1.87	0.05239	0.00052	15.29749	0.0001557	1.87	0.12879
1.88	0.04844	0.00048	0.0144944	0.00014	1.88	0.05196	0.00052	15.25206	0.0001552	1.88	0.12811
1.89	0.04810	0.00048	0.0144673	0.00014	1.89	0.05152	0.00051	15.20327	0.0001548	1.89	0.12743
1.90	0.04775	0.00048	0.0144405	0.00014	1.90	0.05112	0.00051	15.16460	0.0001544	1.90	0.12676
1.91	0.04741	0.00047	0.0144135	0.00014	1.91	0.05073	0.00051	15.12823	0.0001540	1.91	0.12609
1.92	0.04706	0.00047	0.0143814	0.00014	1.92	0.05036	0.00050	15.09533	0.0001536	1.92	0.12544
1.93	0.04669	0.00046	0.0143403	0.00014	1.93	0.04994	0.00050	15.04891	0.0001531	1.93	0.12479
1.94	0.04627	0.00046	0.0142878	0.00014	1.94	0.04947	0.00049	14.98511	0.0001523	1.94	0.12414
1.95	0.04582	0.00046	0.0142196	0.00014	1.95	0.04895	0.00049	14.90327	0.0001515	1.95	0.12351
1.96	0.04531	0.00045	0.0141337	0.00014	1.96	0.04841	0.00048	14.81546	0.0001505	1.96	0.12288
1.97	0.04476	0.00044	0.0140333	0.00014	1.97	0.04786	0.00048	14.71995	0.0001495	1.97	0.12225
1.98	0.04418	0.00044	0.0139232	0.00014	1.98	0.04729	0.00047	14.61774	0.0001485	1.98	0.12164
1.99	0.04360	0.00043	0.0138086	0.00014	1.99	0.04671	0.00046	14.51267	0.0001474	1.99	0.12102
2.00	0.04302	0.00043	0.0136929	0.00014	2.00	0.04614	0.00046	14.40718	0.0001463	2.00	0.12042
2.01	0.04244	0.00042	0.0135772	0.00014	2.01	0.04557	0.00045	14.30127	0.0001452	2.01	0.11982
2.02	0.04187	0.00042	0.0134597	0.00013	2.02	0.04500	0.00045	14.19274	0.0001441	2.02	0.11923
2.03	0.04128	0.00041	0.0133369	0.00013	2.03	0.04442	0.00044	14.07727	0.0001429	2.03	0.11864
2.04	0.04067	0.00040	0.0132050	0.00013	2.04	0.04380	0.00043	13.95055	0.0001415	2.04	0.11806
2.05	0.04003	0.00040	0.0130611	0.00013	2.05	0.04315	0.00043	13.80995	0.0001400	2.05	0.11748
2.06	0.03936	0.00039	0.0129045	0.00013	2.06	0.04247	0.00042	13.66116	0.0001385	2.06	0.11691
2.07	0.03866	0.00038	0.0127374	0.00013	2.07	0.04178	0.00041	13.50281	0.0001368	2.07	0.11635
2.08	0.03799	0.00038	0.0125772	0.00012	2.08	0.04106	0.00041	13.33499	0.0001351	2.08	0.11579
2.09	0.03733	0.00037	0.0124178	0.00012	2.09	0.04034	0.00040	13.16190	0.0001333	2.09	0.11523
2.10	0.03669	0.00036	0.0122617	0.00012	2.10	0.03961	0.00039	12.98800	0.0001315	2.10	0.11468
2.11	0.03607	0.00036	0.0121113	0.00012	2.11	0.03890	0.00039	12.81537	0.0001298	2.11	0.11414
2.12	0.03549	0.00035	0.0119762	0.00012	2.12	0.03820	0.00038	12.64465	0.0001281	2.12	0.11360
2.13	0.03494	0.00035	0.0118431	0.00012	2.13	0.03755	0.00037	12.48667	0.0001265	2.13	0.11307
2.14	0.03439	0.00034	0.0117132	0.00012	2.14	0.03689	0.00037	12.32664	0.0001248	2.14	0.11254
2.15	0.03386	0.00034	0.0115858	0.00012	2.15	0.03625	0.00036	12.16697	0.0001232	2.15	0.11202
2.16	0.03332	0.00033	0.0114548	0.00011	2.16	0.03559	0.00035	12.00343	0.0001215	2.16	0.11150
2.17	0.03278	0.00033	0.0113213	0.00011	2.17	0.03496	0.00035	11.84454	0.0001199	2.17	0.11099
2.18	0.03229	0.00032	0.0112016	0.00011	2.18	0.03434	0.00034	11.68746	0.0001183	2.18	0.11048
2.19	0.03181	0.00032	0.0110859	0.00011	2.19	0.03373	0.00033	11.53175	0.0001167	2.19	0.10997
2.20	0.03134	0.00031	0.0109729	0.00011	2.20	0.03311	0.00033	11.37141	0.0001151	2.20	0.10947
2.21	0.03087	0.00031	0.0108566	0.00011	2.21	0.03248	0.00032	11.20885	0.0001135	2.21	0.10898
2.22	0.03043	0.00030	0.0107505	0.00011	2.22	0.03189	0.00032	11.05236	0.0001120	2.22	0.10849
2.23	0.03012	0.00030	0.0106890	0.00011	2.23	0.03139	0.00031	10.92804	0.0001110	2.23	0.10800
2.24	0.02981	0.00030	0.0106265	0.00011	2.24	0.03101	0.00031	10.84588	0.0001102	2.24	0.10752
2.25	0.02950	0.00029	0.0105631	0.00011	2.25	0.03066	0.00031	10.77138	0.0001095	2.25	0.10704
2.26	0.02924	0.00029	0.0105181	0.00011	2.26	0.03038	0.00030	10.71884	0.0001093	2.26	0.10657
2.27	0.02909	0.00029	0.0105088	0.00011	2.27	0.03026	0.00030	10.72297	0.0001093	2.27	0.10610
2.28	0.02892	0.00029	0.0104945	0.00010	2.28	0.03011	0.00030	10.71991	0.0001092	2.28	0.10563
2.29	0.02874	0.00029	0.0104739	0.00010	2.29	0.02995	0.00030	10.70851	0.0001091	2.29	0.10517
2.30	0.02854	0.00028	0.0104460	0.00010	2.30	0.02976	0.00030	10.68837	0.0001088	2.30	0.10471
2.31	0.02832	0.00028	0.0104107	0.00010	2.31	0.02956	0.00029	10.65969	0.0001085	2.31	0.10426
2.32	0.02808	0.00028	0.0103685	0.00010	2.32	0.02933	0.00029	10.62328	0.0001081	2.32	0.10381

SPETTRO INPUT					SPETTRO DI OUTPUT "RSL"					SPETTRO DI OUTPUT "RSL" NORMALIZZATO (metodo ICMS 2008)	
T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA ₀	SI ₀	Integrale SI ₀	T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA	SI	Integrale SI	T(s)	SA (g)
2.33	0.02783	0.00028	0.0103206	0.00010	2.33	0.02908	0.00029	10.58031	0.0001076	2.33	0.10336
2.34	0.02757	0.00027	0.0102681	0.00010	2.34	0.02883	0.00029	10.53174	0.0001071	2.34	0.10292
2.35	0.02730	0.00027	0.0102122	0.00010	2.35	0.02856	0.00028	10.47891	0.0001066	2.35	0.10248
2.36	0.02703	0.00027	0.0101538	0.00010	2.36	0.02832	0.00028	10.43445	0.0001064	2.36	0.10205
2.37	0.02690	0.00027	0.0101477	0.00010	2.37	0.02820	0.00028	10.43519	0.0001064	2.37	0.10162
2.38	0.02679	0.00027	0.0101460	0.00010	2.38	0.02807	0.00028	10.43221	0.0001064	2.38	0.10119
2.39	0.02671	0.00027	0.0101590	0.00010	2.39	0.02799	0.00028	10.44564	0.0001065	2.39	0.10077
2.40	0.02663	0.00027	0.0101726	0.00010	2.40	0.02791	0.00028	10.45712	0.0001067	2.40	0.10035
2.41	0.02655	0.00027	0.0101831	0.00010	2.41	0.02783	0.00028	10.47209	0.0001068	2.41	0.09993
2.42	0.02646	0.00026	0.0101902	0.00010	2.42	0.02775	0.00028	10.48369	0.0001069	2.42	0.09952
2.43	0.02636	0.00026	0.0101945	0.00010	2.43	0.02766	0.00028	10.49317	0.0001070	2.43	0.09911
2.44	0.02630	0.00026	0.0102134	0.00010	2.44	0.02756	0.00028	10.50012	0.0001071	2.44	0.09870
2.45	0.02627	0.00026	0.0102444	0.00010	2.45	0.02748	0.00027	10.51182	0.0001073	2.45	0.09830
2.46	0.02624	0.00026	0.0102729	0.00010	2.46	0.02742	0.00027	10.53252	0.0001075	2.46	0.09790
2.47	0.02620	0.00026	0.0102989	0.00010	2.47	0.02736	0.00027	10.54960	0.0001077	2.47	0.09751
2.48	0.02615	0.00026	0.0103233	0.00010	2.48	0.02730	0.00027	10.57143	0.0001079	2.48	0.09711
2.49	0.02611	0.00026	0.0103459	0.00010	2.49	0.02725	0.00027	10.59345	0.0001081	2.49	0.09672
2.50	0.02605	0.00026	0.0103663	0.00010	2.50	0.02720	0.00027	10.61684	0.0001083	2.50	0.09634
2.51	0.02599	0.00026	0.0103839	0.00010	2.51	0.02715	0.00027	10.63952	0.0001086	2.51	0.09595
2.52	0.02593	0.00026	0.0104010	0.00010	2.52	0.02710	0.00027	10.66064	0.0001088	2.52	0.09557
2.53	0.02588	0.00026	0.0104202	0.00010	2.53	0.02703	0.00027	10.67871	0.0001089	2.53	0.09519
2.54	0.02581	0.00026	0.0104355	0.00010	2.54	0.02696	0.00027	10.69011	0.0001090	2.54	0.09482
2.55	0.02574	0.00026	0.0104447	0.00010	2.55	0.02688	0.00027	10.70338	0.0001092	2.55	0.09445
2.56	0.02564	0.00026	0.0104465	0.00010	2.56	0.02681	0.00027	10.71540	0.0001092	2.56	0.09408
2.57	0.02552	0.00025	0.0104401	0.00010	2.57	0.02671	0.00027	10.71810	0.0001092	2.57	0.09371
2.58	0.02539	0.00025	0.0104250	0.00010	2.58	0.02659	0.00027	10.71130	0.0001091	2.58	0.09335
2.59	0.02523	0.00025	0.0104017	0.00010	2.59	0.02645	0.00026	10.69583	0.0001089	2.59	0.09299
2.60	0.02507	0.00025	0.0103725	0.00010	2.60	0.02629	0.00026	10.67289	0.0001086	2.60	0.09263
2.61	0.02495	0.00025	0.0103654	0.00010	2.61	0.02612	0.00026	10.64336	0.0001086	2.61	0.09227
2.62	0.02490	0.00025	0.0103843	0.00010	2.62	0.02605	0.00026	10.65700	0.0001087	2.62	0.09192
2.63	0.02485	0.00025	0.0104012	0.00010	2.63	0.02600	0.00026	10.67433	0.0001089	2.63	0.09157
2.64	0.02479	0.00025	0.0104170	0.00010	2.64	0.02593	0.00026	10.68907	0.0001090	2.64	0.09123
2.65	0.02473	0.00025	0.0104318	0.00010	2.65	0.02587	0.00026	10.70178	0.0001091	2.65	0.09088
2.66	0.02468	0.00025	0.0104468	0.00010	2.66	0.02579	0.00026	10.71251	0.0001092	2.66	0.09054
2.67	0.02471	0.00025	0.0105012	0.00011	2.67	0.02572	0.00026	10.71991	0.0001093	2.67	0.09020
2.68	0.02474	0.00025	0.0105525	0.00011	2.68	0.02562	0.00026	10.72227	0.0001094	2.68	0.08986
2.69	0.02475	0.00025	0.0105982	0.00011	2.69	0.02559	0.00026	10.74660	0.0001097	2.69	0.08953
2.70	0.02475	0.00025	0.0106360	0.00011	2.70	0.02556	0.00026	10.77397	0.0001099	2.70	0.08916
2.71	0.02472	0.00025	0.0106641	0.00011	2.71	0.02551	0.00025	10.79185	0.0001100	2.71	0.08880
2.72	0.02467	0.00025	0.0106815	0.00011	2.72	0.02543	0.00025	10.79918	0.0001101	2.72	0.08845
2.73	0.02460	0.00025	0.0106873	0.00011	2.73	0.02532	0.00025	10.79419	0.0001099	2.73	0.08811
2.74	0.02449	0.00024	0.0106810	0.00011	2.74	0.02519	0.00025	10.77688	0.0001097	2.74	0.08777
2.75	0.02436	0.00024	0.0106628	0.00011	2.75	0.02504	0.00025	10.74960	0.0001094	2.75	0.08743
2.76	0.02421	0.00024	0.0106341	0.00011	2.76	0.02488	0.00025	10.72311	0.0001091	2.76	0.08709
2.77	0.02404	0.00024	0.0105970	0.00011	2.77	0.02472	0.00025	10.69045	0.0001088	2.77	0.08675
2.78	0.02385	0.00024	0.0105541	0.00011	2.78	0.02454	0.00024	10.65312	0.0001084	2.78	0.08641
2.79	0.02367	0.00024	0.0105108	0.00010	2.79	0.02437	0.00024	10.61521	0.0001080	2.79	0.08607
2.80	0.02349	0.00023	0.0104688	0.00010	2.80	0.02420	0.00024	10.57792	0.0001076	2.80	0.08573
2.81	0.02332	0.00023	0.0104302	0.00010	2.81	0.02402	0.00024	10.53978	0.0001072	2.81	0.08539
2.82	0.02316	0.00023	0.0103945	0.00010	2.82	0.02385	0.00024	10.50192	0.0001069	2.82	0.08505
2.83	0.02302	0.00023	0.0103683	0.00010	2.83	0.02368	0.00024	10.46498	0.0001065	2.83	0.08471
2.84	0.02288	0.00023	0.0103437	0.00010	2.84	0.02353	0.00023	10.43404	0.0001063	2.84	0.08437
2.85	0.02275	0.00023	0.0103201	0.00010	2.85	0.02341	0.00023	10.41537	0.0001061	2.85	0.08403
2.86	0.02262	0.00023	0.0102963	0.00010	2.86	0.02328	0.00023	10.39724	0.0001059	2.86	0.08369
2.87	0.02249	0.00022	0.0102710	0.00010	2.87	0.02316	0.00023	10.37794	0.0001057	2.87	0.08335
2.88	0.02235	0.00022	0.0102464	0.00010	2.88	0.02306	0.00023	10.36752	0.0001058	2.88	0.08301
2.89	0.02232	0.00022	0.0102685	0.00010	2.89	0.02303	0.00023	10.39159	0.0001060	2.89	0.08267
2.90	0.02229	0.00022	0.0102880	0.00010	2.90	0.02300	0.00023	10.41253	0.0001062	2.90	0.08233
2.91	0.02225	0.00022	0.0103058	0.00010	2.91	0.02295	0.00023	10.42802	0.0001063	2.91	0.08199
2.92	0.02220	0.00022	0.0103187	0.00010	2.92	0.02289	0.00023	10.43622	0.0001064	2.92	0.08165
2.93	0.02215	0.00022	0.0103274	0.00010	2.93	0.02282	0.00023	10.43714	0.0001063	2.93	0.08131
2.94	0.02208	0.00022	0.0103300	0.00010	2.94	0.02272	0.00023	10.42859	0.0001063	2.94	0.08097
2.95	0.02199	0.00022	0.0103239	0.00010	2.95	0.02262	0.00023	10.42016	0.0001062	2.95	0.08063
2.96	0.02188	0.00022	0.0103090	0.00010	2.96	0.02254	0.00022	10.41723	0.0001061	2.96	0.08029
2.97	0.02178	0.00022	0.0102953	0.00010	2.97	0.02244	0.00022	10.40550	0.0001060	2.97	0.07995
2.98	0.02167	0.00022	0.0102789	0.00010	2.98	0.02234	0.00022	10.39246	0.0001059	2.98	0.07961
2.99	0.02156	0.00021	0.0102576	0.00010	2.99	0.02224	0.00022	10.38237	0.0001058	2.99	0.07927
3.00	0.02143	0.00021	0.0102344	0.00010	3.00	0.02214	0.00022	10.36872	0.0001056	3.00	0.07893
3.01	0.02131	0.00021	0.0102092	0.00010	3.01	0.02203	0.00022	10.35190	0.0001054	3.01	0.07859
3.02	0.02119	0.00021	0.0101829	0.00010	3.02	0.02191	0.00022	10.33323	0.0001052	3.02	0.07825
3.03	0.02106	0.00021	0.0101560	0.00010	3.03	0.02180	0.00022	10.31355	0.0001050	3.03	0.07791
3.04	0.02094	0.00021	0.0101292	0.00010	3.04	0.02169	0.00022	10.29362	0.0001048	3.04	0.07757
3.05	0.02081	0.00021	0.0101029	0.00010	3.05	0.02157	0.00022	10.27385	0.0001046	3.05	0.07723
3.06	0.02069	0.00021	0.0100770	0.00010	3.06	0.02146	0.00021	10.25440	0.0001044	3.06	0.07689
3.07	0.02057	0.00021	0.0100512	0.00010	3.07	0.02135	0.00021	10.23508	0.0001042	3.07	0.07655
3.08	0.02045	0.00020	0.0100252	0.00010	3.08	0.02124	0.00021	10.21543	0.0001040	3.08	0.07621
3.09	0.02033	0.00020	0.0099981	0.00010	3.09	0.02113	0.00021	10.19484	0.0001038	3.09	0.07587
3.10	0.02021	0.00020	0.0099690	0.00010	3.10	0.02102	0.00021	10.17221	0.0001036	3.10	0.07553
3.11	0.02008	0.00020	0.0099368	0.00010	3.11	0.02090	0.00021	10.14651	0.0001033	3.11	0.07519

SPETTRO INPUT					SPETTRO DI OUTPUT "RSL"					SPETTRO DI OUTPUT "RSL" NORMALIZZATO (metodo ICMS 2008)	
T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA ₀	SI ₀	Integrale SI ₀	T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA	SI	Integrale SI	T(s)	SA (g)
3.12	0.01994	0.00020	0.0099004	0.00010	3.12	0.02077	0.00021	10.11642	0.0001029	3.12	0.06677
3.13	0.01980	0.00020	0.0098628	0.00010	3.13	0.02063	0.00021	10.08089	0.0001025	3.13	0.06634
3.14	0.01965	0.00020	0.0098210	0.00010	3.14	0.02048	0.00020	10.03909	0.0001021	3.14	0.06592
3.15	0.01949	0.00019	0.0097728	0.00010	3.15	0.02031	0.00020	9.99031	0.0001016	3.15	0.06551
3.16	0.01932	0.00019	0.0097181	0.00010	3.16	0.02014	0.00020	9.93479	0.0001010	3.16	0.06509
3.17	0.01919	0.00019	0.0096841	0.00010	3.17	0.01995	0.00020	9.87633	0.0001006	3.17	0.06468
3.18	0.01913	0.00019	0.0096808	0.00010	3.18	0.01988	0.00020	9.87095	0.0001006	3.18	0.06427
3.19	0.01906	0.00019	0.0096753	0.00010	3.19	0.01980	0.00020	9.86267	0.0001005	3.19	0.06387
3.20	0.01899	0.00019	0.0096692	0.00010	3.20	0.01972	0.00020	9.85249	0.0001004	3.20	0.06347
3.21	0.01892	0.00019	0.0096653	0.00010	3.21	0.01964	0.00020	9.84259	0.0001003	3.21	0.06308
3.22	0.01885	0.00019	0.0096619	0.00010	3.22	0.01956	0.00020	9.83422	0.0001002	3.22	0.06269
3.23	0.01879	0.00019	0.0096599	0.00010	3.23	0.01949	0.00019	9.82681	0.0001001	3.23	0.06230
3.24	0.01873	0.00019	0.0096600	0.00010	3.24	0.01941	0.00019	9.82102	0.0001001	3.24	0.06192
3.25	0.01868	0.00019	0.0096626	0.00010	3.25	0.01935	0.00019	9.81744	0.0001001	3.25	0.06154
3.26	0.01863	0.00019	0.0096681	0.00010	3.26	0.01929	0.00019	9.81627	0.0001001	3.26	0.06116
3.27	0.01859	0.00019	0.0096764	0.00010	3.27	0.01923	0.00019	9.81778	0.0001001	3.27	0.06079
3.28	0.01856	0.00019	0.0096875	0.00010	3.28	0.01919	0.00019	9.82674	0.0001002	3.28	0.06042
3.29	0.01853	0.00019	0.0097013	0.00010	3.29	0.01916	0.00019	9.83964	0.0001004	3.29	0.06005
3.30	0.01850	0.00018	0.0097175	0.00010	3.30	0.01913	0.00019	9.85452	0.0001005	3.30	0.05969
3.31	0.01848	0.00018	0.0097355	0.00010	3.31	0.01910	0.00019	9.87099	0.0001007	3.31	0.05933
3.32	0.01846	0.00018	0.0097549	0.00010	3.32	0.01908	0.00019	9.88866	0.0001009	3.32	0.05897
3.33	0.01844	0.00018	0.0097750	0.00010	3.33	0.01906	0.00019	9.90710	0.0001011	3.33	0.05861
3.34	0.01843	0.00018	0.0097950	0.00010	3.34	0.01903	0.00019	9.92577	0.0001013	3.34	0.05826
3.35	0.01841	0.00018	0.0098139	0.00010	3.35	0.01901	0.00019	9.94370	0.0001014	3.35	0.05792
3.36	0.01838	0.00018	0.0098309	0.00010	3.36	0.01899	0.00019	9.95982	0.0001016	3.36	0.05757
3.37	0.01836	0.00018	0.0098457	0.00010	3.37	0.01895	0.00019	9.97313	0.0001017	3.37	0.05723
3.38	0.01832	0.00018	0.0098572	0.00010	3.38	0.01892	0.00019	9.98260	0.0001018	3.38	0.05689
3.39	0.01828	0.00018	0.0098643	0.00010	3.39	0.01889	0.00019	9.99902	0.0001020	3.39	0.05656
3.40	0.01823	0.00018	0.0098664	0.00010	3.40	0.01886	0.00019	10.01283	0.0001021	3.40	0.05623
3.41	0.01819	0.00018	0.0098709	0.00010	3.41	0.01882	0.00019	10.02096	0.0001022	3.41	0.05590
3.42	0.01814	0.00018	0.0098724	0.00010	3.42	0.01877	0.00019	10.02421	0.0001022	3.42	0.05557
3.43	0.01808	0.00018	0.0098690	0.00010	3.43	0.01872	0.00019	10.02261	0.0001021	3.43	0.05525
3.44	0.01801	0.00018	0.0098613	0.00010	3.44	0.01865	0.00019	10.01587	0.0001020	3.44	0.05493
3.45	0.01794	0.00018	0.0098497	0.00010	3.45	0.01857	0.00019	10.00474	0.0001019	3.45	0.05461
3.46	0.01786	0.00018	0.0098348	0.00010	3.46	0.01849	0.00018	9.99004	0.0001017	3.46	0.05429
3.47	0.01778	0.00018	0.0098177	0.00010	3.47	0.01841	0.00018	9.97282	0.0001016	3.47	0.05398
3.48	0.01769	0.00018	0.0097995	0.00010	3.48	0.01832	0.00018	9.95394	0.0001014	3.48	0.05367
3.49	0.01761	0.00018	0.0097809	0.00010	3.49	0.01823	0.00018	9.93435	0.0001012	3.49	0.05336
3.50	0.01753	0.00017	0.0097625	0.00010	3.50	0.01814	0.00018	9.91471	0.0001010	3.50	0.05306
3.51	0.01744	0.00017	0.0097450	0.00010	3.51	0.01806	0.00018	9.89569	0.0001008	3.51	0.05276
3.52	0.01737	0.00017	0.0097288	0.00010	3.52	0.01797	0.00018	9.87778	0.0001006	3.52	0.05246
3.53	0.01729	0.00017	0.0097142	0.00010	3.53	0.01789	0.00018	9.86147	0.0001005	3.53	0.05216
3.54	0.01722	0.00017	0.0097018	0.00010	3.54	0.01782	0.00018	9.84700	0.0001003	3.54	0.05187
3.55	0.01715	0.00017	0.0096913	0.00010	3.55	0.01774	0.00018	9.83463	0.0001002	3.55	0.05158
3.56	0.01709	0.00017	0.0096829	0.00010	3.56	0.01768	0.00018	9.82431	0.0001001	3.56	0.05129
3.57	0.01703	0.00017	0.0096764	0.00010	3.57	0.01761	0.00018	9.81606	0.0001000	3.57	0.05100
3.58	0.01697	0.00017	0.0096717	0.00010	3.58	0.01755	0.00018	9.80965	0.0001000	3.58	0.05071
3.59	0.01692	0.00017	0.0096686	0.00010	3.59	0.01749	0.00017	9.80491	0.0000999	3.59	0.05043
3.60	0.01687	0.00017	0.0096676	0.00010	3.60	0.01744	0.00017	9.80154	0.0000999	3.60	0.05015
3.61	0.01683	0.00017	0.0096682	0.00010	3.61	0.01739	0.00017	9.79927	0.0000999	3.61	0.04987
3.62	0.01678	0.00017	0.0096695	0.00010	3.62	0.01733	0.00017	9.79763	0.0000999	3.62	0.04960
3.63	0.01674	0.00017	0.0096709	0.00010	3.63	0.01728	0.00017	9.79608	0.0000998	3.63	0.04933
3.64	0.01669	0.00017	0.0096718	0.00010	3.64	0.01723	0.00017	9.79401	0.0000998	3.64	0.04906
3.65	0.01665	0.00017	0.0096714	0.00010	3.65	0.01718	0.00017	9.79065	0.0000998	3.65	0.04879
3.66	0.01660	0.00017	0.0096691	0.00010	3.66	0.01712	0.00017	9.78527	0.0000997	3.66	0.04852
3.67	0.01655	0.00017	0.0096640	0.00010	3.67	0.01706	0.00017	9.77708	0.0000996	3.67	0.04826
3.68	0.01649	0.00016	0.0096553	0.00010	3.68	0.01700	0.00017	9.76535	0.0000995	3.68	0.04800
3.69	0.01642	0.00016	0.0096425	0.00010	3.69	0.01692	0.00017	9.74950	0.0000993	3.69	0.04774
3.70	0.01635	0.00016	0.0096279	0.00010	3.70	0.01684	0.00017	9.72903	0.0000990	3.70	0.04748
3.71	0.01628	0.00016	0.0096132	0.00010	3.71	0.01675	0.00017	9.70367	0.0000988	3.71	0.04722
3.72	0.01620	0.00016	0.0095931	0.00010	3.72	0.01666	0.00017	9.67341	0.0000984	3.72	0.04697
3.73	0.01612	0.00016	0.0095676	0.00010	3.73	0.01655	0.00016	9.63844	0.0000981	3.73	0.04672
3.74	0.01602	0.00016	0.0095370	0.00010	3.74	0.01644	0.00016	9.60053	0.0000977	3.74	0.04647
3.75	0.01592	0.00016	0.0095018	0.00009	3.75	0.01633	0.00016	9.56329	0.0000973	3.75	0.04622
3.76	0.01581	0.00016	0.0094627	0.00009	3.76	0.01622	0.00016	9.52339	0.0000969	3.76	0.04597
3.77	0.01570	0.00016	0.0094204	0.00009	3.77	0.01611	0.00016	9.48111	0.0000964	3.77	0.04573
3.78	0.01558	0.00016	0.0093759	0.00009	3.78	0.01599	0.00016	9.43646	0.0000960	3.78	0.04549
3.79	0.01548	0.00015	0.0093353	0.00009	3.79	0.01587	0.00016	9.39031	0.0000955	3.79	0.04525
3.80	0.01537	0.00015	0.0092954	0.00009	3.80	0.01576	0.00016	9.34945	0.0000951	3.80	0.04501
3.81	0.01526	0.00015	0.0092551	0.00009	3.81	0.01565	0.00016	9.31202	0.0000947	3.81	0.04478
3.82	0.01516	0.00015	0.0092150	0.00009	3.82	0.01555	0.00015	9.27444	0.0000944	3.82	0.04454
3.83	0.01506	0.00015	0.0091774	0.00009	3.83	0.01545	0.00015	9.23726	0.0000940	3.83	0.04431
3.84	0.01496	0.00015	0.0091421	0.00009	3.84	0.01535	0.00015	9.20089	0.0000936	3.84	0.04408
3.85	0.01486	0.00015	0.0091082	0.00009	3.85	0.01525	0.00015	9.16582	0.0000933	3.85	0.04385
3.86	0.01478	0.00015	0.0090773	0.00009	3.86	0.01515	0.00015	9.13279	0.0000930	3.86	0.04362
3.87	0.01470	0.00015	0.0090559	0.00009	3.87	0.01508	0.00015	9.10976	0.0000928	3.87	0.04340
3.88	0.01463	0.00015	0.0090373	0.00009	3.88	0.01501	0.00015	9.09021	0.0000926	3.88	0.04318
3.89	0.01457	0.00015	0.0090208	0.00009	3.89	0.01494	0.00015	9.07312	0.0000924	3.89	0.04295
3.90	0.01451	0.00014	0.0090065	0.00009	3.90	0.01488	0.00015	9.05857	0.0000923	3.90	0.04273

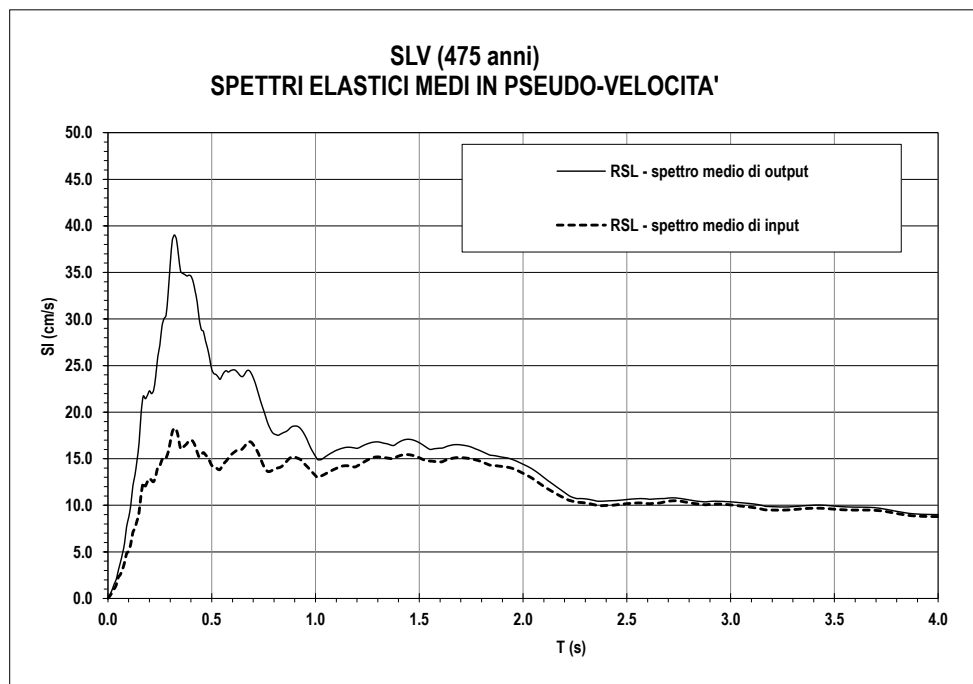
SPETTRO INPUT					SPETTRO DI OUTPUT "RSL"					SPETTRO DI OUTPUT "RSL" NORMALIZZATO (metodo ICMS 2008)	
T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA ₀	SI ₀	Integrale SI ₀	T(s)	SA ₀ (g)	Integrale SA	SI	Integrale SI	T(s)	SA (g)
3.91	0.01445	0.00014	0.0089943	0.00009	3.91	0.01482	0.00015	9.04646	0.0000922	3.91	0.04252
3.92	0.01440	0.00014	0.0089842	0.00009	3.92	0.01476	0.00015	9.03660	0.0000921	3.92	0.04230
3.93	0.01435	0.00014	0.0089760	0.00009	3.93	0.01471	0.00015	9.02863	0.0000920	3.93	0.04208
3.94	0.01430	0.00014	0.0089697	0.00009	3.94	0.01467	0.00015	9.02226	0.0000919	3.94	0.04187
3.95	0.01426	0.00014	0.0089652	0.00009	3.95	0.01462	0.00015	9.01715	0.0000919	3.95	0.04166
3.96	0.01422	0.00014	0.0089621	0.00009	3.96	0.01458	0.00015	9.01296	0.0000919	3.96	0.04145
3.97	0.01418	0.00014	0.0089602	0.00009	3.97	0.01453	0.00015	9.00934	0.0000918	3.97	0.04124
3.98	0.01414	0.00014	0.0089591	0.00009	3.98	0.01449	0.00014	9.00579	0.0000918	3.98	0.04103
3.99	0.01411	0.00014	0.0089585	0.00009	3.99	0.01445	0.00014	9.00180	0.0000917	3.99	0.04083
4.00	0.01407		0.0089577	-0.01792	4.00	0.01441	-0.02881	8.99684		4.00	0.04062

4.8.5 SPETTRI MEDI DI INPUT E OUTPUT (GRAFICO)



"SLV" - SPETTRO MEDIO DI OUTPUT NORMALIZZATO

S	1.717	-
F ₀	2.607	-
a _{max}	0.275	g
η	1.00	-
T _B	0.112	s
T _C	0.336	s
T _D	2.699	s
SA _{max}	0.8182	g
TA _{max}	0.17	s
0.5TA	0.085	s
1.5TA	0.255	s
ΣSA _{dt}	0.1218	-
SA _m	0.7162	-
SV _{max}	0.0398	g.s
TV _{max}	0.3200	s
0.8TV	0.2560	s
1.2TV	0.3840	s
ΣSV _{dt}	0.0049	-
SV _m	0.0383	-



4.8.6 CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

Di seguito si riportano i valori dei fattori di amplificazione determinati così come previsto dalla Normativa Regionale Vigente.

			$SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$
			$SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$
			$H_{MS} = \frac{ASI_{PU}}{\Delta T} \times FA_{0.1-0.5s}$

Il fattore H_{SM} esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s^2), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASI_{UHS}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1s \leq T \leq 0,5s$ diviso per ΔT (in questo caso 0,4s), e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi ($0,1s \leq T \leq 0,5s$):

$$H_{SM} = \frac{ASl_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

Il valore di $ASl_{UHS}/\Delta T$, calcolato per lo specifico punto della griglia INGV (nodo più vicino ID16722), è stato preso dal file *PSbaseRER.kmz* consultabile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*.

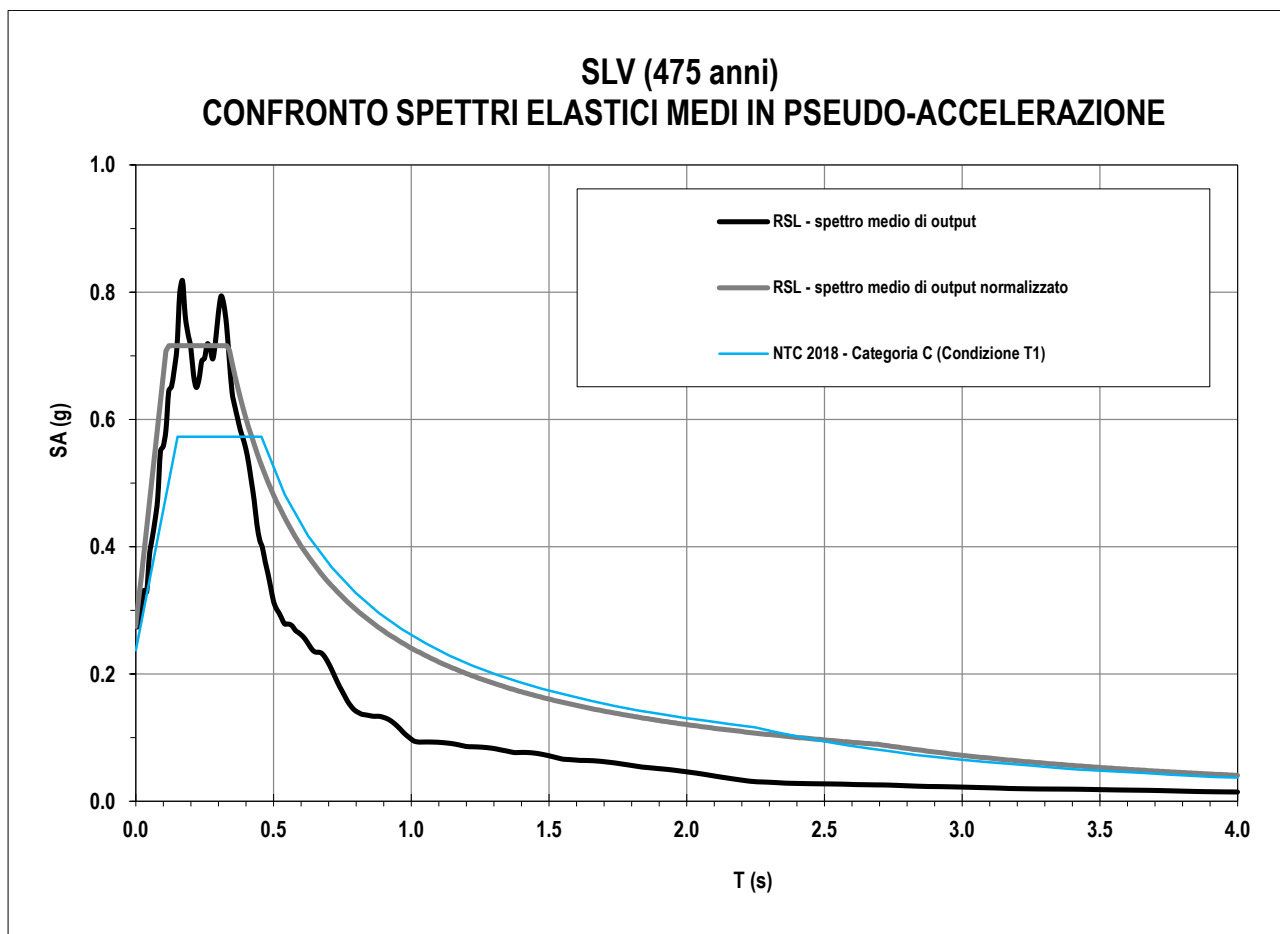
Il valore di riferimento $ASl_{UHS}/\Delta T$ associato al nodo ID16722 della griglia INGV (valore massimo) è pari a 350 cm/s^2 .

4.8.7 CONSIDERAZIONI SULL'UTILIZZO DELL'APPROCCIO SEMPLIFICATO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

Il confronto tra:

- lo spettro medio di output e lo spettro medio normalizzato (secondo ICMS 2018) ottenuti con RSL 1D ($T_r = 475$ anni) in pseudo-accelerazioni,
- lo spettro di normativa (di cui alle NTC 2018) riferito a Categoria di Sottosuolo “C” e Condizione topografia “T1” (sempre per $T_r = 475$ anni),

restituisce quanto seque.



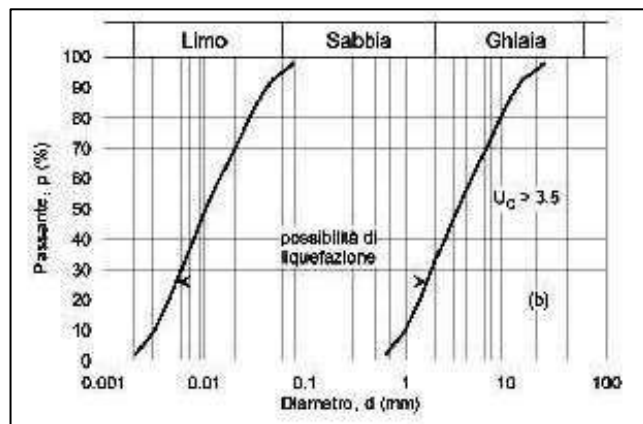
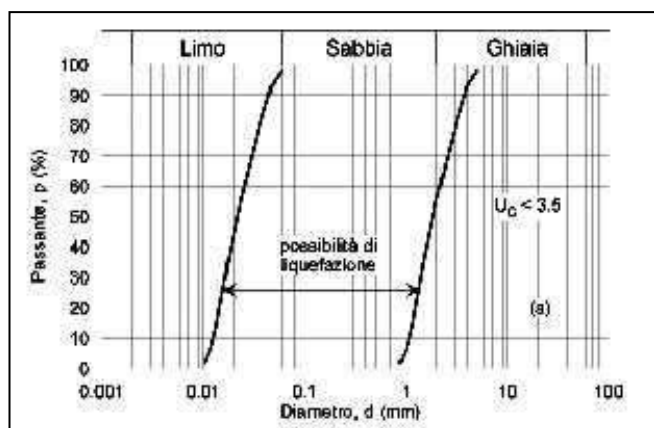
Lo spettro di normativa da Approccio Semplificato (NTC 2018), risulta meno cautelativo sia dello spettro medio che medio normalizzato di output per periodi inferiori $T = 0.45$ s circa.

Per intervalli periodici superiori lo spettro di normativa risulta invece essere più cautelativo.

5.0 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Secondo le NTC 2018 (§7.11.3.4.2), la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

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 $qc_{1N} > 180$ 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 qc_{1N} 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 Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



È presente falda idrica ospitata in un orizzonte ghiaioso-sabbioso saturo tra le profondità di m 2.20-8.50 dal p.c.

Lo studio di MS2 condotto per il territorio Comunale di Sassuolo esclude per la specifica area indagata instabilità cosismica per liquefazione dei terreni; in base alle carte di MS (**TAVOLA 12** e **TAVOLA 13** allegate) l'area infatti risulta stabile soggetta esclusivamente ad amplificazioni dinamiche locali.

Inoltre le analisi granulometriche condotte su tutti i livelli geologico-litotecnici individuati e riconosciuti (**Allegato 2**) evidenziano che i terreni non risultano ricompresi entro le distribuzioni granulometriche di cui alla precedente condizione n. 4.

L'area pertanto risulta stabile non soggetta a instabilità cosismica per liquefazione, e le prescritte verifiche vengono pertanto omesse.

6.0 CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

Le indagini e studi condotti hanno permesso di evidenziare, per lo specifico sito progettuale interessato dalle opere ed interventi in progetto, **le seguenti condizioni FAVOREVOLI per fini edificatori**:

- assenza di processi morfologici di natura gravitativa relitti, inattivi, quiescenti e/o in atto, così come visibile in **TAVOLA 8**;
- posizionamento in zona esterna alle aree soggette a pericolo/rischio idraulico per esondazioni e/o allagamenti di cui al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA Regione Emilia Romagna), così come visibile in **TAVOLA 9 - TAVOLA 10**;
- posizionamento in zona esterna alle aree assoggettate a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923, così come visibile in **TAVOLA 11**.

Le indagini e studi condotti hanno permesso di evidenziare, per lo specifico sito progettuale interessato dalle opere ed interventi in progetto, **le seguenti condizioni SFAVOREVOLI per fini edificatori**:

- presenza di terreno vegetale (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO "1") posto entro le profondità di m 0.40- 1.00 dal p.c. attuale; tale livello NON E' ASSOLUTAMENTE IDONEO COME BASE PER LA REALIZZAZIONE DI EVENTUALI NUOVE OPERE FONDALI DIRETTE (come previsto al **§6.2.4 delle NTC 2018***"Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua"*);

- presenza di terreni a prevalente natura argilloso-limosa (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO “2”) da mediamente ad altamente plastici, da poco consistenti a mediamente consistenti, compressibili, posti tra le profondità di m 0.40-2.40 dal p.c. attuale;
- presenza di falda idrica sotto a m 2.20-2.80 dal p.c. dal p.c.;
- posizionamento all'interno della **zona di protezione delle acque sotterranee, Settore A (Area di ricarica diretta della falda)**, come da elaborati del PSC Comunale (**TAVOLA 11**).

In fase di realizzazione dei nuovi piani fondali di progetto si consiglia e prescrive di verificare che i nuovi piani di appoggio delle opere fondali di progetto (nel caso di opere dirette) sorpassino:

- la coltre vegetale (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO “1”);
- i sottostanti terreni argilloso-limoso da mediamente ad altamente plastici, da poco consistenti a mediamente consistenti e compressibili (LIVELLO GEOLOGICO-LITOTECNICO “2”).

La scelta della tipologia e relativo dimensionamento delle opere fondali di progetto, resta in capo ed esclusiva competenza del Progettista Strutturale e Geotecnico. Allo stesso professionista (e/o al relatore della RELAZIONE GEOTECNICA) compete in via esclusiva la scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno e le verifiche che i valori assunti, siano effettivamente compatibili:

- **con i carichi trasmessi dalle strutture da realizzare,**
- **con i prevedibili cedimenti indotti.**

Il tutto come previsto dalle NTC 2018.

A livello idrogeologico, data la collocazione del sito progettuale all'interno della **zona di protezione delle acque sotterranee, Settore A (Area di ricarica diretta della falda)** così come visibile nell'allegata **TAVOLA 11**, dovranno essere rispettate tutte le disposizioni di cui all' *art. 17 delle Norme del PSC di Sassuolo; in particolare al comma 6, lett. g)* si prescrive che la realizzazione di fondazioni profonde a contatto con il tetto delle ghiaie è soggetta alle seguenti disposizioni:

- 1) prevedere sistemi di isolamento/confinamento della perforazione e del successivo manufatto, rispetto al tetto delle ghiaie e a tutta la lunghezza della perforazione, da valutare caso per caso;
- 2) divieto di utilizzo di additivi contenenti sostanze pericolose durante le operazioni di perforazione;
- 3) nella fase di cantiere per la realizzazione di vani interrati che raggiungano il tetto delle ghiaie, al fine di non creare vie preferenziali di possibile contaminazione della falda, occorre prevedere sistemi separati per il drenaggio delle acque di dilavamento delle superfici esterne (che possono contenere sostanze inquinanti), rispetto a quelle sotterranee di risalita (incontaminate); è obbligatorio smaltire le prime in acque superficiali, previa opportuna depurazione, o attraverso recapito nel sistema di drenaggio urbano, mentre per le acque di risalita è preferibile lo smaltimento in acque superficiali.

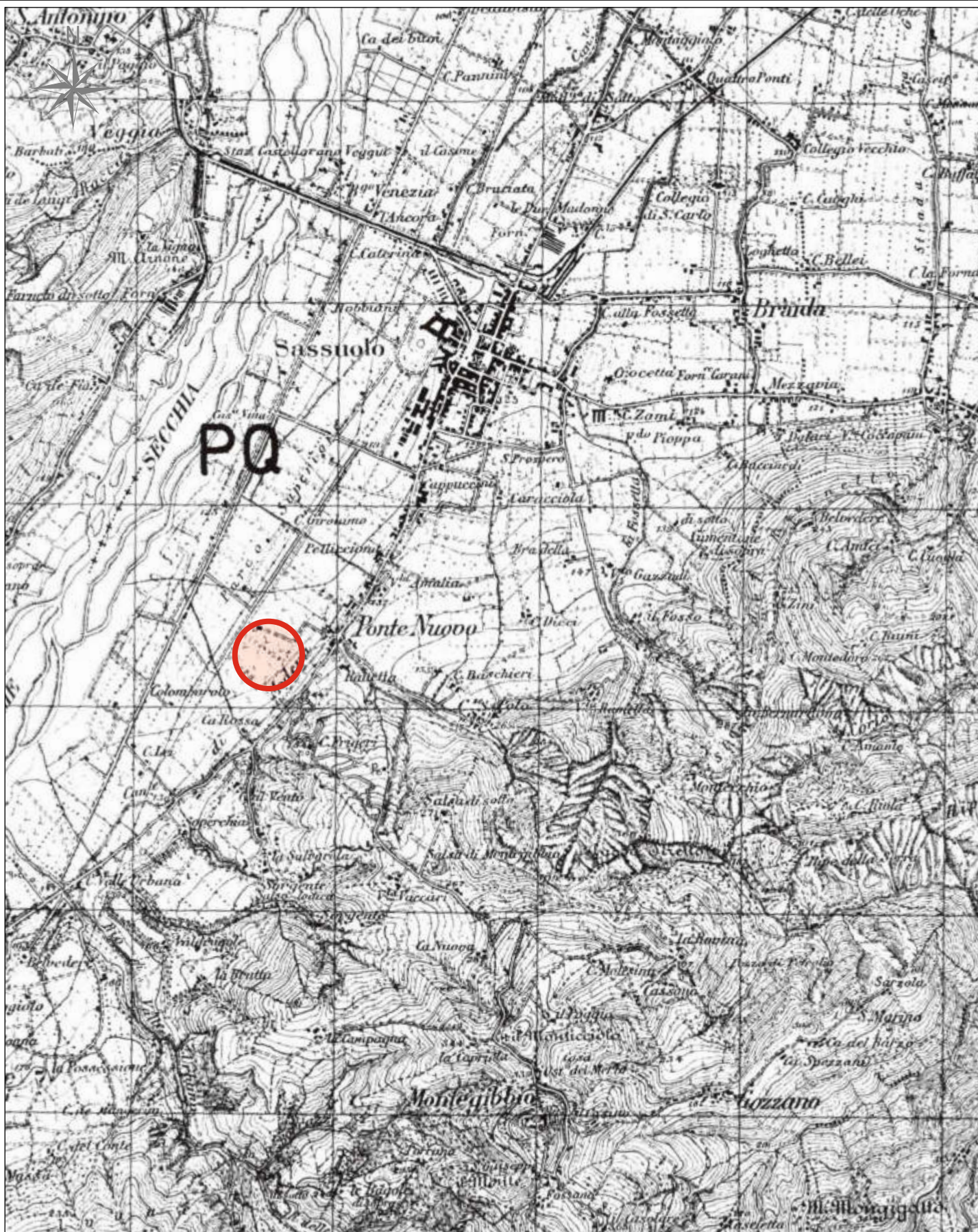
Dal punto vista sismico l'area è stata qui oggetto di specifico studio di MS di Livello 3 con $T_r = 475$ anni tramite analisi di Risposta Sismica Locale monodimensionale.

Lo studio ha permesso di ricavare tutti i fattori di amplificazione previsti dalla Normativa Regionale vigente (e riportati al §4.8.6 della presente) oltre che mettere a confronto lo spettro (in pseudo-accelerazioni) medio e medio normalizzato di output con il relativo spettro di normativa (Categoria di sottosuolo “C” – Condizione topografica “T1”) evidenziano concrete incertezze sull'utilizzo dell'Approccio Semplificato per periodi delle strutture inferiori a $T < 0.45$ s (§4.8.7 della presente).

Il geologo

Dott. Geol. Giorgio PIAGNANI





scala 1:25.000

0 250 500 750 1.000
metri



Area in esame

COROGRAFIA TOPOGRAFICA
I.G.M. Foglio n. 86 - I SO - SASSUOLO



scala 1:10.000

0 100 200 300 400
metri



Edificio in esame

**Carta Tecnica Regionale - Sezione 219060
SASSUOLO**



scala 1:5.000

0 50 100 150 200
metri

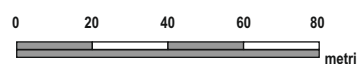


Edificio in esame


Foto Aerea (Anno 2017)



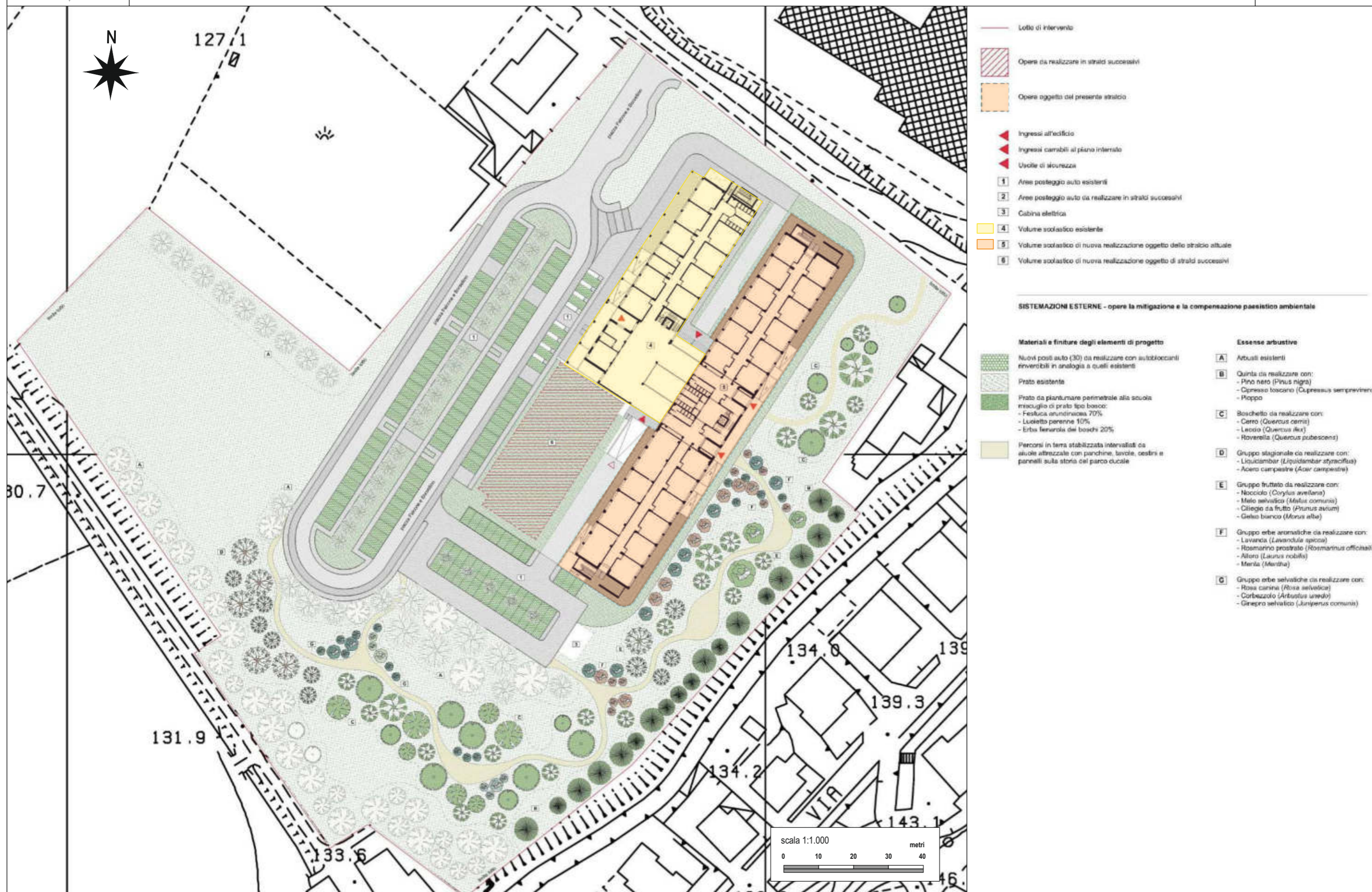
scala 1:2.000

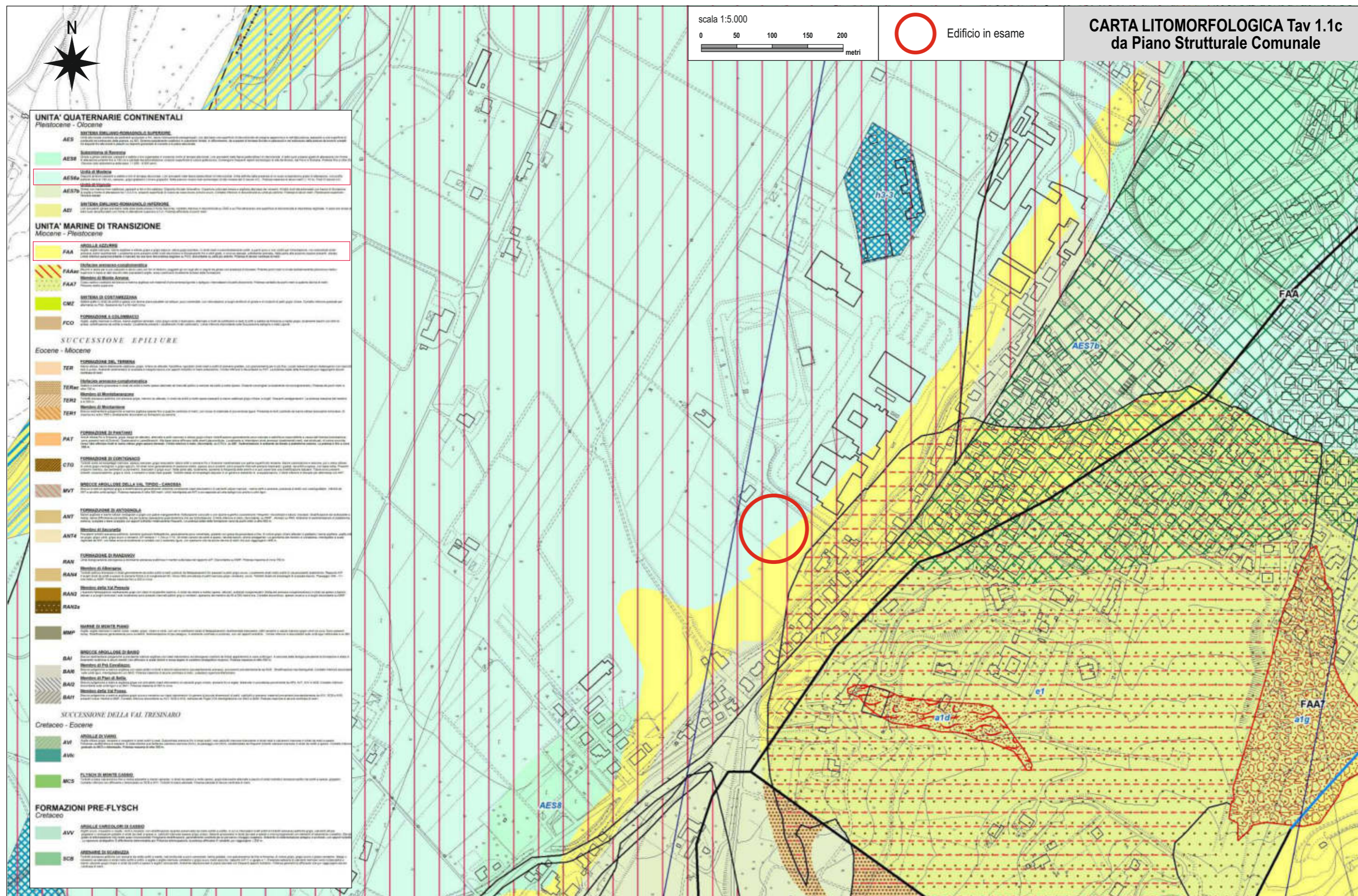


 Ampliamento in
progetto

 Area interessata da
Piano Particolareggiato

PLANIMETRIA CATASTALE
Foglio n. 39
(Comune di Sassuolo)



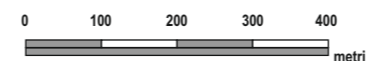


LEGENDA

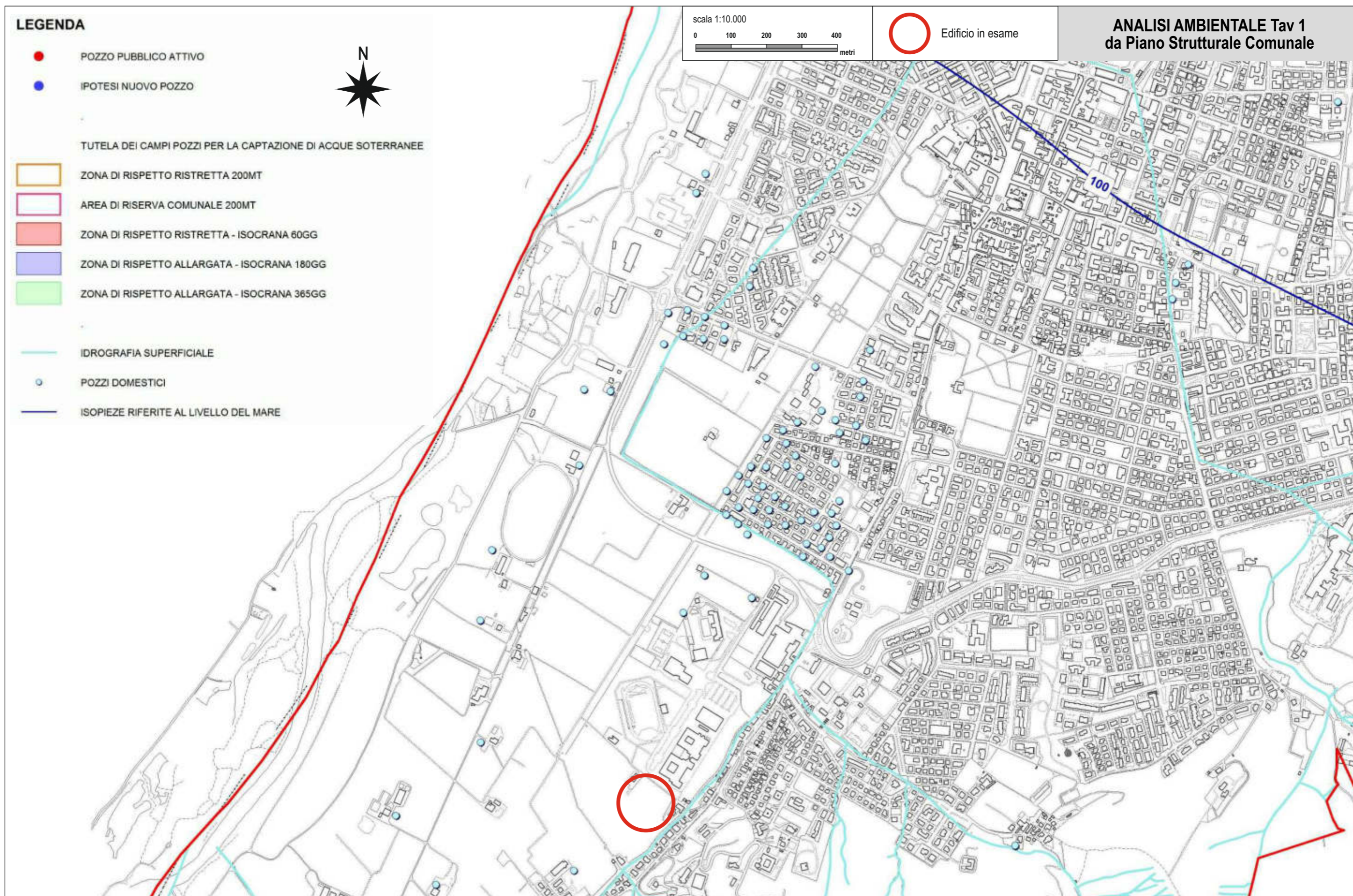
- POZZO PUBBLICO ATTIVO
- IPOTESI NUOVO POZZO
- TUTELA DEI CAMPI POZZI PER LA CAPTAZIONE DI ACQUE SOTERRANEE
- ZONA DI RISPETTO RISTRETTA 200MT
- AREA DI RISERVA COMUNALE 200MT
- ZONA DI RISPETTO RISTRETTA - ISOCRANA 60GG
- ZONA DI RISPETTO ALLARGATA - ISOCRANA 180GG
- ZONA DI RISPETTO ALLARGATA - ISOCRANA 365GG
- IDROGRAFIA SUPERFICIALE
- POZZI DOMESTICI
- ISOPIEZE RIFERITE AL LIVELLO DEL MARE

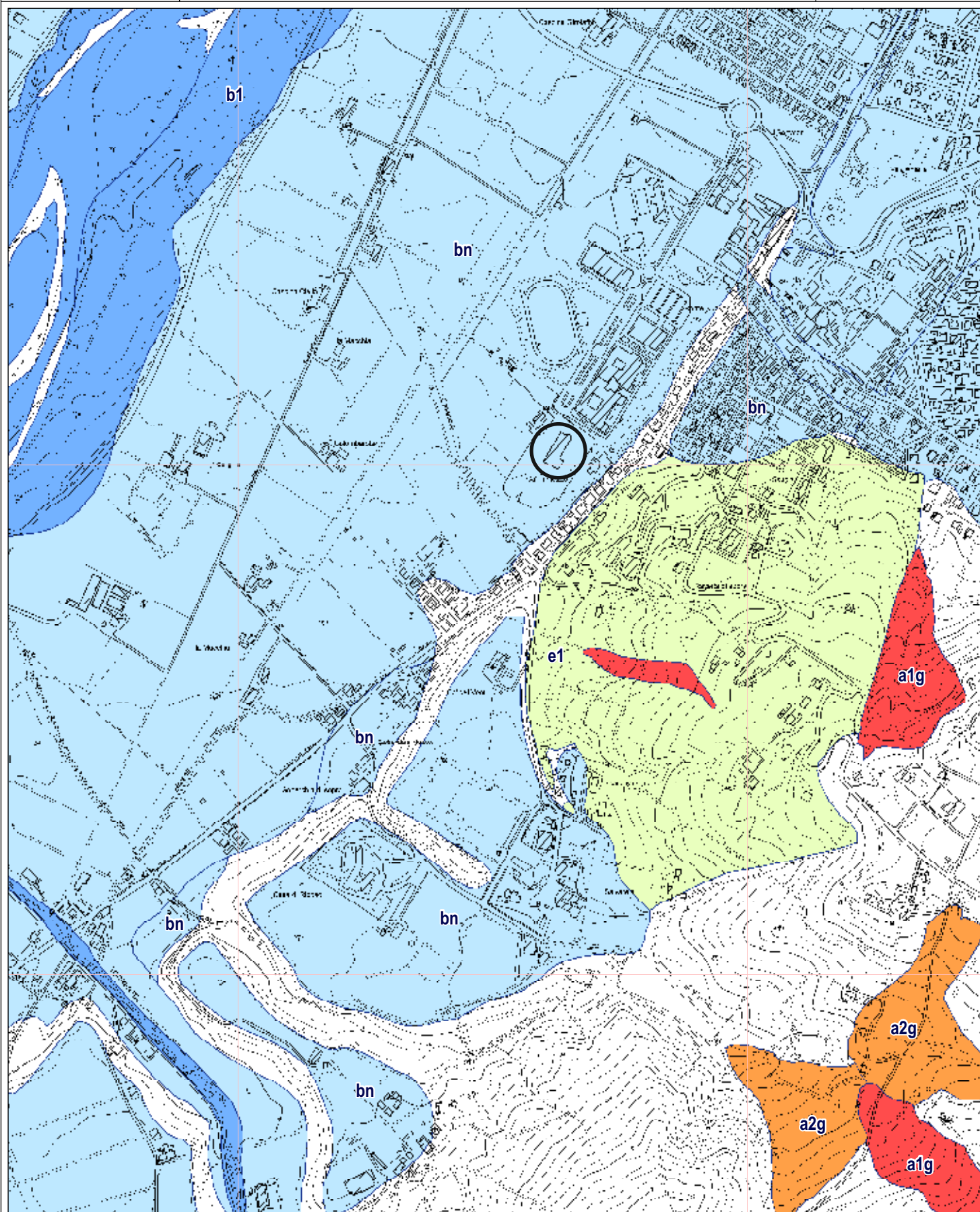


scala 1:10.000



Edificio in esame

ANALISI AMBIENTALE Tav 1
da Piano Strutturale Comunale

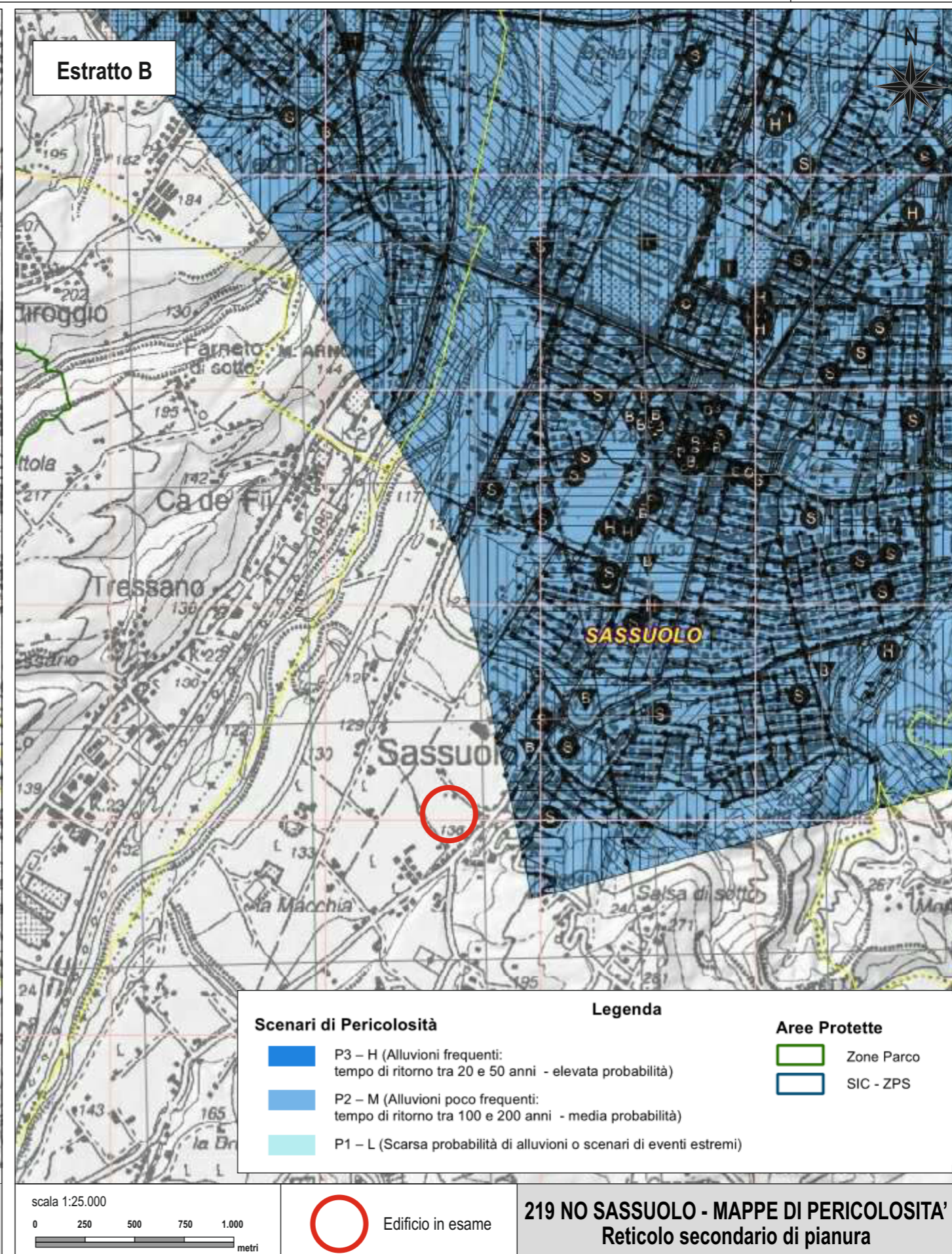
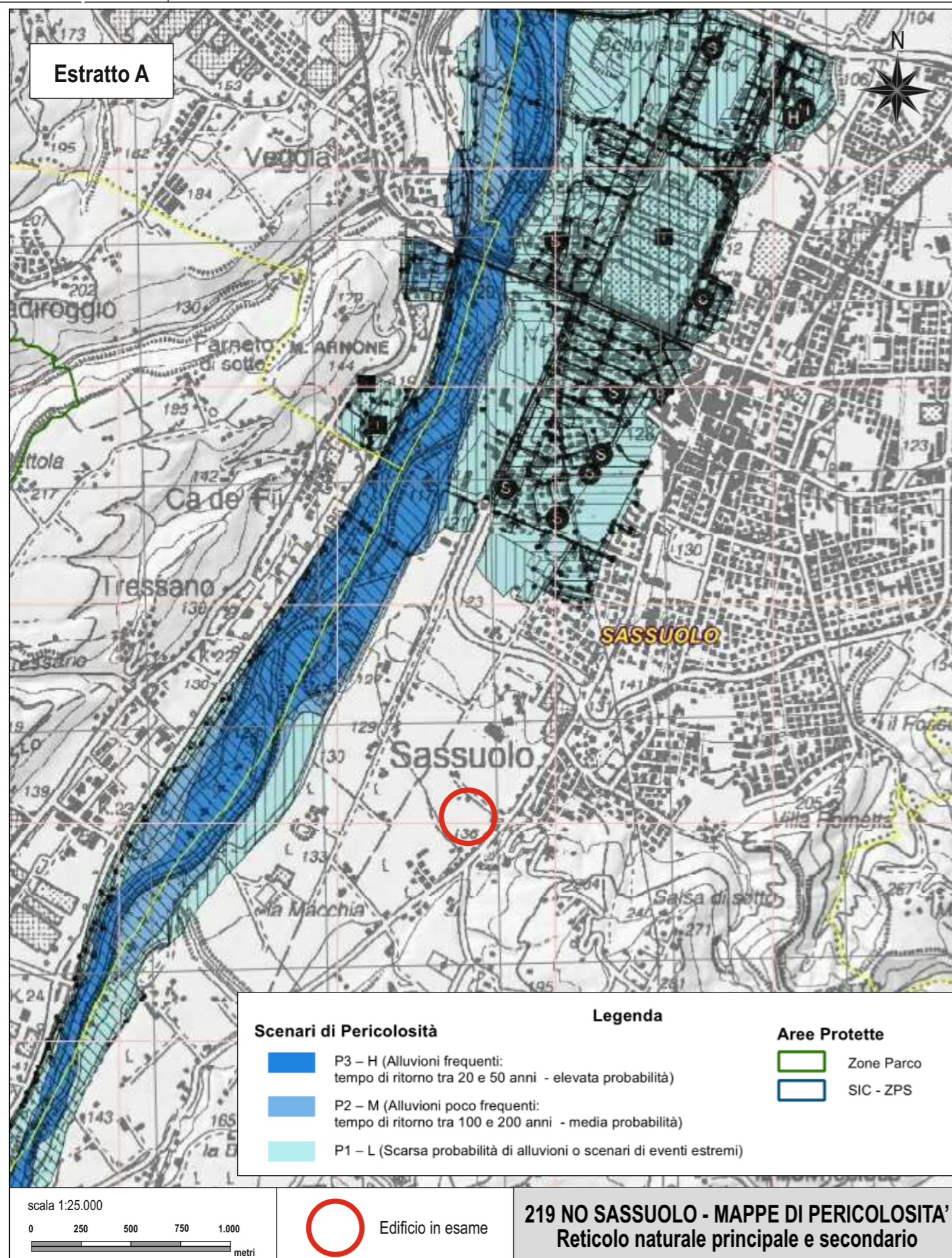


scala 1:10.000

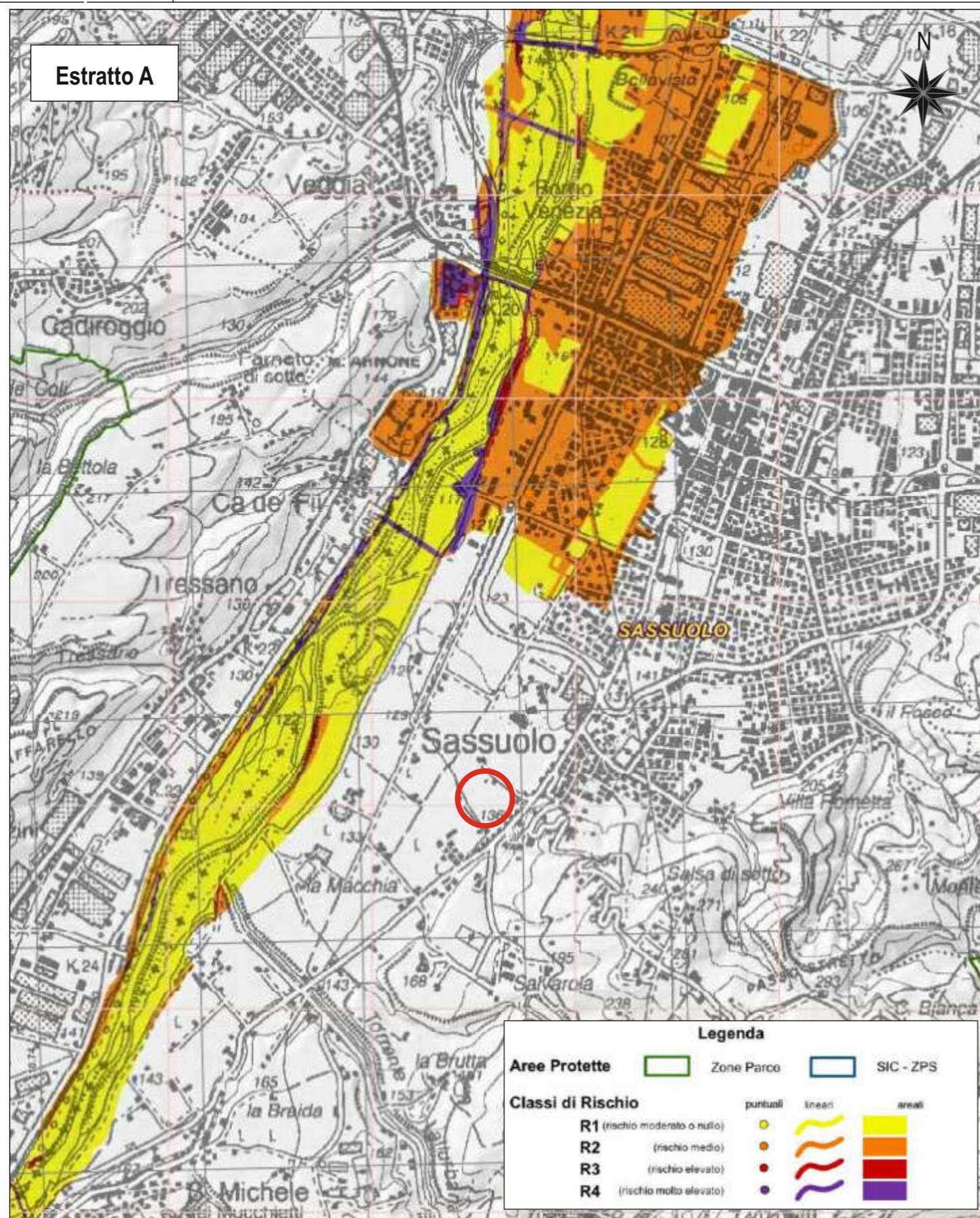


Edificio in esame

**CARTA INVENTARIO DELLE FRANE
DELL'EMILIA ROMAGNA**



Estratto A



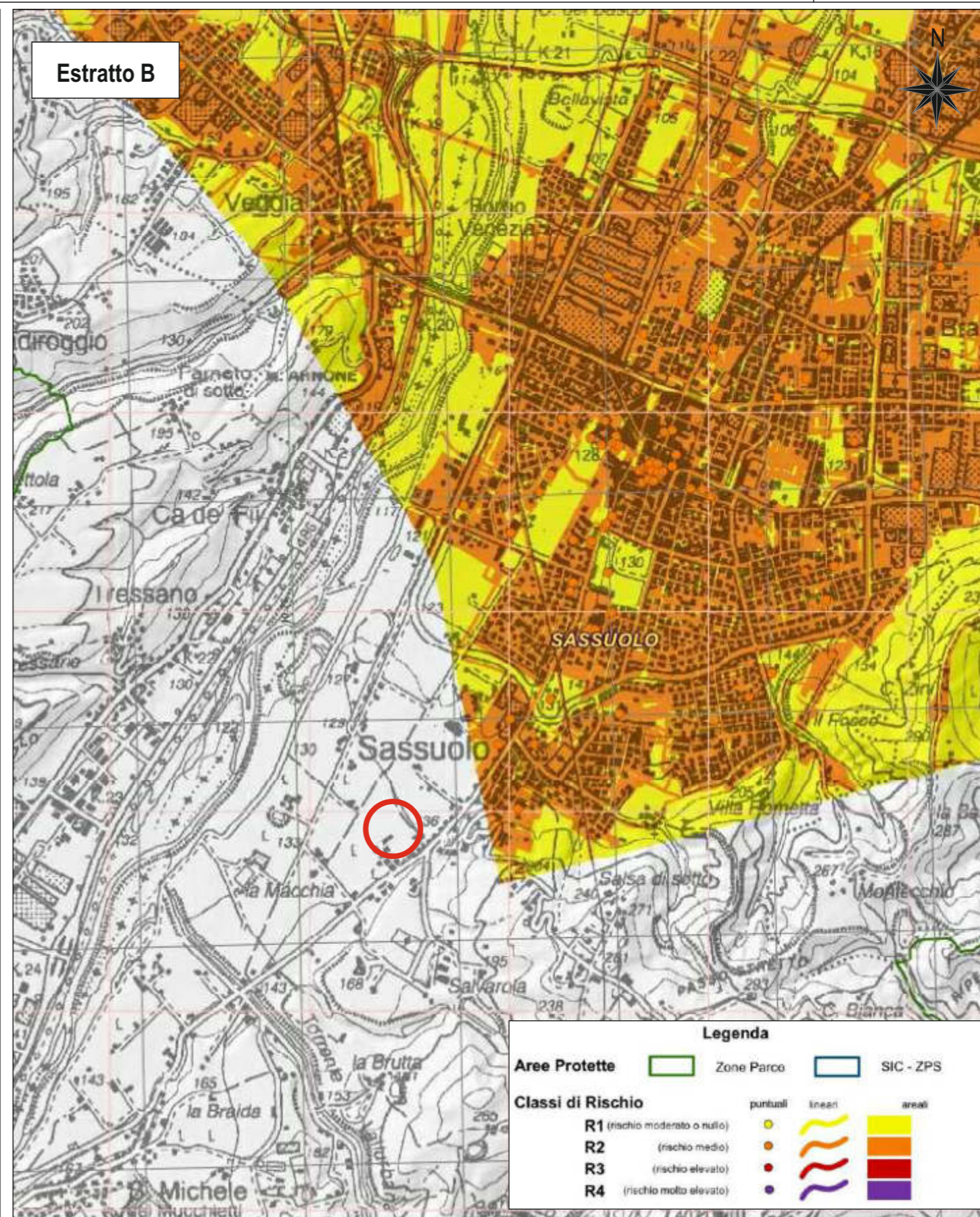
scala 1:25.000

0 250 500 750 1.000
metri

Edificio in esame

219 NO SASSUOLO - MAPPE DI RISCHIO
Reticolo naturale principale e secondario

Estratto B



scala 1:25.000

0 250 500 750 1.000
metri

Edificio in esame

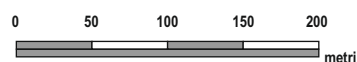
219 NO SASSUOLO - MAPPE DI RISCHIO
Reticolo secondario di pianura

LEGENDA

-  Zone ed edifici di bacini e corsi d'acqua - Art.13
-  Zone di tutela dei caratteri ambientali di bacini e corsi d'acqua - Art.6
Fascia di espansione inondabile
-  Zone di tutela dei caratteri ambientali di bacini e corsi d'acqua - Art.6
Zone di tutela ordinaria
-  Insediamenti agricoli ricadenti entro il perimetro delle fasce di espansione inondabili - Art.6 comma 5bis
-  Sistema colturale - Art.12bis
- Particolari disposizioni di tutela di specifici elementi: CALANCHI - Art.13
 -  Calanchi pericolosi
 -  Calanchi tipici
 -  Forme sub-calcistiche
 -  Fascia di rispetto
- Particolari disposizioni di tutela di specifici elementi: CRENALI - Art.14
 -  Crenali appartenenti principali
 -  Crenali minori
 -  Area di rinascita
 -  Scaricato
- Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto e instabilità - Art.15
 -  Frana attiva
 -  Frana quiescente
 -  Fascia di rispetto e salvaguardia
 -  Sistema fagorici
 -  Area caratterizzata da potenziale instabilità - Art.15
- Zone di protezione delle acque sotterranee del territorio per la cattura - Art.17
 -  Sottori di ricarica tipo A:
Area di ricarica diretta della falda
 -  Sottori di ricarica tipo B:
Area di ricarica indiretta della falda
 -  Sottori di ricarica tipo C:
Sottori ricadenti in prima alimentazione delle zone A e B
 -  Sottori di ricarica tipo D:
Fasce adiacenti agli altri sottori con prevalente alimentazione falda subdana
 -  Zone di Riserva
- Grado di vulnerabilità dell'aquifero principale - Art.17
 -  Grado di vulnerabilità estremamente elevato - EE
 -  Grado di vulnerabilità elevato - E
 -  Grado di vulnerabilità alto - A
 -  Grado di vulnerabilità medio - M
 -  Zone con o destinate ad attività sensitive
Grado di vulnerabilità elevato - FE
- Tutela dei campi pozzi per la captazione di acque sotterranee - Art.18
 -  Zone di rispetto ricalche 300 metri
 -  Area di riserva comunale 200 metri
 -  Zone di rispetto ricalche - sezione 400g
 -  Zone di rispetto ricalche - sezione 1000g
 -  Zone di rispetto ricalche - sezione 1500g
 -  Pozzo pubblico attivo
 -  Pozzo rurale privato
 -  Zone di tutela naturalistica - Art.19
 -  Vincolo idrogeologico

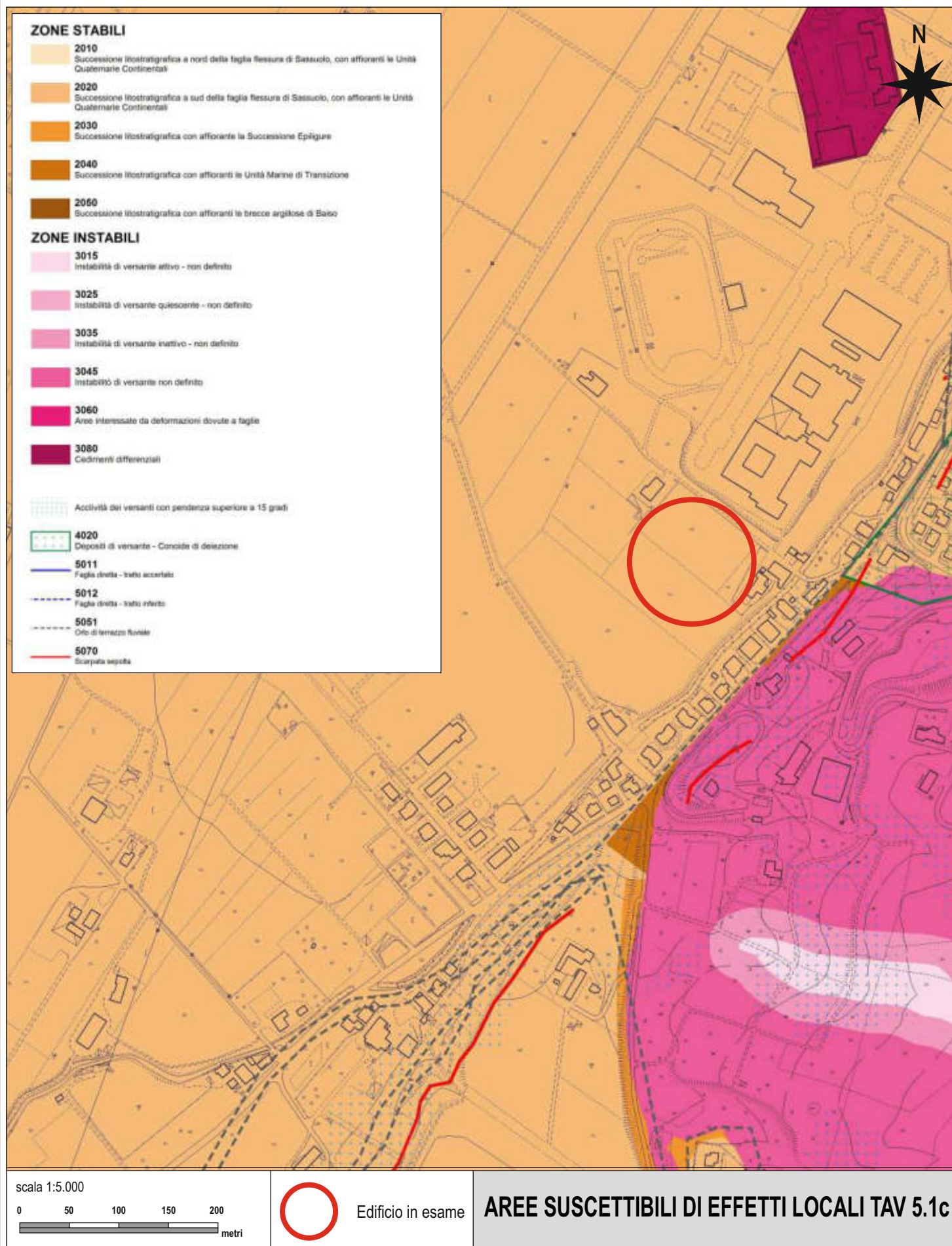


scala 1:5.000

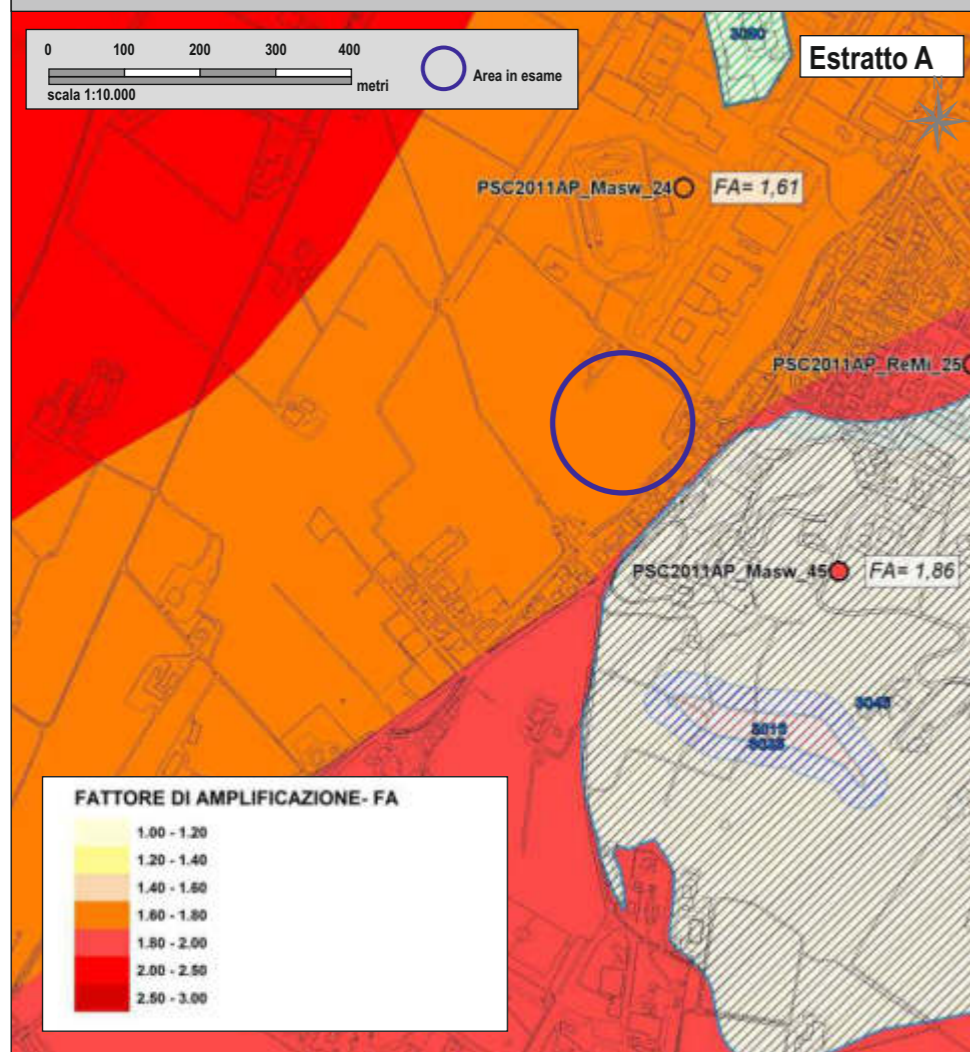


Edificio in esame

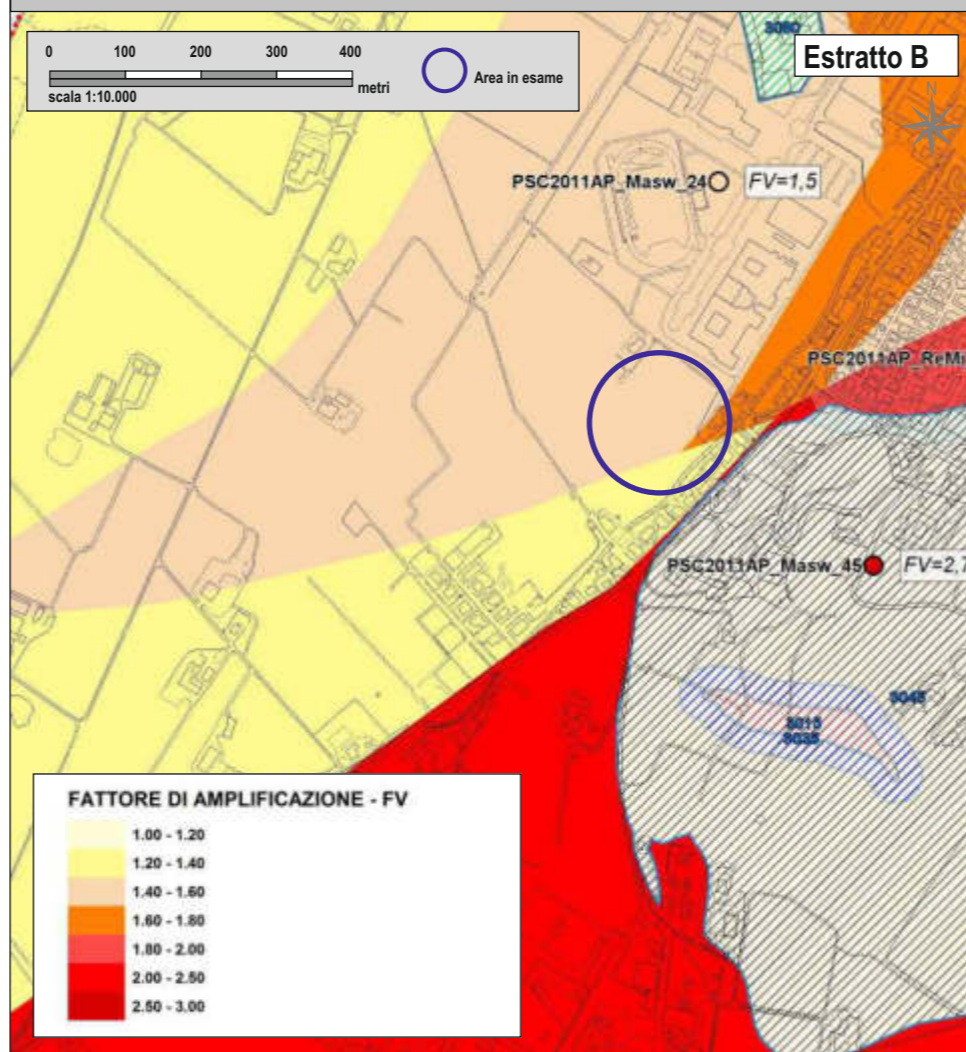
**Tav 2.c TUTELE E VINCOLI
DI NATURA AMBIENTALE**



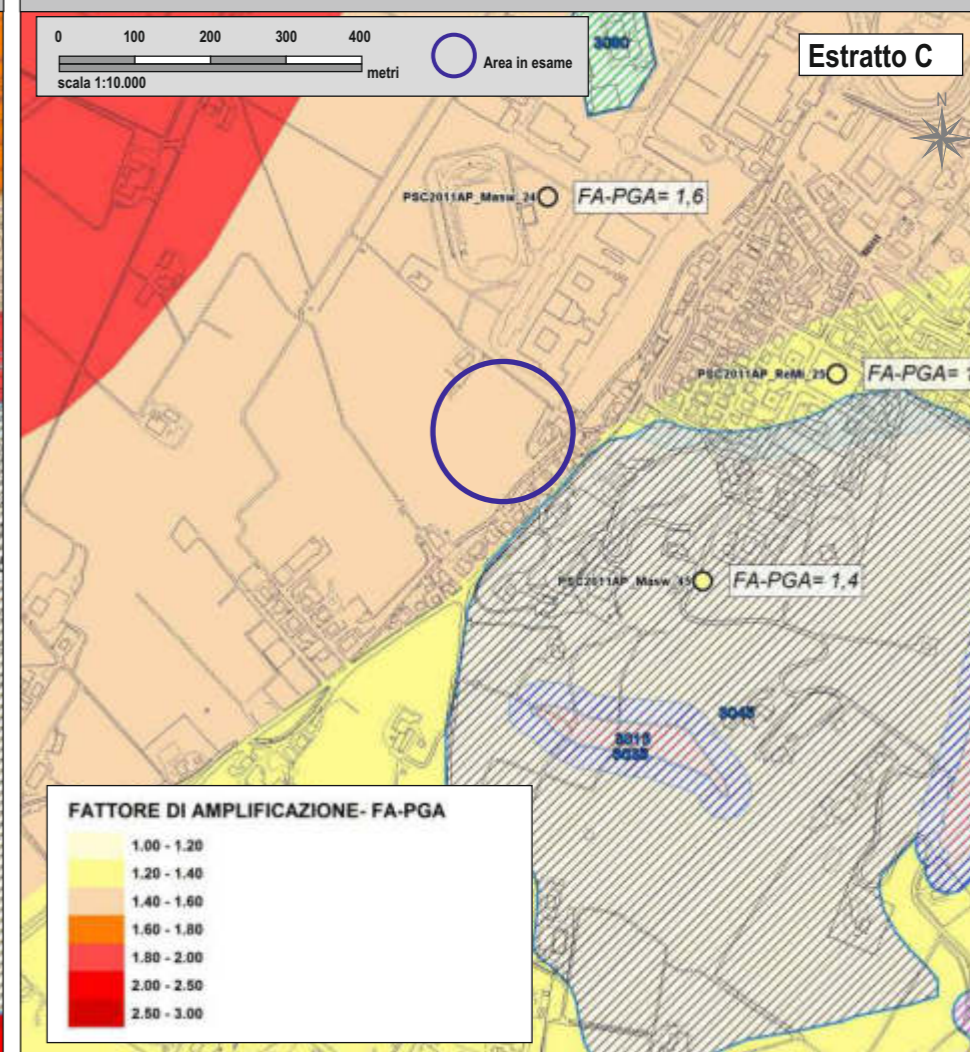
Tav 5.2A CARTA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE FA



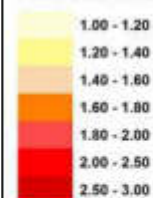
Tav 5.2B CARTA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE FV



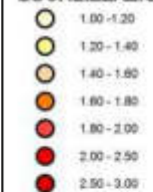
Tav 5.2C CARTA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE FA-PGA



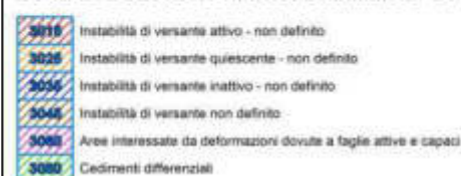
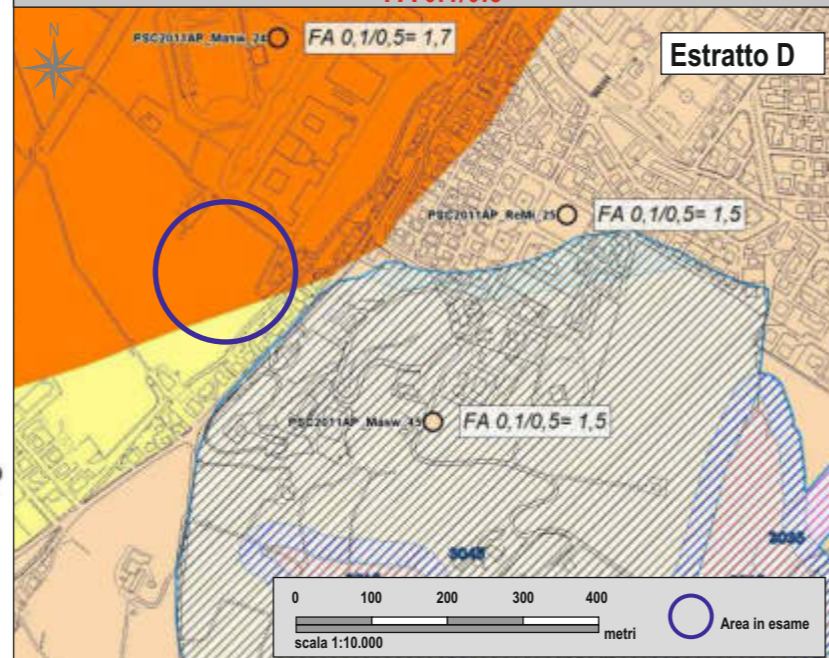
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE - FA 0.1 / 0.5



LOCALIZZAZIONE PROVE



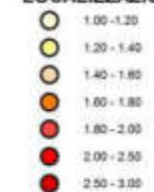
ZONE SOGGETTE AD APPROFONDIMENTO DI TERZO LIVELLO

Tav 5.2D CARTA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE
FA 0.1/0.5

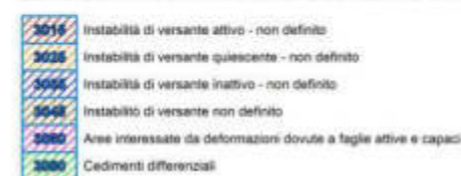
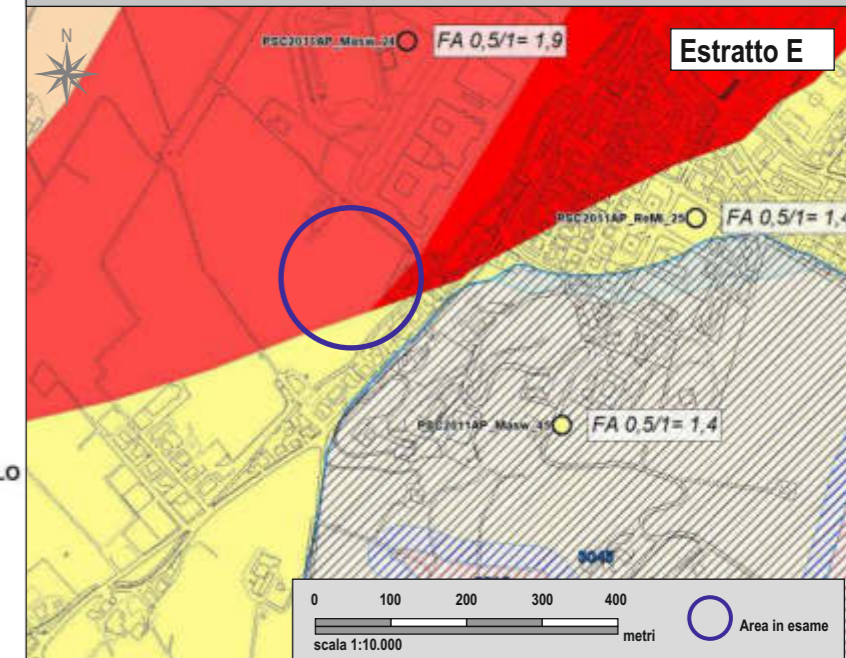
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE - FA 0.5 / 1.0

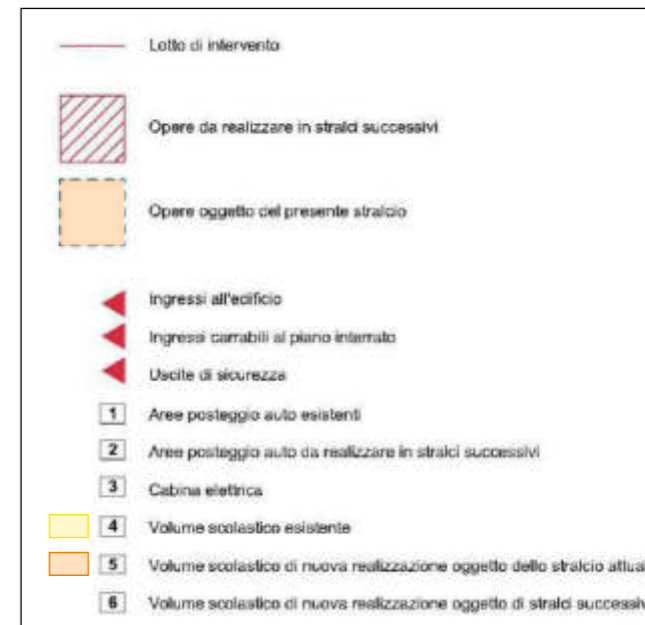


LOCALIZZAZIONE PROVE



ZONE SOGGETTE AD APPROFONDIMENTO DI TERZO LIVELLO

Tav 5.2E CARTA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE
FA 0.5/1.0



LEGENDA INDAGINI GEOGNOSTICHE

S(1-2)N

- Sondaggio a carotaggio continuo con:
- prelievo campioni di terreno per analisi geotecniche
 - prove in foro SPT

Pz1

- Condizionamento foro con piezometro a tubo aperto Norton

DIN(1-2-3-4)

- Prova penetrometrica dinamica superpesante

Sa(1-2-3-4)

- Saggio geognostico con escavatore con:
- prelievo campioni di terreno per analisi chimiche

A

A

- Tracce della sezione geologica schematica di progetto

LEGENDA INDAGINI GEOFISICHE

ATTIVE MULTICANALE

DH1

- INDAGINE IN FORO "DOWN-HOLE"

PASSIVE

ESAC1

- INDAGINE MULTICANALE ESAC
(EXTENDED SPATIAL AUTOCORRELATION)
CON STENDIMENTO 2D:
- lato lungo (G1-G24), lunghezza 120 m
 - lato corto (G24-G40), lunghezza m

HVSR(1-2-3)

- INDAGINE A STAZIONE SINGOLA CON TECNICA HVSR
(HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO)

**PLANIMETRIA GENERALE
CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE DEDICATE**

**SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO:
S1-DH1
S2-Pz1**

	PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo Rangone (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com	36.00
--	---	--------------

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO “S1-DH1”

Pagina 1/8

RAPPORTO DI PROVA N. P01959

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino, c/o Istituto Formigini**

Cantiere: **Ampliamento Liceo Formigini**

Data prova: **dal 10/06/2021 al 14/06/2021**

Data emissione rapporto: **18/06/2021**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm³, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3- 6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm³. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro \varnothing 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro \varnothing 127 mm per 33,30 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/8.

Nel corso del sondaggio sono state eseguite n. 3 prove Standard Penetration Test (S.P.T.) alle profondità di 3,50 m, 5,50 m e 9,40 m utilizzando un dispositivo di guida e sganciamento automatico tipo “Martino Nenzi” (massa sistema di battuta: 4,20 kg), attrezzato con un maglio avente massa pari a 63,50 Kg; a tale attrezzatura è avvitata una batteria di aste aventi diametro \varnothing 50,46 mm e massa lineare 7 kg/m, alla quale è avvitata sul fondo una punta conica, dello stesso diametro, per la penetrazione nel terreno, avente area di base pari a 20 cm² ed angolo di 60°. La profondità di giunzione della prima asta è pari a 0,80 m. I risultati della prova, per avanzamenti di 15 cm, sono riportati a pagina 3/8 del presente certificato.

Al termine delle operazioni di perforazione, nel foro di sondaggio è stato messo in posa a 33,30 m, un tubo cieco in PVC di diametro 3” per successiva indagine geofisica down-hole. Dal p.c. a -33,30 m si è provveduto alla cementazione del foro per mezzo di miscela cemento-bentonite.


La sistemazione della bocca dell'inclinometro è stata effettuata con la messa in posa e cementazione di chiusino in ABS lucchettabile.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol. Emilio Guerzoni



PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

	<p align="center">PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo Rangone (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com</p>	<p align="center">36.00</p>
<p align="center">Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito</p>		
<p align="center">SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO “S1-DH1”</p>		<p align="center">Pagina 2/8</p>
<p align="center">RAPPORTO DI PROVA N. P01959</p> <p>Committente: Provincia di Modena</p> <p>Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino, c/o Istituto Formigini</p> <p>Cantiere: Ampliamento Liceo Formigini</p> <p>Data prova: dal 10/06/2021 al 14/06/2021 Data emissione rapporto: 18/06/2021</p>		
<p>Procedure di campionamento</p> <p>Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi da pag. 7/8 a pag. 8/8) e consegnate alla Committenza.</p> <p>Durante il sondaggio sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati mediante campionatore a pareti sottili (Shelby), alla profondità di 1,80÷2,20 m / 7,60÷8,00 m. I campioni prelevati sono stati conferiti presso il laboratorio geotecnico Autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti di Prove Penetrometriche srl per le indagini richieste dalla Committenza</p>		
<p>Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni</p> <p>Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.</p>		
<p>Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate</p> <p>Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AGI (1977): “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”. 		
<p>Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure</p> <p>Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.</p> <p>Incertezza associata alle prove SPT: 20%. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.</p> <p>Software di elaborazione: “<i>Stratigrafie</i>” ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.</p>		
<p>IL RESPONSABILE DI SITO</p> <p>Dott. Geol. Emilio Guerzoni</p>	<p align="center">PROVE PENETROMETRICHE Srl Elaborazione Dati Il Tecnico</p>	

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

PROVE
PENETROMETRICHE

41051 Castelnuovo Rangone (MO)

Via per Modena, 8

Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Località: Sassuolo (MO), piazza Falcone Borsellino

Perforazione: a carotaggio continuo

Sondaggio: S1 DH1

Data: dal 10/06/21 al 14/06/21

Quota:

SCALA 1 :111

STRATIGRAFIA - S1 DH1

Pagina 3/8

ø mm	metri batt.	dh	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test				DATI TECNICI
											m	S.P.T.	N	Pt	
					0,4	0,4	Terreno vegetale.			98	39				RAPPORTO DI PROVA N. P01959 del 18/06/2021 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66-CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 33,30 m. Al termine della perforazione inserito tubo in PVC diam. 3" cieco alla profondità di 33,30 m per successiva indagine down-hole. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzonii Aiuti-responsabile di sito: Sig. Abdellah Essahri
	1						Argilla debolmente limosa, nocciola con striature grigie, moderatamente consistente, umida.			98	39				
	2				1,8	1,4				118	59				
					2,2	0,4	CAMPIONE INDISTURBATO N.1	1) She < 1,88 2,20							
	3						Ghaia eterometrica (2 cm < Ø < 6 cm) con rari ciottoli, subarrotondata o arrotondata poligenica (clasti di arenaria, serpentinite, calcarenite) matrice sostenuta, con ampia varietà di addensamento, satura da 2,40 m. Nell'intervallo 4,0 ÷ 5,0 m la matrice limo sabbiosa è abbondante.				3,5	18-42-50/8cm	Rif	C	
	4														
	5														
	6								>		5,5	11-19-34	53	C	
	7				6,6	4,4	Argilla / argillite siltosa a tratti marnosa, grigia scura, compatta, poco umida o asciutta con inclusi fossili di bivalvi e gasteropodi.		>						
	8				7,6	1,0		2) She < 7,60 8,00							
					8,0	0,4	Formazione Argille a Palombini (APA)								
							CAMPIONE INDISTURBATO N.2								
	9						Argilla / argillite siltosa a tratti marnosa, grigia scura e nerastra, fissile e compatta, poco umida o asciutta con inclusi fossili di bivalvi e gasteropodi. Si distinguono due livelli litoidi alle profondità - 17,60 m ÷ 17,80 m calcarenite grigia - 18,00 m - 18, 30 m marna fratturata grigia		>						
	10														
	11						Formazione Argille a Palombini (APA)								
	12														
	13														
	14														
	15														
	16								>						
	17														
	18														
	19														
	20														
	21														
	22														
	23														
	24														
	25														
	26														
	27														
	28														
	29														
	30														
	31														
	32														
	33														
101					33,3	25,3									

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	12/06/21	14/06/21													
Ora	18.00	18.00													
Livello dell'acqua (m)	2,00	2,40													
Prof. perforazione(m)	21,00	33,30													
Prof. rivestimento(m)	18,00	33,00													

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Emilio Guerzonii

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena	Sondaggio: S1 DH1
Riferimento: Ampliamento Liceo Formigini	Data: dal 10/06/21 al 14/06/21
Località: Sassuolo (MO), piazza Falcone Borsellino	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

Pagina 4/8

ø mm	metri batt.	P _Z	R _V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test				DATI TECNICI
m											m	S.P.T.	N	Pt	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 3) Tubo down hole
- 4) Rivestimento
- 5) Simbolo litologico
- 6) Profondità della base dello strato (m)
- 7) Spessore dello strato (m)
- 8) Descrizione della litologia dello strato
- 9) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 10) Resistenza alla punta (kPa)
- 11) Vane test (kPa)
- 12) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 13) Prova S.P.T.
- 14) Valore di N_{spt}
- 15) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 16) Dati tecnici

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Sondaggio: S1 DH1

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Data: dal 10/06/21 al 14/06/21

Fotografie - Pagina 1/4

Pagina 5/8



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Sondaggio: S1 DH1

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Data: dal 10/06/21 al 14/06/21

Fotografie - Pagina 2/4

Pagina 6/8



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Sondaggio: S1 DH1

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Data: dal 10/06/21 al 14/06/21

Fotografie - Pagina 3/4

Pagina 7/8



Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00



Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Sondaggio: S1 DH1

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Data: dal 10/06/21 al 14/06/21

Fotografie - Pagina 4/4

Pagina 8/8



Cassetta n° 7 - profondità da m 30,00 a m 33,30

	PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo Rangone (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com	36.00
--	---	--------------

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO “S2-Pz1”

Pagina 1/6

RAPPORTO DI PROVA N. P01960

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino, c/o Istituto Formigini**

Cantiere: **Ampliamento Liceo Formigini**

Data prova: **dal 15/06/2021 al 16/06/2021**

Data emissione rapporto: **18/06/2021**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm³, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3- 6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm³. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro \emptyset 127 mm per 20,00 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/6.

Nel corso del sondaggio sono state eseguite n. 3 prove Standard Penetration Test (S.P.T.) alle profondità di 1,90 m, 2,80 m e 6,00 m utilizzando un dispositivo di guida e sganciamento automatico tipo “Martino Nenzi” (massa sistema di battuta: 4,20 kg), attrezzato con un maglio avente massa pari a 63,50 Kg; a tale attrezzatura è avvitata una batteria di aste aventi diametro ϕ 50,46 mm e massa lineare 7 kg/m, alla quale è avvitata sul fondo una punta conica, dello stesso diametro, per la penetrazione nel terreno, avente area di base pari a 20 cm² ed angolo di 60°. La profondità di giunzione della prima asta è pari a 0,80 m. I risultati della prova, per avanzamenti di 15 cm, sono riportati a pagina 3/6 del presente certificato.


Al termine delle operazioni di perforazione, nel foro di sondaggio è stato messo in posa a m, un piezometro a tubo aperto (Norton) in PVC di diametro 3”, fessurato da 1,0 m a 20,0 m. Dal p.c. a – 1,0 m si è provveduto all'impermeabilizzazione del foro per mezzo di miscela cemento-bentonite, mentre nella restante parte della colonna è stato realizzato un mantello drenante utilizzando ghiaietto siliceo ben lavato di dimensioni 2-5 mm.

La sistemazione della bocca dell'inclinometro è stata effettuata con la messa in posa e cementazione di chiusino in ABS lucchettabile.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

	<p align="center">PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo Rangone (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com</p>	<p align="center">36.00</p>
<p align="center">Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito</p>		
<p align="center">SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO “S2-Pz1”</p>		<p align="center">Pagina 2/6</p>
<p align="center">RAPPORTO DI PROVA N. P01960</p> <p>Committente: Provincia di Modena</p> <p>Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino, c/o Istituto Formiggini</p> <p>Cantiere: Ampliamento Liceo Formiggini</p> <p>Data prova: dal 15/06/2021 al 16/06/2021 Data emissione rapporto: 18/06/2021</p>		
<p>Procedure di campionamento</p> <p>Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi da pag. 5/6 a pag. 6/6) e consegnate alla Committenza.</p> <p>Durante il sondaggio sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati mediante campionatore a pareti sottili (Shelby), alla profondità di 1,60÷2,00 m / 9,40÷9,80 m e n.1 campione rimaneggiato alla profondità di 3,00÷3,20 m.</p> <p>I campioni prelevati sono stati conferiti presso il laboratorio geotecnico Autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti di Prove Penetrometriche srl per le indagini richieste dalla Committenza.</p>		
<p>Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni</p> <p>Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.</p>		
<p>Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate</p> <p>Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AGI (1977): “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”. 		
<p>Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure</p> <p>Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.</p> <p>Incertezza associata alle prove SPT: 20%. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo (k=2) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.</p> <p>Software di elaborazione: “<i>Stratigrafie</i>” ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.</p>		
<p>IL RESPONSABILE DI SITO</p> <p>Dott. Geol. Emilio Guerzoni</p>	<p align="right">PROVE PENETROMETRICHE Srl Elaborazione Dati Il Tecnico</p>	

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 54953/29-05-2006 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7619/STC/2010

PROVE
PENETROMETRICHE

41051 Castelnuovo Rangone (MO)

Via per Modena, 8

Tel. 059-535046 / Fax 059-539166

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Località: Sassuolo (MO), piazza Falcone Borsellino

Perforazione: a carotaggio continuo

Sondaggio: S2

Data: dal 15/06/21 al 16/06/21

Quota:

SCALA 1 :70

STRATIGRAFIA - S2

Pagina 3/7

ø mm	metri batt.	Pz V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test				DATI TECNICI	
										m	S.P.T.	N	Pt		
						Terreno vegetale.								RAPPORTO DI PROVA N. P01960 del 18/06/2021 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Atlas Copco Mustang A66-CB-T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 20,00 m. Al termine della perforazione inserito tubo piezometrico in PVC diam. 3" fessurato da - 1,0 a - 20,0. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzoni Aiuti-responsabile di sito: Sig. Abdellah Essahri	
	1			0,5	0,5	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola con striature grigie, moderatamente consistente, umido.		98	59						
								98	59						
				1,5	1,0		1) She < 1,50 1,90		98	69					
	2			1,9	0,4	CAMPIONE INDISTURBATO N.1				1,9	21-28-36	64	C		
				2,4	0,5	Limo argilloso debolmente sabbioso, nocciola con striature grigie, moderatamente consistente, umido.		20	10						
				2,6	0,2	Sabbia limosa, grigia, sciolta, satura.				2,8	26-16-14	30	C		
	3					Ghaia eterometrica (2 cm < Ø < 6 cm) con rari ciottoli, subarrotondata o arrotondata, poligenica (clasti di arenaria, serpentinite, calcarenite) in matrice limo sabbiosa nocciola, con ampia varietà dello stato di addensamento, satura da 2,80 m.	2) Dis < 3,00 3,20								
	4														
	5														
	6									6,0	28-4-50/5cm	Rif	C		
	7														
	8														
	9			8,5	5,9	Argilla / argillite siltosa a tratti marnosa, grigia scura e nerastra, fissli e compatta, poco umida o asciutta con inclusi fossili di bivalvi e gasteropodi.		>							
				9,4	0,9	Formazione Argille a Palombini (APA)	3) She < 9,40 9,80								
	10			9,8	0,4	CAMPIONE INDISTURBATO N.2									
						Argilla / argillite siltosa a tratti marnosa, grigia scura e nerastra, fissli e compatta, poco umida o asciutta con inclusi fossili di bivalvi e gasteropodi.		>							
	11					Formazione Argille a Palombini (APA)		>							
	12							>							
	13														
	14														
	15														
	16							>							
	17														
	18														
	19														
101	20			20,0	10,2										

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito															
Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione															
Giorno	15/06/21	16/06/21													
Ora	18:00	16:00													
Livello dell'acqua (m)	2,30	2,80													
Prof. perforazione(m)	15,00	20,00													
Prof. rivestimento(m)	11,00	20,00													

Il Responsabile di sito
Dott.Geol. Emilio Guerzoni

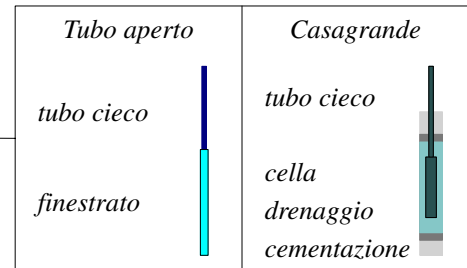
Committente: Amministrazione Provinciale di Modena	Sondaggio: S2 Pz1
Riferimento: Ampliamento Liceo Formiggini	Data: dal 15/06/21 al 16/06/21
Località: Sassuolo (MO), piazza Falcone Borsellino	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

Pagina 4/6

ø mm	metri batt.	Pz V	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test				DATI TECNICI
m											m	S.P.T.	N	Pt	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 3) Piezometri
- 4) Rivestimento
- 5) Simbolo litologico
- 6) Profondità della base dello strato (m)
- 7) Spessore dello strato (m)
- 8) Descrizione della litologia dello strato
- 9) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 10) Resistenza alla punta (kPa)
- 11) Vane test (kPa)
- 12) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 13) Prova S.P.T.
- 14) Valore di N_{spt}
- 15) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 16) Dati tecnici



She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Sondaggio: S2 Pz1

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Data: dal 15/06/21 al 16/06/21

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 5/6



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Amministrazione Provinciale di Modena

Sondaggio: S2 Pz1

Riferimento: Ampliamento Liceo Formigginì

Data: dal 15/06/21 al 16/06/21

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 6/6



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

**CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO
SU CAMPIONI:**

S1DH1-C1

S1DH1-C1

S2Pz1-C1

S2Pz1-C2

S2Pz1-C3

REGISTRO DEI VERBALI DI ACCETTAZIONE

PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8
Castelnuovo Rangone (MO)
Tel. 059-535046 / Fax 059-539166
p.i. e c.f 00812530368

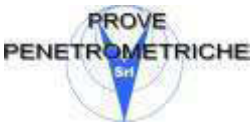

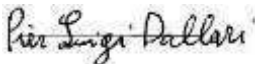

Verbale di accettazione n° 134 del 18/06/2021
Riferimento cantiere: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino

Data fine prove prevista: 16/07/2021
Commissa: 231/21/R

PAGINA 00134 / A
Copia per il cliente

Committente: Provincia di ModenaIndirizzo:Partita IVA: 01375710363

CAMPIONI - ATTIVITA' E PROVE RICHIESTE																													
N	SOND.	CAMP.	PROF. (m)	APE	DES	FOT	UMD	PDV	PSP	LLP	LLR	GRA	CLS	PRM	EDO	RGL	PRG	CMP	TCU	TCD	TUU	TGD	TGR	AST	CBR	ORG	CAR	SOL	NOTE O ALTRE SPECIFICHE
1	1	1	1.95 - 2.30	FM	X	X	X	FT	X	X		GRA			X			X(1p)				TL-TR							
2	1	2	7.65 - 8.00	FM	X	X	X	FT	X	X		GRA						X(1p)				TL							
3	2	1	1.57-1.90	FM	X	X	X	FT	X	X		GRA																	
4	2	2	3.00-3.30		X	X	X					GRA																	
5	2	3	9.40-9.80	FM	X	X	X	FT	X	X		GRA			X			X(1p)				TL-TR							

	PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com	35.00			
<u>DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE</u> <i>ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)</i> CERTIFICATO DI PROVA N. 03386/L		Pagina 1/1			
Committente: Provincia di Modena Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino Cantiere: ampliamento Ist. Formigginì Data apertura e descrizione: 18/06/21 Data emissione certificato: 21/06/21 Sondaggio n. 1-DH1 Campione: 1 Profondità di prelievo: 1.80 – 2.20 m Qualità campione: AGI Q4 Dimensioni campione: L = 35 cm; N. Verbale accettazione: 134/21 Data verbale accettazione: 18/06/2021					
Prof. di prelievo - Alto: 1.80 m	Prof. reale (m)	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione del campione</u>	Prove eseguite
	1.95 _____			Argilla con limo, grigio nocciola (GLEY 1 5/2, da plastica a poco consistente, satura, con tracce di materia organica.	PSP, LLP, GRA, ELL, TGD, EDO
		0.60	0.20		_____
		0.50	0.05		_____
	0.70	0.20	_____		_____
Prof. di prelievo - Basso: 2.20 m					
Note:					
Legenda: (tra parentesi): sigla Munsell Soil Color Charts; APE: aperture e descrizione; UMD: umidità; PDV: peso di volume; PSP: peso specifico; LLP: limite liquido e plastico; LLR: limite di ritiro; GRA: granulometria; CLS: classificazione; PRM: permeabilità (ED edometro; TRX in cella triassiale); EDO: edometria; TCU: triassiale CIU; TCD: triassiale CID; TUU: triassiale UU; ELL: Espansione laterale libera; TGD: taglio diretto; TGR: taglio residuo; PRT: proctor (ST standard; MD: modificata).					
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO Dott. Geol. Pier Luigi Dallari 			LA SPERIMENTATRICE Dott.ssa Silvia Baraldi 		

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03405/L Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 02/07/21 Inizio analisi: 18/06/21
Apertura campione: 18/06/21 Fine analisi: 01/07/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini
SONDAGGIO: 1-DH1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.95 - 2.30

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 49,0 kPa				Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa				Pressione 392,3 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	30,1			0,10	67,7			0,10	119,8			0,10	200,9		
0,25	34,9			0,25	75,6			0,25	126,2			0,25	207,4		
0,40	34,9			0,40	76,6			0,40	130,3			0,40	212,4		
0,50	37,1			0,50	79,5			0,50	133,4			0,50	212,4		
1,00	40,1			1,00	84,4			1,00	139,3			1,00	223,1		
2,00	43,2			2,00	88,9			2,00	147,3			2,00	236,5		
4,00	47,9			4,00	94,3			4,00	156,2			4,00	252,3		
8,00	51,8			8,00	99,1			8,00	164,9			8,00	267,7		
15,00	54,8			15,00	102,1			15,00	170,0			15,00	277,2		
30,00	57,3			30,00	104,1			30,00	173,4			30,00	283,7		
60,00	58,9			60,00	105,8			60,00	176,0			60,00	287,0		
120,00	60,6			120,00	107,3			120,00	178,3			120,00	289,6		
240,00	61,7			240,00	108,7			240,00	180,2			240,00	291,8		
480,00	62,8			480,00	109,8			480,00	181,8			480,00	294,0		
960,00	64,0			960,00	110,9			960,00	183,2			960,00	296,2		
1440,00	64,6			1440,00	111,6			1440,00	184,1			1440,00	297,6		

Pressione 784,5 kPa				Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	311,4	2880,00	418,8	0,10	440,8										
0,25	318,1	3600,00	419,5	0,25	440,8										
0,40	323,1			0,40	444,3										
0,50	327,0			0,50	447,2										
1,00	336,3			1,00	454,1										
2,00	348,8			2,00	463,7										
4,00	364,3			4,00	476,1										
8,00	380,2			8,00	489,3										
15,00	390,8			15,00	499,0										
30,00	398,5			30,00	505,9										
60,00	403,4			60,00	511,2										
120,00	406,8			120,00	514,8										
240,00	409,9			240,00	517,7										
480,00	412,5			480,00	520,3										
960,00	415,1			960,00	523,1										
1440,00	416,6			1440,00	524,7										
1800,00	417,2														

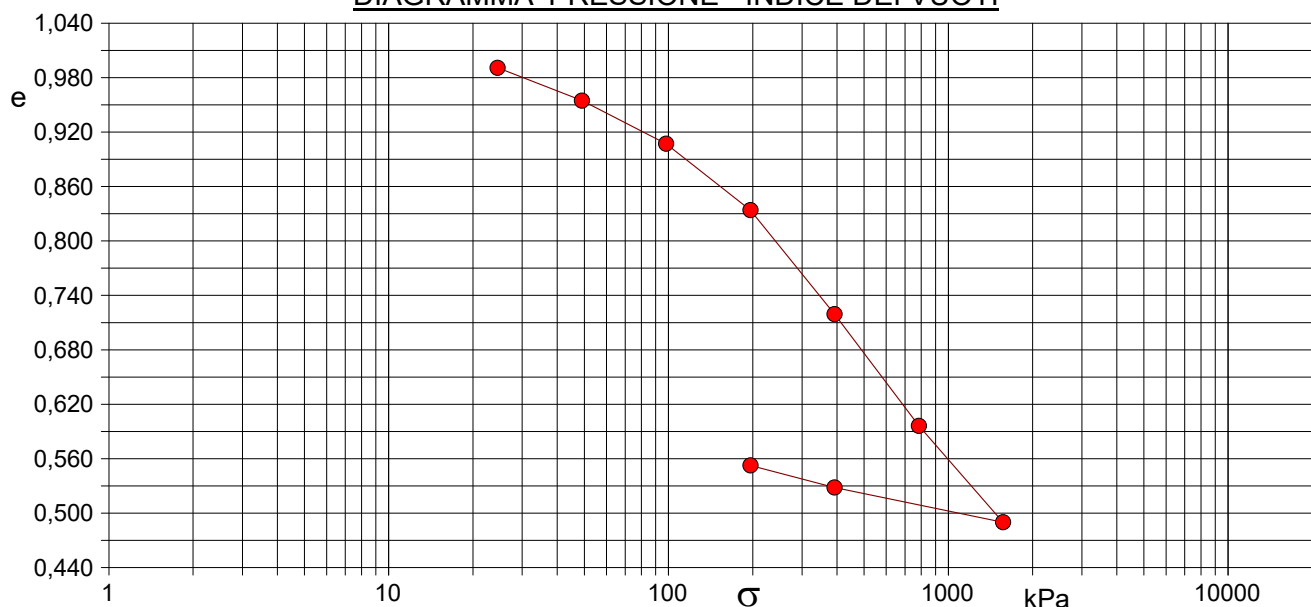
COMMITTENTE: Provincia di Modena			
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigginì			
SONDAGGIO: 1-DH1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.95 - 2.30	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

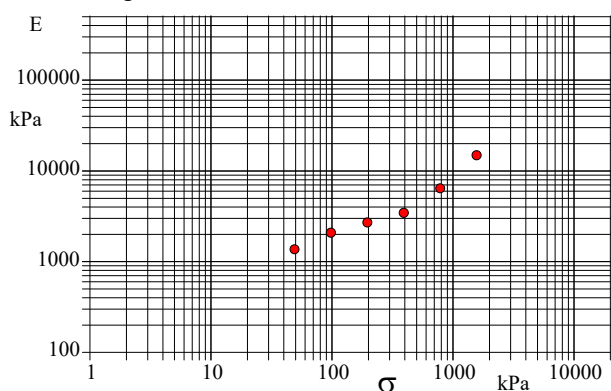
Caratteristiche del campione					
Peso di volume (kN/m³)	17,78	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	1,02
Umidità (%)	41,6	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	50,49
Peso specifico	2,59	Volume dei vuoti (cm³)	19,83	Saturazione (%)	100,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
24,5	28,8	0,991				
49,0	64,6	0,955	0,120	1370	0,000980	7,02E-08
98,1	111,6	0,907	0,158	2087	0,001341	6,30E-08
196,1	184,1	0,834	0,243	2705	0,001283	4,65E-08
392,3	297,6	0,719	0,381	3456	0,000970	2,75E-08
784,5	419,5	0,596	0,409	6436	0,000741	1,13E-08
1569,1	524,7	0,490	0,353	14915	0,000584	3,84E-09
392,3	486,8	0,528	0,127			
196,1	462,7	0,553	0,081			

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03379/L Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 22/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 1-DH1

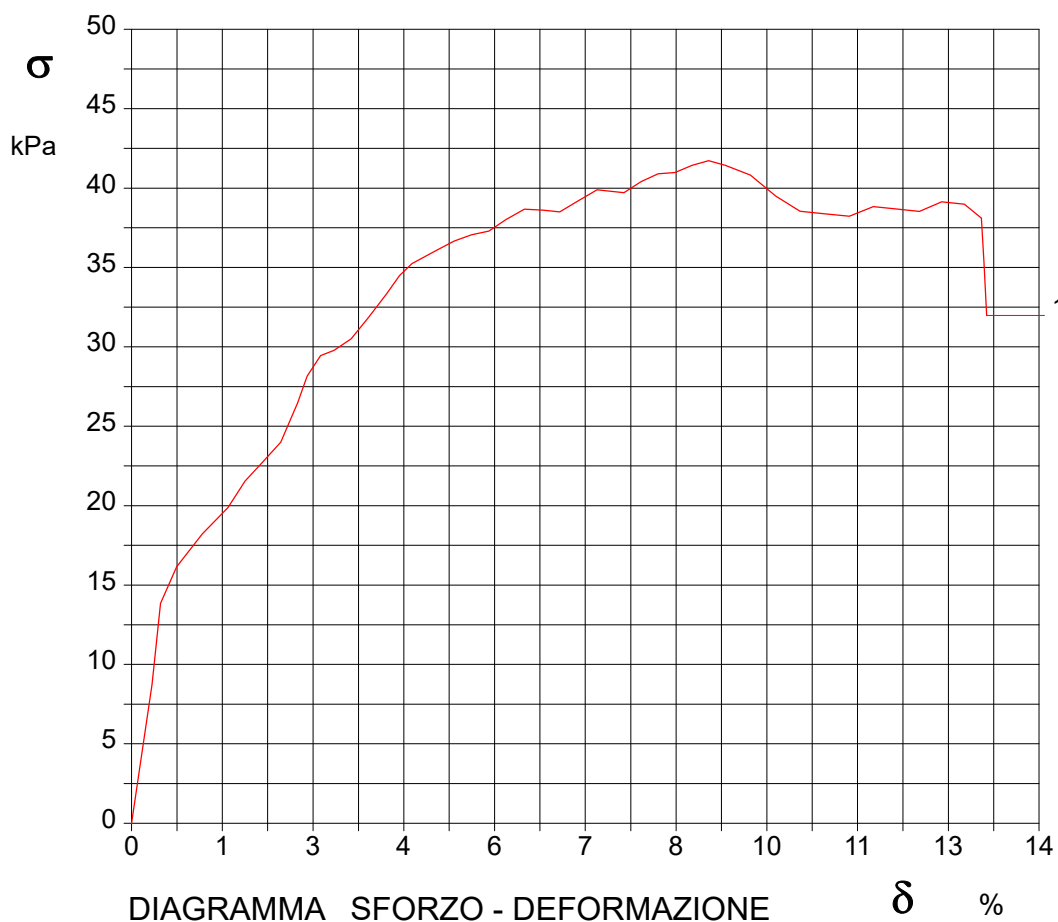
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.95 - 2.30

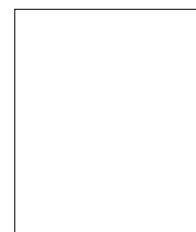
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166-16

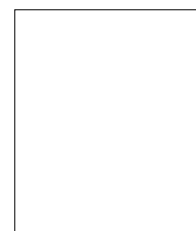
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	-----	-----
Altezza (cm):	7,60	-----	-----
Sezione (cm²):	11,40	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	17,8	-----	-----
Umidità naturale (%):	38,4	-----	-----
Deformazione a rottura (%):	8,90	-----	-----
Sforzo a rottura (kPa):	41,7	-----	-----



Provino 1



Provino 2



Provino 3

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03379/L Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 22/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 1-DH1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.95 - 2.30

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166-16

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,32	8,7	11,07	38,2								
0,45	13,8	11,44	38,8								
0,70	16,2	11,81	38,7								
1,09	18,2	12,15	38,5								
1,49	19,9	12,50	39,1								
1,75	21,5	12,85	39,0								
2,02	22,7	13,11	38,1								
2,30	24,0	13,15	35,3								
2,56	26,5	13,19	32,0								
2,71	28,2										
2,92	29,4										
3,12	29,8										
3,39	30,5										
3,66	31,9										
3,94	33,4										
4,13	34,5										
4,33	35,2										
4,71	36,1										
4,98	36,7										
5,24	37,1										
5,51	37,3										
5,78	38,0										
6,06	38,7										
6,34	38,6										
6,61	38,5										
6,89	39,2										
7,18	39,9										
7,60	39,7										
7,86	40,4										
8,12	40,9										
8,38	41,0										
8,65	41,4										
8,90	41,7										
9,16	41,4										
9,55	40,8										
9,94	39,5										
10,31	38,5										
10,69	38,4										

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03391/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 24/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 1-DH1

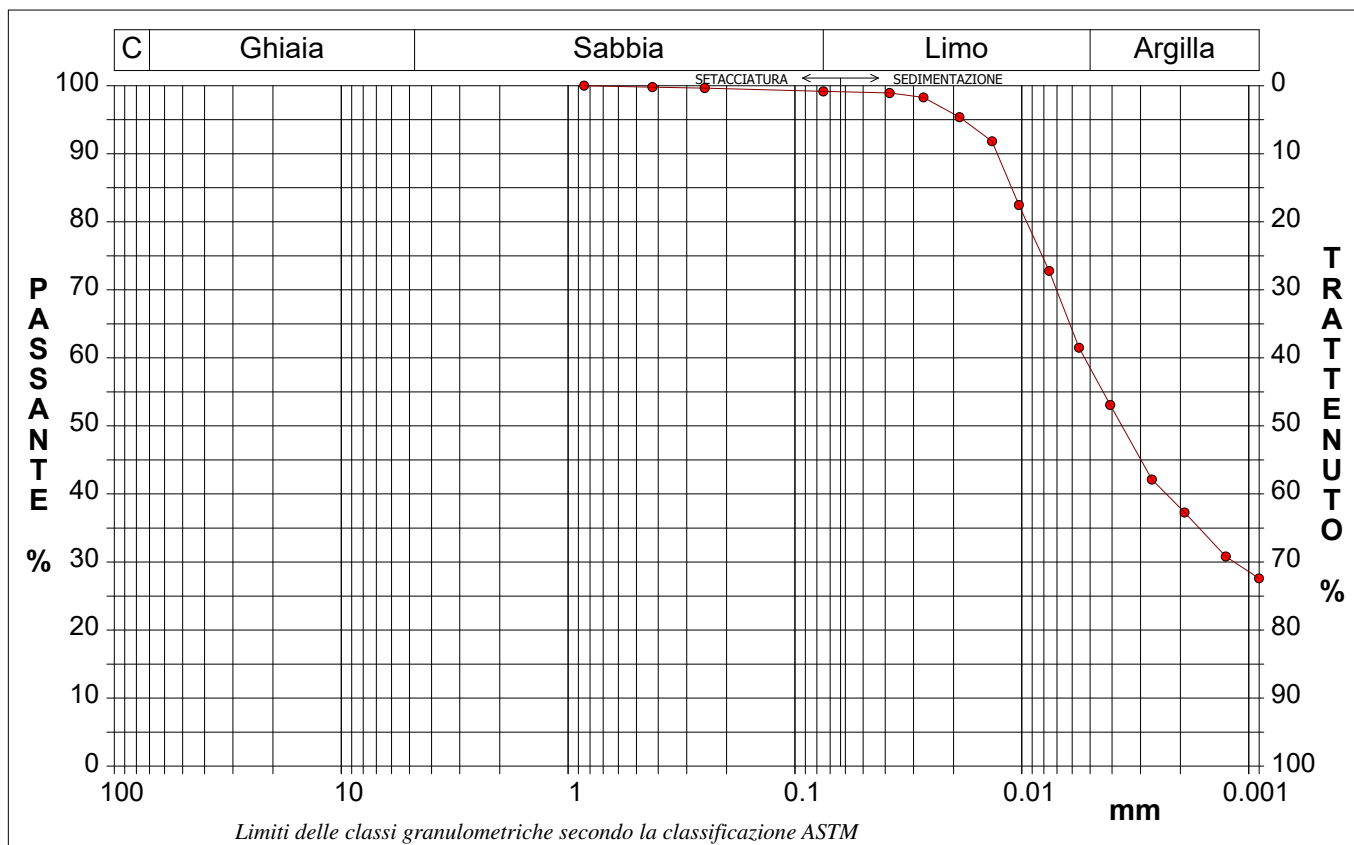
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.95 - 2.30

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07, ASTM D1140-17, ASTM D2217-98

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	0,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,8 %	D30	0,00116	mm
Limo	40,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,2 %	D50	0,00362	mm
Argilla	58,5 %			D60	0,00529	mm
				D90	0,01284	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,8500	100,00	0,0271	98,27	0,0056	61,48	0,0009	27,59		
0,4250	99,78	0,0188	95,37	0,0041	53,09				
0,2500	99,64	0,0135	91,82	0,0027	42,12				
0,0750	99,15	0,0103	82,46	0,0019	37,28			Setacci	3
0,0383	98,92	0,0076	72,78	0,0013	30,82			Punti sediment.	12

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03382/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/06/21	Inizio analisi: 18/06/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21		Apertura campione: 18/06/21	Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena			
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggin			
SONDAGGIO: 1-DH1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.95 - 2.30

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,59**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,58**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 27,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 19,00 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03396/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 1-DH1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.95 - 2.30

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-18

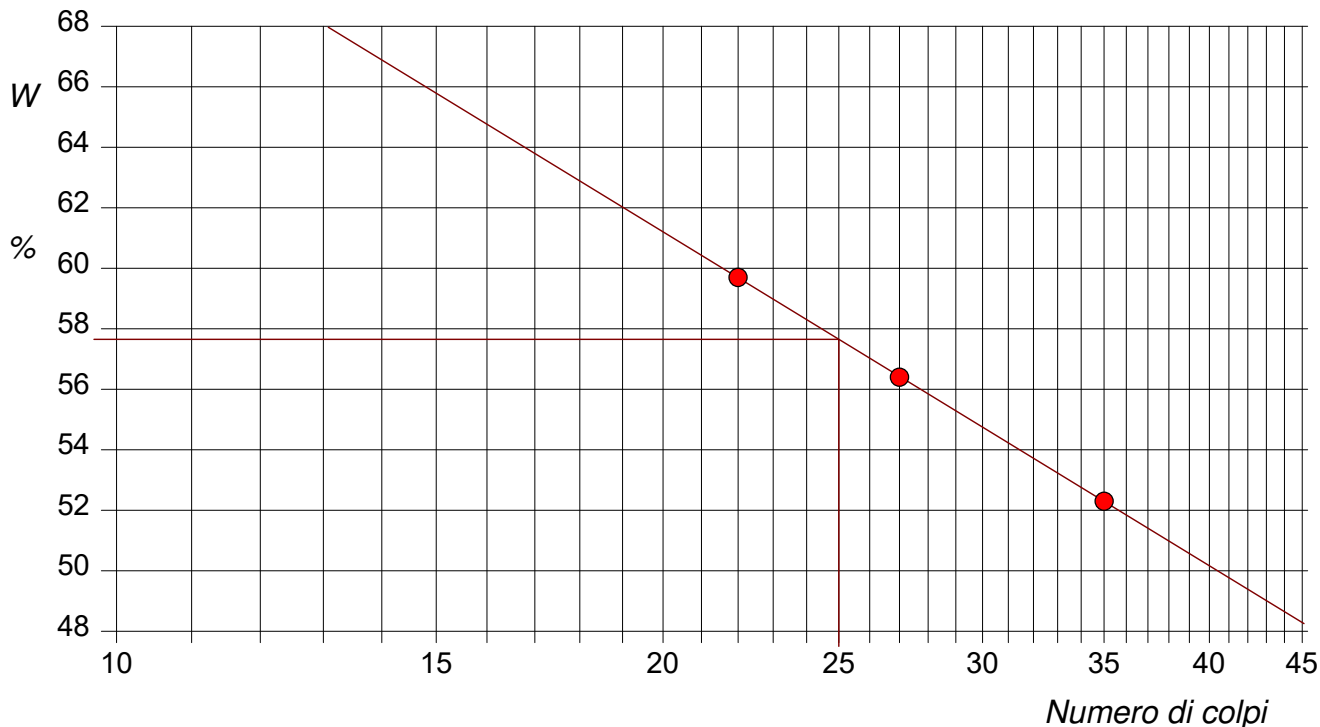
Limite di liquidità 57,6 %

Limite di plasticità 30,3 %

Indice di plasticità 27,3 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	22	27	35			Umidità (%)	30,7	29,9
Umidità (%)	59,7	56,4	52,3			Umidità media	30,3	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03402/L	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 29/06/21	Inizio analisi: 23/06/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21		Apertura campione: 18/06/21	Fine analisi: 28/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena				
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggini				
SONDAGGIO:	1-DH1	CAMPIONE:	1	PROFONDITA': m 1.95 - 2.30

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D3080-03

[illegible]

COMMITTENTE: Provincia di Modena		
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggini		
SONDAGGIO: 1-DH1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.95 - 2.30

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D3080-03

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	98		196		294	
Tensione a rottura (kPa):	53		102		146	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2,00	0,27	4,03	0,46	2,21	0,48
Umidità iniziale e umidità finale (%):	35,6	34,9	36,1	35,3	34,9	30,4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,1	18,0	18,0	17,9	19,1	18,5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	99,7

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 7,9 kPa
Angolo di attrito interno: 25,4 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

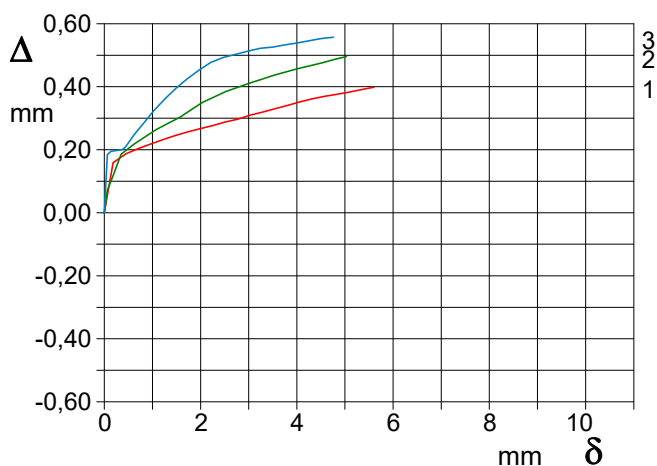
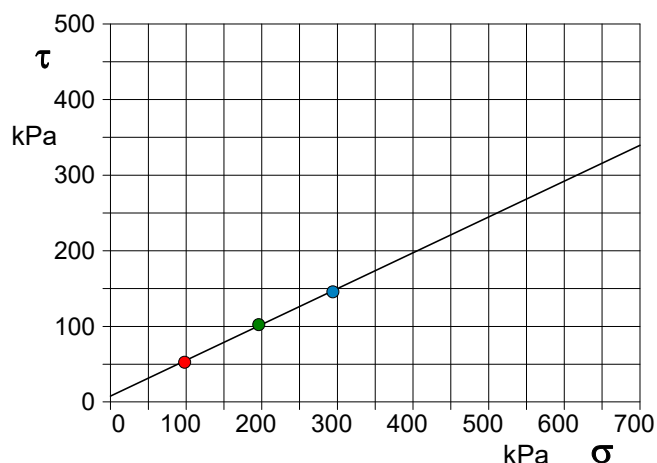


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

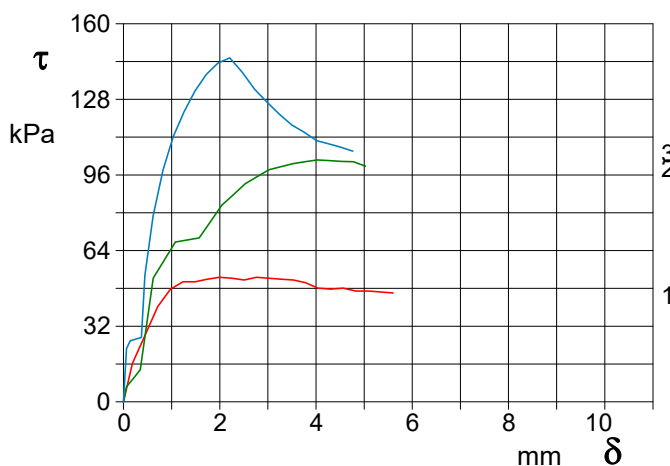


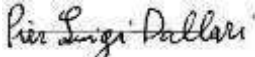



DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

	PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com			35.00		
<u>DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE</u> ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)				Pagina 1/1		
CERTIFICATO DI PROVA N. 03387/L						
Committente: Provincia di Modena Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino Cantiere: ampliamento Ist. Formigginì Data apertura e descrizione: 18/06/21 Data emissione certificato: 21/06/21 Sondaggio n. 1-DH1 Campione: 2 Profondità di prelievo: 7.60 – 8.00 m Qualità campione: AGI Q5 Dimensioni campione: L = 35 cm; N. Verbale accettazione: 134/21 Data verbale accettazione: 18/06/2021						
Prof. di prelievo - Alto: 7.60 m	Prof. reale (m)	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	Descrizione del campione	Prove eseguite	
	7.65 _____			Argilla marnosa, grigio scura (GLEYS 1 4/2), compatta, asciutta.	PSP, LLP, GRA, ELL, TGD	
		10.50	n.d.			
	8.00 _____	>10.5				
Prof. di prelievo - Basso: 8.00 m						
Note:						
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO Dott. Geol. Pier Luigi Dallari 						LA SPERIMENTATRICE Dott.ssa Silvia Baraldi 

Legenda: (tra parentesi): sigla Munsell Soil Color Charts; **APE:** aperture e descrizione; **UMD:** umidità; **PDV:** peso di volume; **PSP:** peso specifico; **LLP:** limite liquido e plastico; **LLR:** limite di ritiro; **GRA:** granulometria; **CLS:** classificazione; **PRM:** permeabilità (ED edometro; TRX in cella triassiale); **EDO:** edometria; **TCU:** triassiale CIU; **TCD:** triassiale CID; **TUU:** triassiale UU; **ELL:** Espansione laterale libera; **TGD:** taglio diretto; **TGR:** taglio residuo; **PRT:** proctor (ST standard; MD: modificata).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03380/L Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 22/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 1-DH1

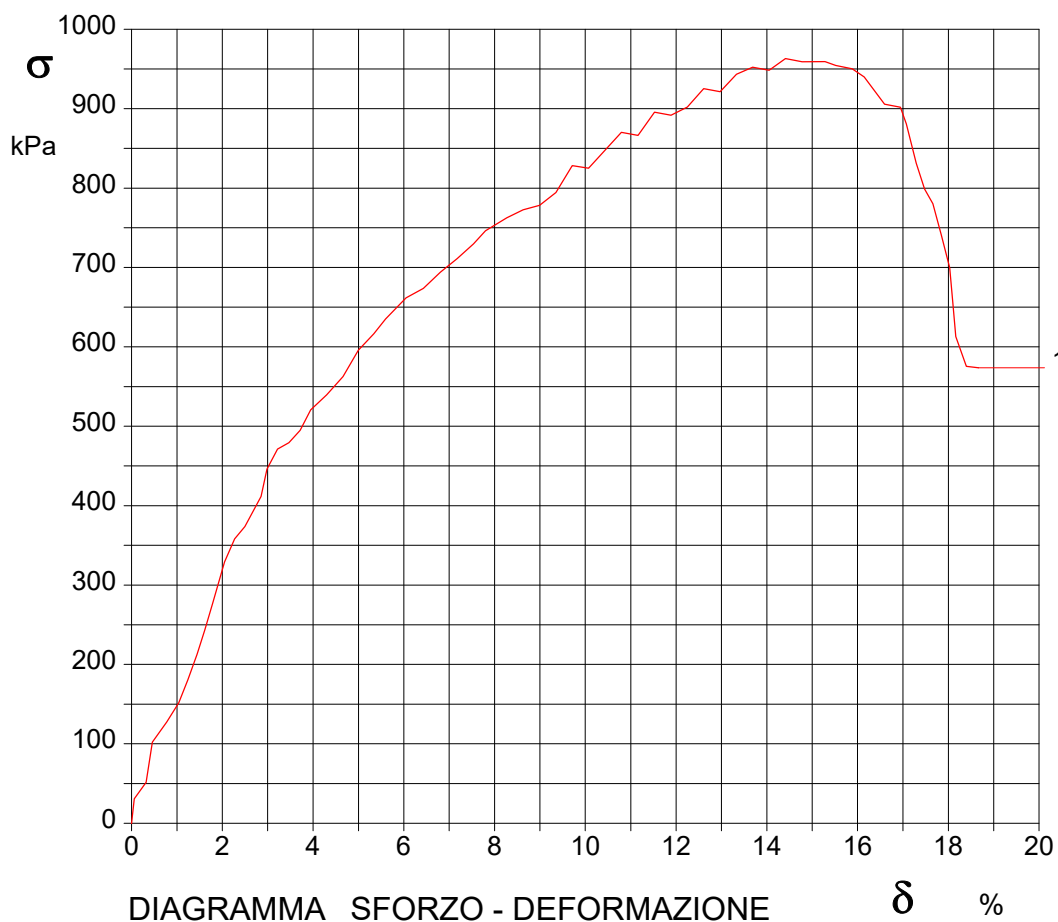
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 7.65 - 8.00

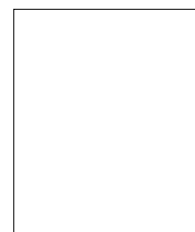
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166-16

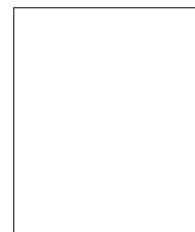
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	-----	-----
Altezza (cm):	7,60	-----	-----
Sezione (cm²):	11,40	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	19,2	-----	-----
Umidità naturale (%):	16,2	-----	-----
Deformazione a rottura (%):	14,41	-----	-----
Sforzo a rottura (kPa):	963,2	-----	-----



Provino 1



Provino 2



Provino 3

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03380/L Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 22/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggin

SONDAGGIO: 1-DH1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 7.65 - 8.00

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166-16

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,06	30,7	11,53	895,5								
0,32	51,6	11,89	891,9								
0,46	102,2	12,25	902,1								
0,78	127,5	12,61	925,2								
1,04	151,9	12,97	921,4								
1,24	180,7	13,33	943,4								
1,44	212,7	13,69	952,4								
1,61	243,0	14,05	948,4								
1,79	276,5	14,41	963,2								
2,05	329,1	14,78	959,1								
2,27	358,1	15,28	959,3								
2,50	373,7	15,52	954,4								
2,85	411,6	15,88	950,3								
2,99	445,9	16,14	940,0								
3,22	471,1	16,59	905,7								
3,47	479,5	16,94	901,9								
3,71	494,9	17,07	880,8								
3,94	520,7	17,29	831,4								
4,30	539,6	17,48	798,8								
4,66	562,6	17,66	780,2								
5,00	595,8	17,85	740,7								
5,34	616,5	18,03	699,6								
5,60	635,2	18,10	656,8								
6,05	661,7	18,16	613,0								
6,43	673,6	18,40	575,5								
6,80	694,0	18,67	573,6								
7,17	711,0										
7,54	729,7										
7,80	746,2										
8,27	762,6										
8,63	772,5										
8,99	778,3										
9,35	794,3										
9,71	828,4										
10,07	825,1										
10,34	841,5										
10,80	870,1										
11,16	866,5										

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03392/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 24/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 1-DH1

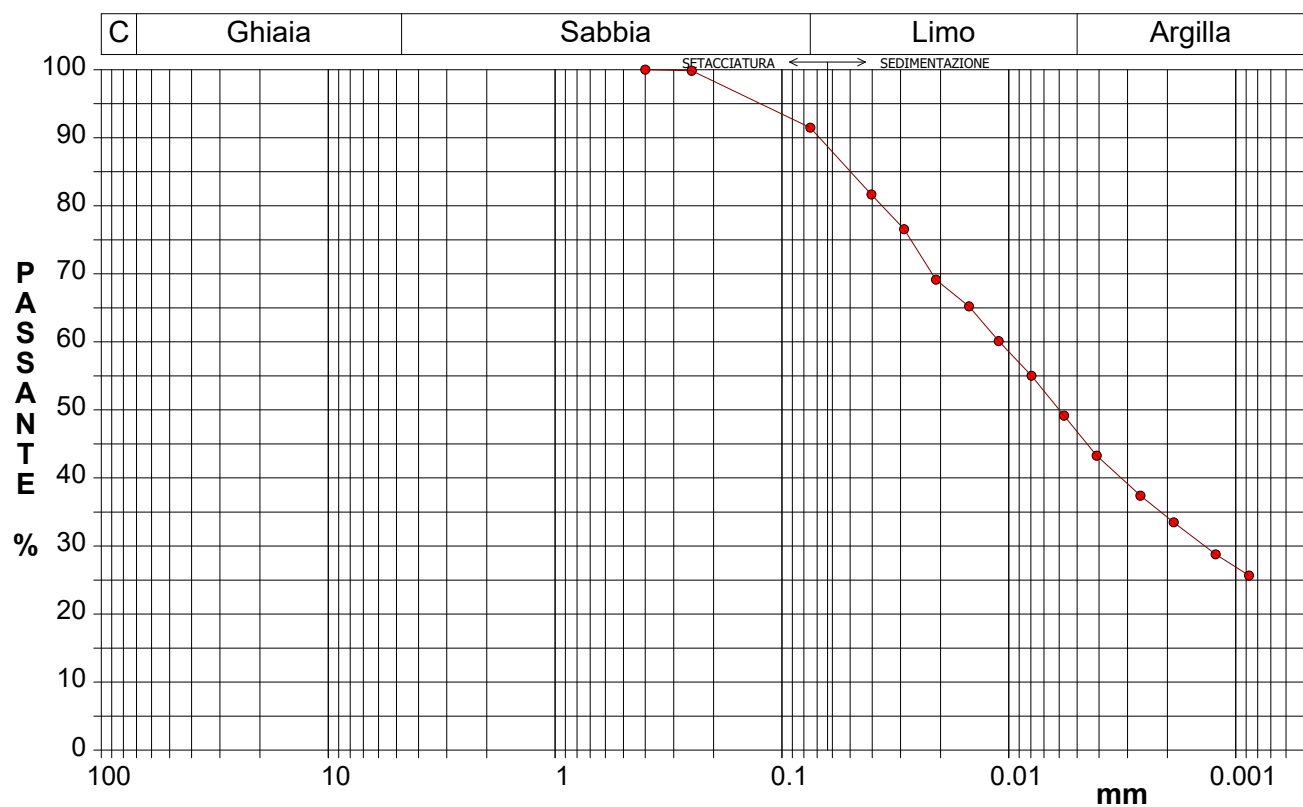
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 7.65 - 8.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07, ASTM D1140-17, ASTM D2217-98

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	8,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	0,00137	mm
Limo	44,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	91,5 %	D50	0,00599	mm
Argilla	46,8 %			D60	0,01100	mm
				D90	0,06835	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,4000	100,00	0,0209	69,13	0,0041	43,28				
0,2500	99,85	0,0150	65,21	0,0026	37,40				
0,0750	91,47	0,0111	60,12	0,0019	33,49				
0,0403	81,66	0,0080	55,03	0,0012	28,79			Setacci	2
0,0290	76,57	0,0057	49,15	0,0009	25,65			Punti sediment.	12

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03383/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/06/21	Inizio analisi: 18/06/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21		Apertura campione: 18/06/21	Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigginì
SONDAGGIO: 1-DH1 CAMPIONE: 2 PROFONDITÀ: m 7.65 - 8.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,75**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,75**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 27,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 19,00 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03397/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 1-DH1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 7.65 - 8.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-18

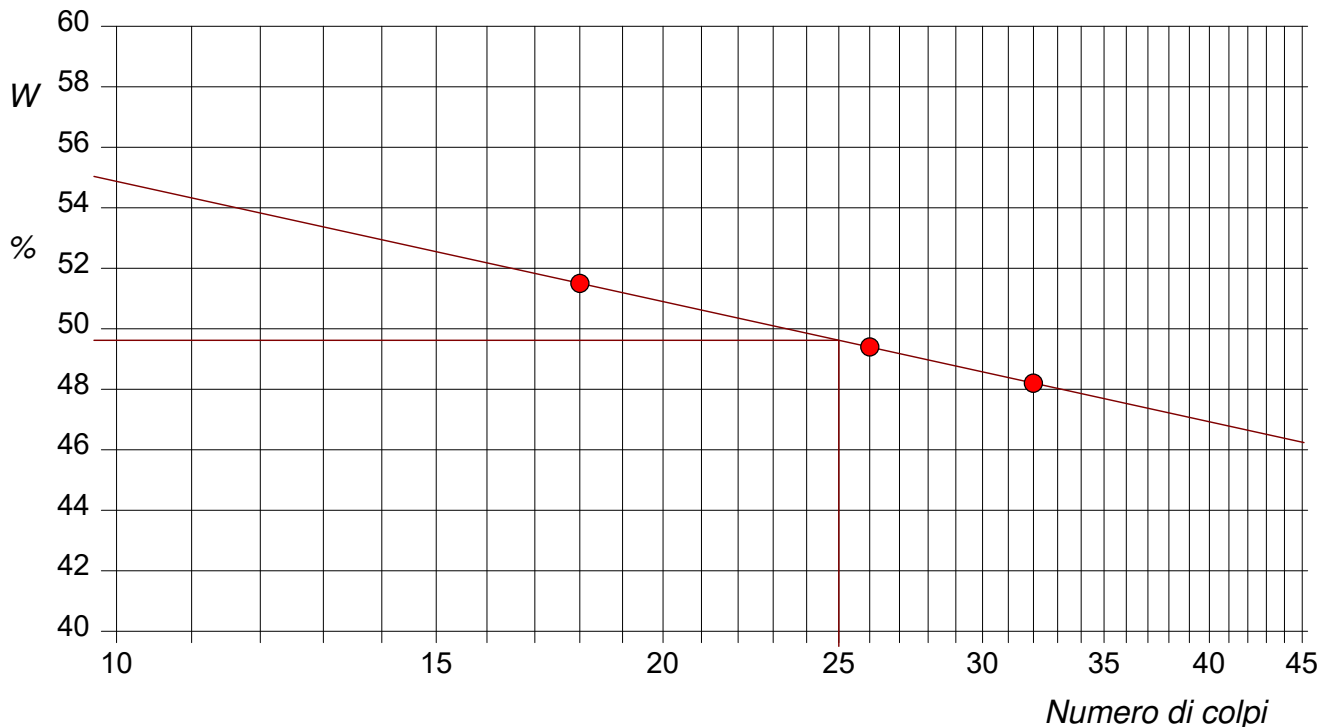
Limite di liquidità 49,6 %

Limite di plasticità 32,0 %

Indice di plasticità 17,6 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	18	26	32			Umidità (%)	31,3	32,7
Umidità (%)	51,5	49,4	48,2			Umidità media	32,0	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03403/L	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 30/06/21	Inizio analisi: 24/06/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21		Apertura campione: 18/06/21	Fine analisi: 29/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena				
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggini				
SONDAGGIO:	1-DH1	CAMPIONE:	2	PROFONDITA': m 7.65 - 8.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D3080-03

[illegible]

COMMITTENTE:	Provincia di Modena		
RIFERIMENTO:	Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggin		
SONDAGGIO:	1-DH1	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	7.65 - 8.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D3080-03

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	294		392		490	
Tensione a rottura (kPa):	157		204		244	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2,67	0,31	4,65	1,10	4,49	1,20
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15,4	19,5	15,3	19,2	15,1	18,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,9	20,6	20,1	20,8	20,0	20,6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	75,1	95,2	76,7	96,6	75,1	93,4

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 29,3 kPa
Angolo di attrito interno: 23,8 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,003 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

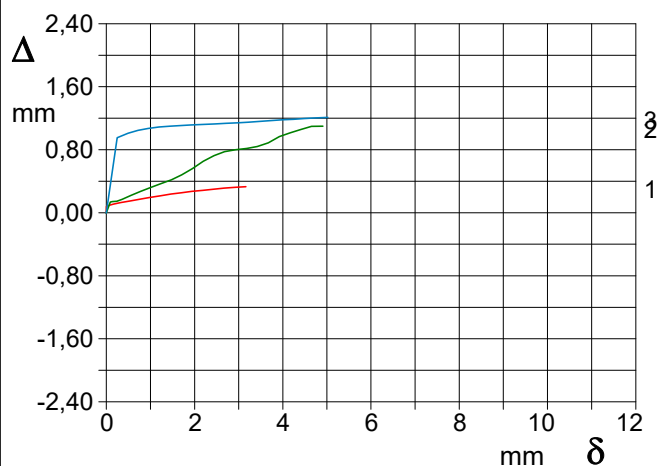
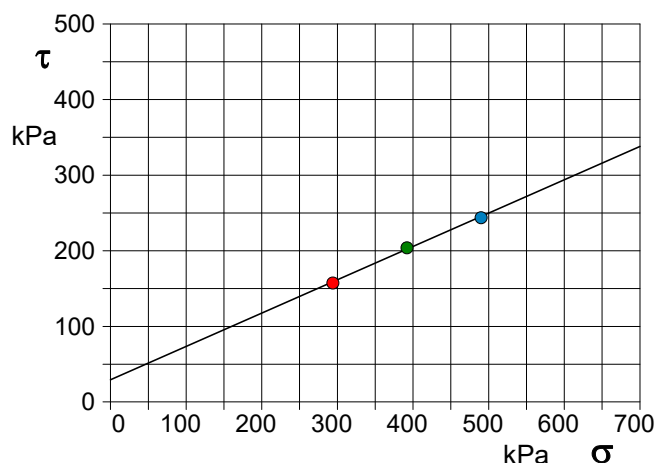


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

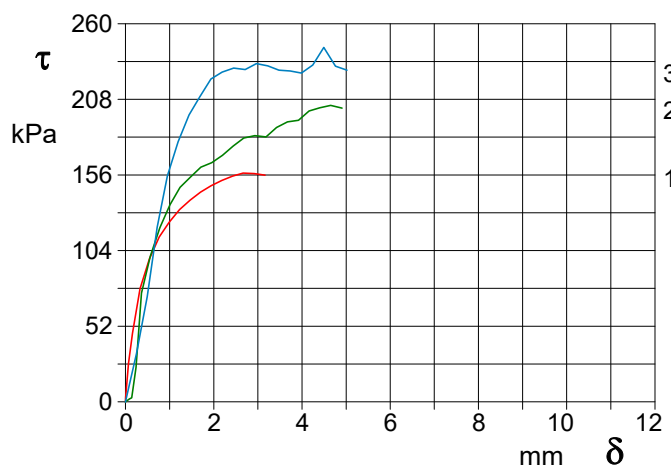
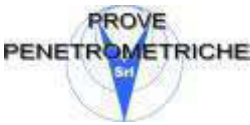

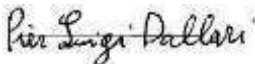



DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

	PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com	35.00			
<u>DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE</u> <i>ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)</i> CERTIFICATO DI PROVA N. 03388/L		Pagina 1/1			
Committente: Provincia di Modena Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino Cantiere: ampliamento Ist. Formigini Data apertura e descrizione: 18/06/21 Data emissione certificato: 21/06/21 Sondaggio n. 2-Pz1 Campione: 1 Profondità di prelievo: 1.50 – 1.90 m Qualità campione: AGI Q4 Dimensioni campione: L = 33 cm ; N. Verbale accettazione: 134/21 Data verbale accettazione: 18/06/2021					
Prof. di prelievo - Alto: 1.50 m	Prof. reale (m)	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione del campione</u>	Prove eseguite
	1.57 _____			1.67 m:	PSP, LLP, GRA
		1.00	0.20	Argilla limosa, grigio nocciola (2.5Y 5/2), moderatamente consistente, umida;	
		1.80	0.10	1.82 m _____ Limo sabbioso, nocciola grigiastro, consistente, umido;	
		1.70	0.60	1.89 m _____ Argilla, grigio nocciola, consistente, umida.	
Prof. di prelievo - Basso: 1.90 m	1.90 _____			2.00 m _____	
Note:					
Legenda: (tra parentesi): sigla Munsell Soil Color Charts; APE: aperture e descrizione; UMD: umidità; PDV: peso di volume; PSP: peso specifico; LLP: limite liquido e plastico; LLR: limite di ritiro; GRA: granulometria; CLS: classificazione; PRM: permeabilità (ED edometro; TRX in cella triassiale); EDO: edometria; TCU: triassiale CIU; TCD: triassiale CID; TUU: triassiale UU; ELL: Espansione laterale libera; TGD: taglio diretto; TGR: taglio residuo; PRT: proctor (ST standard; MD: modificata).					
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO Dott. Geol. Pier Luigi Dallari 			LA SPERIMENTATRICE Dott.ssa Silvia Baraldi 		

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03400/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 18/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigginì

SONDAGGIO: 2-Pz1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.57 - 1.90

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03393/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 24/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 2-Pz1

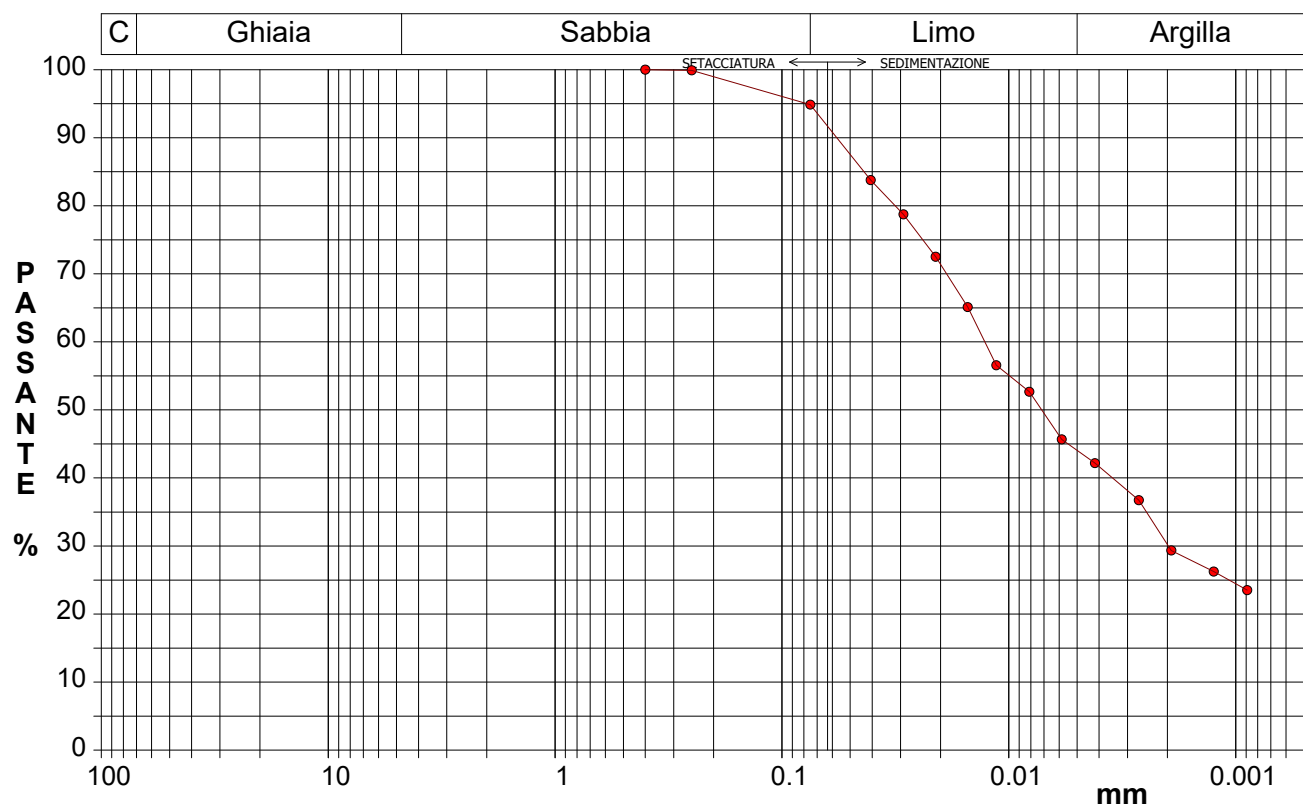
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.57 - 1.90

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07, ASTM D1140-17, ASTM D2217-98

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	5,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	0,00198	mm
Limo	50,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	94,9 %	D50	0,00716	mm
Argilla	44,1 %			D60	0,01276	mm
				D90	0,05730	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,4000	100,00	0,0210	72,51	0,0042	42,18				
0,2500	99,90	0,0152	65,12	0,0027	36,74				
0,0750	94,86	0,0114	56,57	0,0019	29,35				
0,0406	83,78	0,0081	52,68	0,0013	26,24			Setacci	2
0,0292	78,73	0,0058	45,68	0,0009	23,52			Punti sediment.	12

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03398/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 2-Pz1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.57 - 1.90

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-18

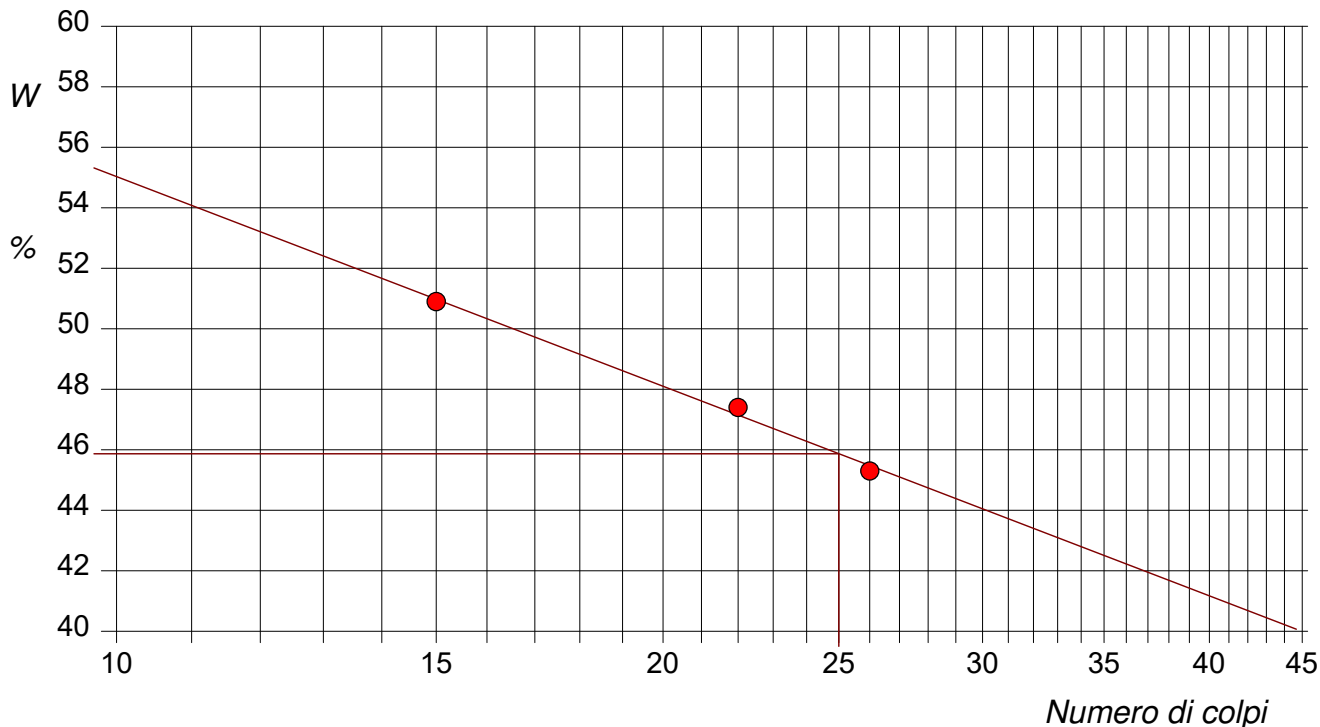
Limite di liquidità 45,9 %

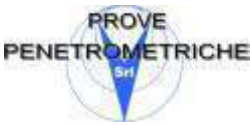
Limite di plasticità 26,0 %

Indice di plasticità 19,9 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	22	26			Umidità (%)	25,0	26,9
Umidità (%)	50,9	47,4	45,3			Umidità media	26,0	

Determinazione del Limite di liquidità



	PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: info@provepenetrometriche.com www.provepenetrometriche.com	35.00
--	--	--------------

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE
ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)

Pagina 1/1

CERTIFICATO DI PROVA N. 03389/L

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

Cantiere: **ampliamento Ist. Formigginì**

Data apertura e descrizione: **18/06/21**

Data emissione certificato: **21/06/21**

Sondaggio n. **2-Pz1** Campione: **2**


Profondità di prelievo: **3.00 – 3.30 m**

Qualità campione: **AGI Q1**

Dimensioni campione: L = N.D.;

N. Verbale accettazione: **134/21**

Data verbale accettazione: **18/06/2021**

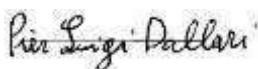
Prof. di prelievo - Alto: 3.00 m	Prof. reale (m)	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	Descrizione del campione	Prove eseguite
	3.00 _____	N.D.	N.D.	Ghiaia con sabbia, grigio nocciola, (2.5Y 4/2), umida.	UMD, GRA
	3.30 _____				
Prof. di prelievo - Basso: 3.30 m					

Note:

Legenda: (tra parentesi): sigla Munsell Soil Color Charts; **APE:** aperture e descrizione; **UMD:** umidità; **PDV:** peso di volume; **PSP:** peso specifico; **LLP:** limite liquido e plastico; **LLR:** limite di ritiro; **GRA:** granulometria; **CLS:** classificazione; **PRM:** permeabilità (ED edometro; TRX in cella triassiale); **EDO:** edometria; **TCU:** triassiale CIU; **TCD:** triassiale CID; **TUU:** triassiale UU; **ELL:** Espansione laterale libera; **TGD:** taglio diretto; **TGR:** taglio residuo; **PRT:** proctor (ST standard; MD: modificata).

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Pier Luigi Dallari



LA SPERIMENTATRICE

Dott.ssa Silvia Baraldi



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03394/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 24/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 2-Pz1

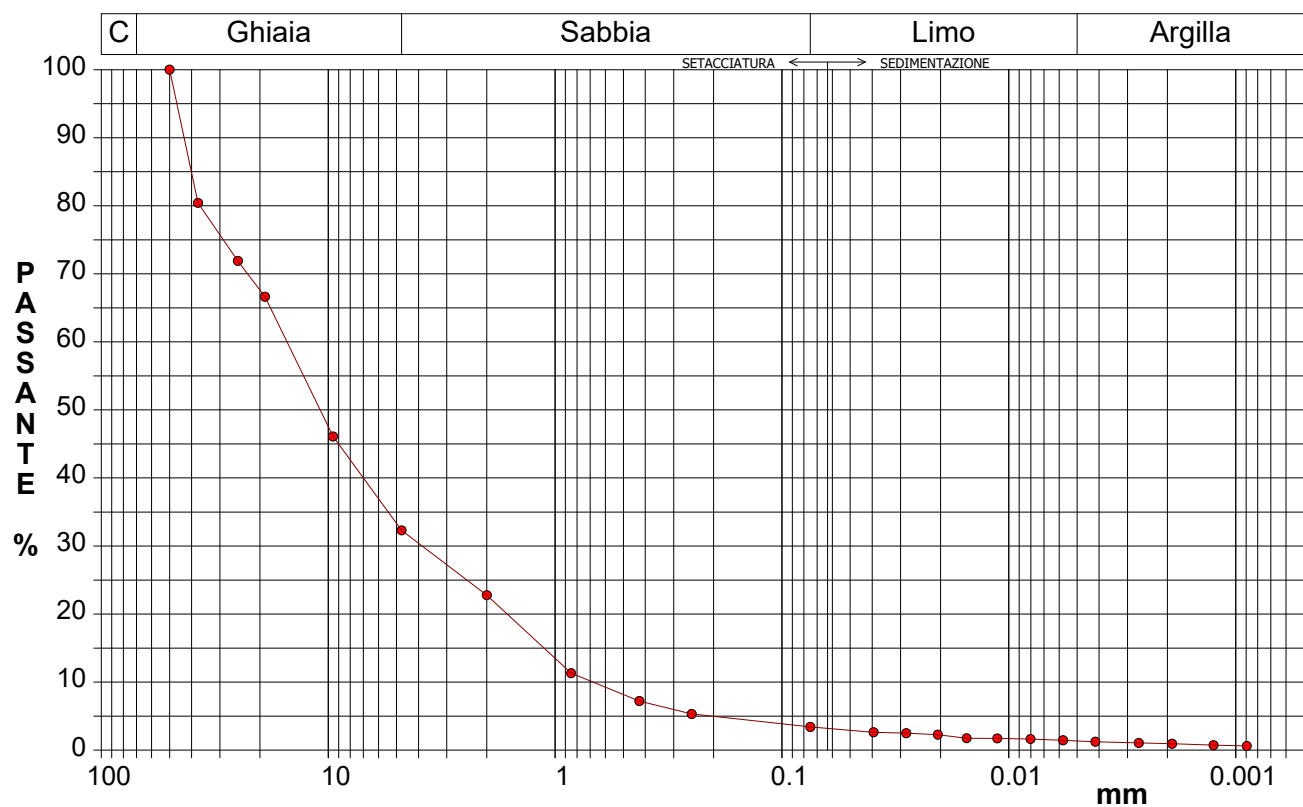
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 3.00 - 3.30

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07, ASTM D1140-17, ASTM D2217-98

Ghiaia	67,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	22,8 %	D10	0,68063 mm	
Sabbia	28,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	7,2 %	D30	3,85022 mm	
Limo	2,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	3,4 %	D50	10,85594 mm	
Argilla	1,4 %			D60	15,20053 mm	
Coefficiente di uniformità		22,33	Coefficiente di curvatura	1,43	D90	43,16951 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	4,7500	32,32	0,0750	3,42	0,0112	1,73	0,0019	0,95
37,5000	80,41	2,0000	22,78	0,0395	2,64	0,0080	1,63	0,0013	0,74
25,0000	71,90	0,8500	11,31	0,0284	2,51	0,0058	1,45	0,0009	0,62
19,0000	66,63	0,4250	7,23	0,0206	2,28	0,0042	1,25	Setacci 10	
9,5200	46,10	0,2500	5,32	0,0153	1,76	0,0027	1,06	Punti sediment. 12	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03406/L	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/07/21	Inizio analisi: 18/06/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21		Apertura campione: 18/06/21	Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena			
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigginì			
SONDAGGIO: 2-Pz1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.00 - 3.30

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-10, ASTM D2974-14

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 5,9 %

Struttura del materiale:

☐ Omogeneo
☐ Stratificato
☒ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 37,50 mm

Si a la izquierda

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03399/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 2-Pz1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 9.40 - 9.80

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-18

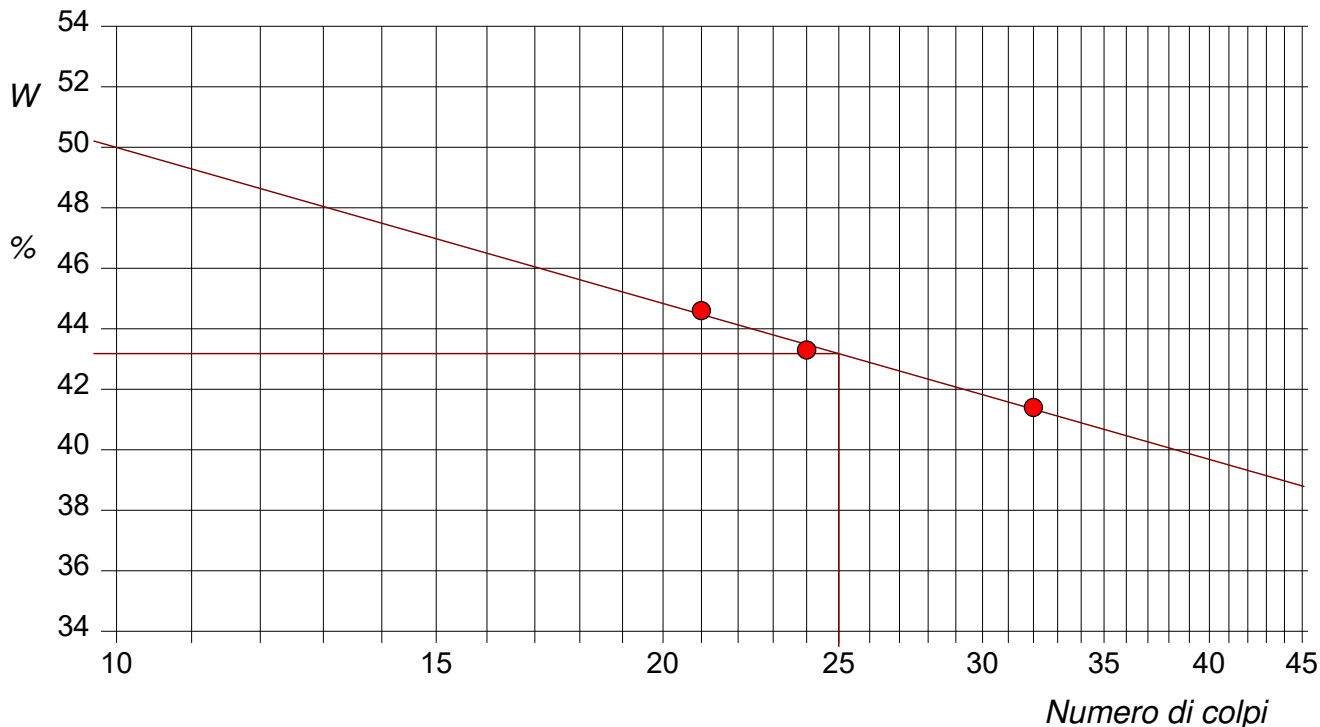
Limite di liquidità 43,2 %

Limite di plasticità 26,6 %

Indice di plasticità 16,6 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	21	24	32			Umidità (%)	27,8	25,3
Umidità (%)	44,6	43,3	41,4			Umidità media	26,6	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03401/L	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 29/06/21	Inizio analisi: 18/06/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21		Apertura campione: 18/06/21	Fine analisi: 28/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena			
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggini			
SONDAGGIO: 2-Pz1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	9.40 - 9.80

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione 784,5 kPa		Pressione 1569,1 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,10	26,3	0,10	33,8	0,10	54,2	0,10	85,0
0,25	26,3	0,25	33,8	0,25	54,2	0,25	87,4
0,40	29,1	0,40	35,7	0,40	58,6	0,40	88,3
0,50	29,1	0,50	35,7	0,50	58,6	0,50	88,9
1,00	30,7	1,00	37,1	1,00	61,3	1,00	90,3
2,00	32,0	2,00	38,4	2,00	63,9	2,00	91,7
4,00	32,6	4,00	39,8	4,00	66,6	4,00	93,8
8,00	33,2	8,00	41,1	8,00	69,8	8,00	96,2
15,00	33,6	15,00	42,7	15,00	72,8	15,00	98,5
30,00	33,8	30,00	44,0	30,00	76,0	30,00	100,5
60,00	33,8	60,00	45,3	60,00	78,2	60,00	101,8
120,00	34,0	120,00	46,1	120,00	79,7	120,00	102,7
240,00	34,0	240,00	47,0	240,00	81,0	240,00	103,5
		480,00	47,6	480,00	81,8	480,00	104,2
		960,00	48,2	960,00	82,5	960,00	104,7
		1440,00	48,6	1440,00	83,1	1440,00	105,2

[illegible]

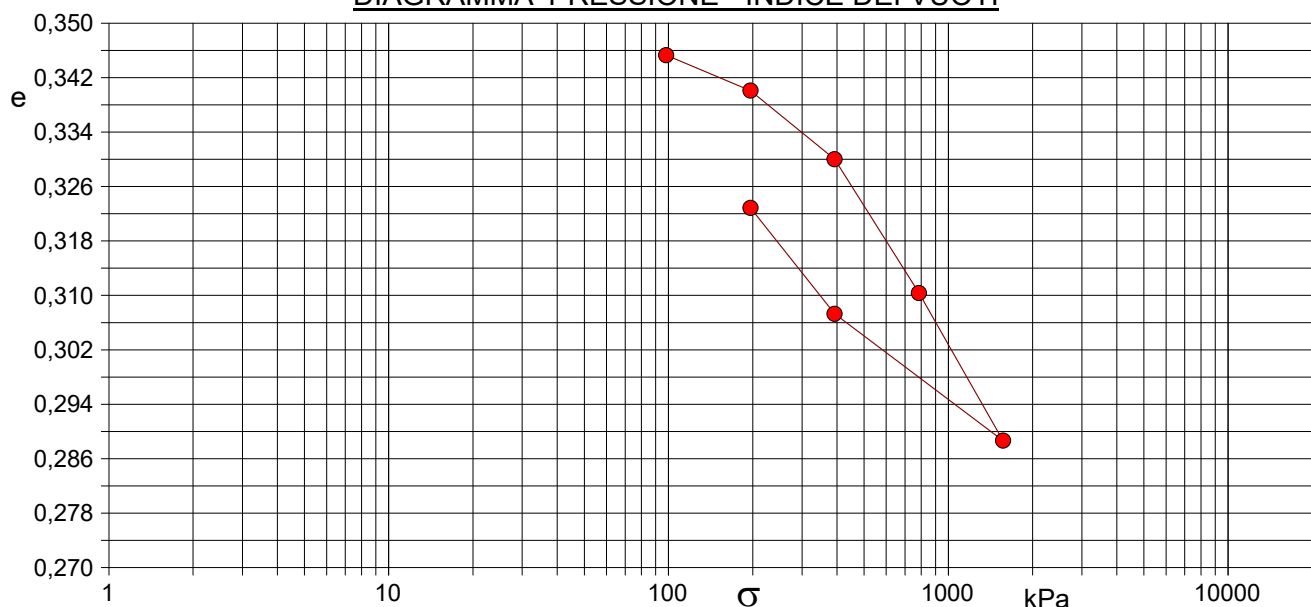
COMMITTENTE: Provincia di Modena			
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggini			
SONDAGGIO: 2-Pz1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 9.40 - 9.80	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

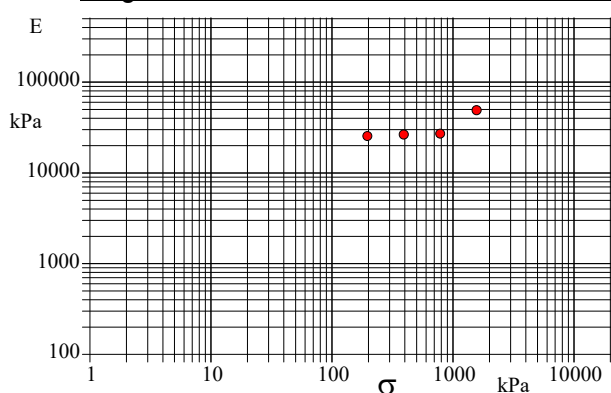
Caratteristiche del campione					
Peso di volume (kN/m ³)	21,73	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,36
Umidità (%)	13,3	Volume provino (cm ³)	39,27	Porosità (%)	26,48
Peso specifico	2,66	Volume dei vuoti (cm ³)	10,40	Saturazione (%)	98,3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
98,1	21,9	0,345				
196,1	34,0	0,340	0,017	25528	0,008539	3,28E-08
392,3	48,6	0,330	0,033	26496	0,001290	4,77E-09
784,5	83,1	0,310	0,065	27151	0,001151	4,16E-09
1569,1	105,2	0,289	0,072	49161	0,000417	8,31E-10
392,3	77,8	0,307	0,062			
196,1	54,9	0,323	0,052			

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



COMMITTENTE: Provincia di Modena			
RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggin			
SONDAGGIO: 2-Pz1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 9.40 - 9.80	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D3080-03

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Semidisturbato		Ricostituito		Ricostituito	
Pressione verticale (kPa):	343		441		549	
Tensione a rottura (kPa):	219		274		327	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4,89	0,77	4,78	1,10	2,47	0,62
Umidità iniziale e umidità finale (%):	13,7	18,9	13,2	19,6	14,1	17,3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	22,9	23,9	24,0	25,4	23,2	23,9
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 41,1 kPa
Angolo di attrito interno: 27,5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,002 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

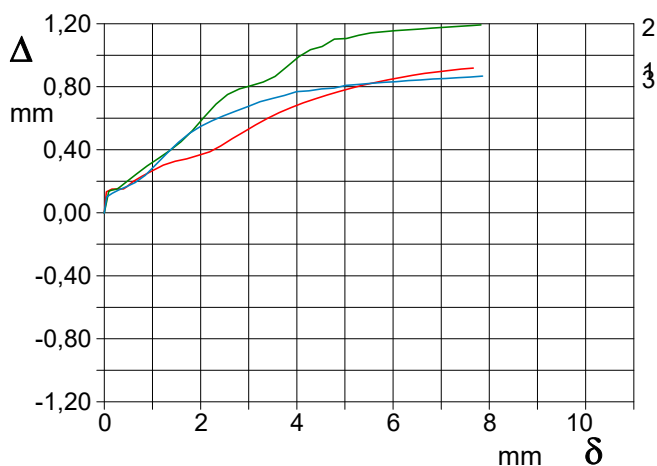
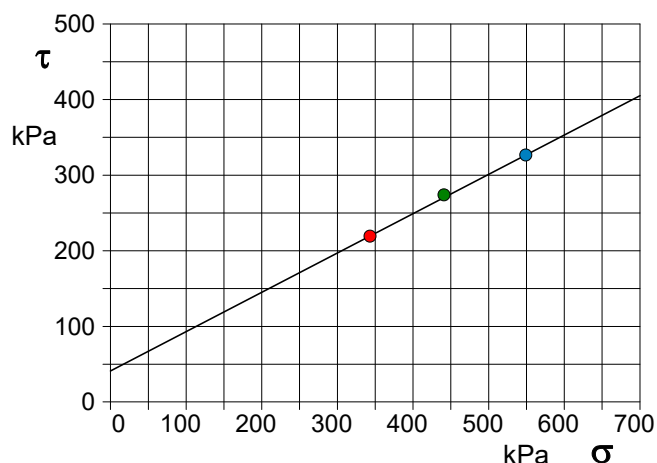


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

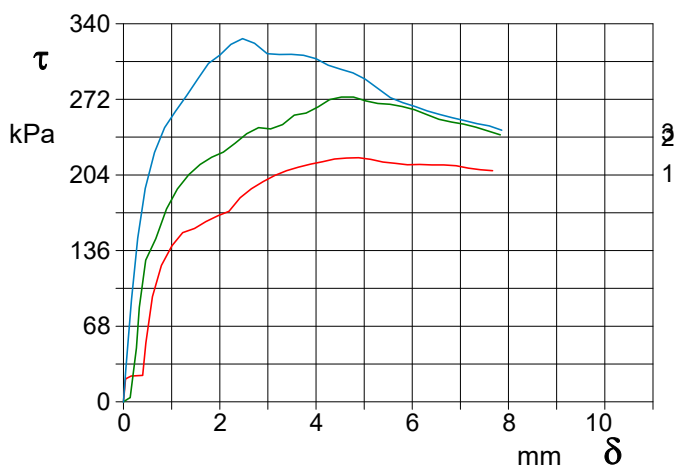


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03381/L Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 22/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 2-Pz1

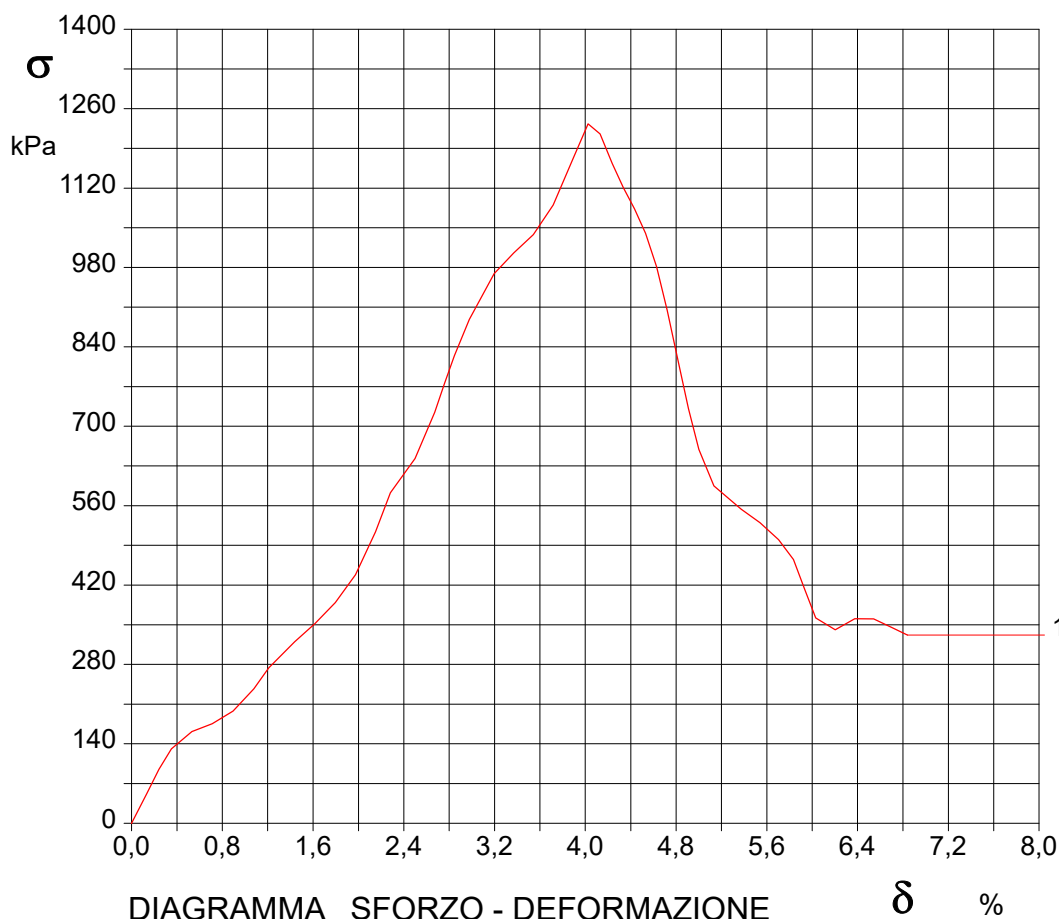
CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 9.40 - 9.80

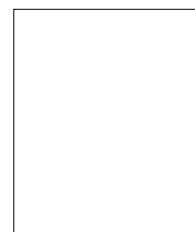
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166-16

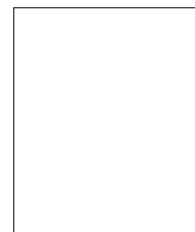
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	-----	-----
Altezza (cm):	7,60	-----	-----
Sezione (cm²):	11,40	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	18,5	-----	-----
Umidità naturale (%):	14,0	-----	-----
Deformazione a rottura (%):	4,02	-----	-----
Sforzo a rottura (kPa):	1233,3	-----	-----



Provino 1



Provino 2



Provino 3

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03381/L Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 22/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formiggin

SONDAGGIO: 2-Pz1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 9.40 - 9.80

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166-16

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,13	51,7	5,70	500,0								
0,24	95,1	5,84	465,0								
0,35	131,1	5,93	412,5								
0,53	161,5	6,03	361,8								
0,71	175,4	6,20	341,2								
0,89	197,7	6,38	360,5								
1,08	236,9	6,54	360,1								
1,21	273,8	6,71	344,5								
1,44	320,0	6,84	331,8								
1,62	351,9										
1,80	389,2										
1,97	438,3										
2,15	513,8										
2,28	582,8										
2,50	643,1										
2,67	724,6										
2,76	775,3										
2,85	824,6										
2,98	888,4										
3,20	969,2										
3,37	1005,9										
3,54	1038,1										
3,72	1090,1										
3,89	1172,6										
4,02	1233,3										
4,13	1215,3										
4,24	1163,1										
4,33	1120,9										
4,43	1083,4										
4,53	1040,3										
4,63	981,2										
4,72	904,7										
4,82	817,1										
4,91	731,0										
5,00	659,1										
5,13	595,0										
5,38	553,6										
5,54	529,7										

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03395/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 29/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 24/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigini

SONDAGGIO: 2-Pz1

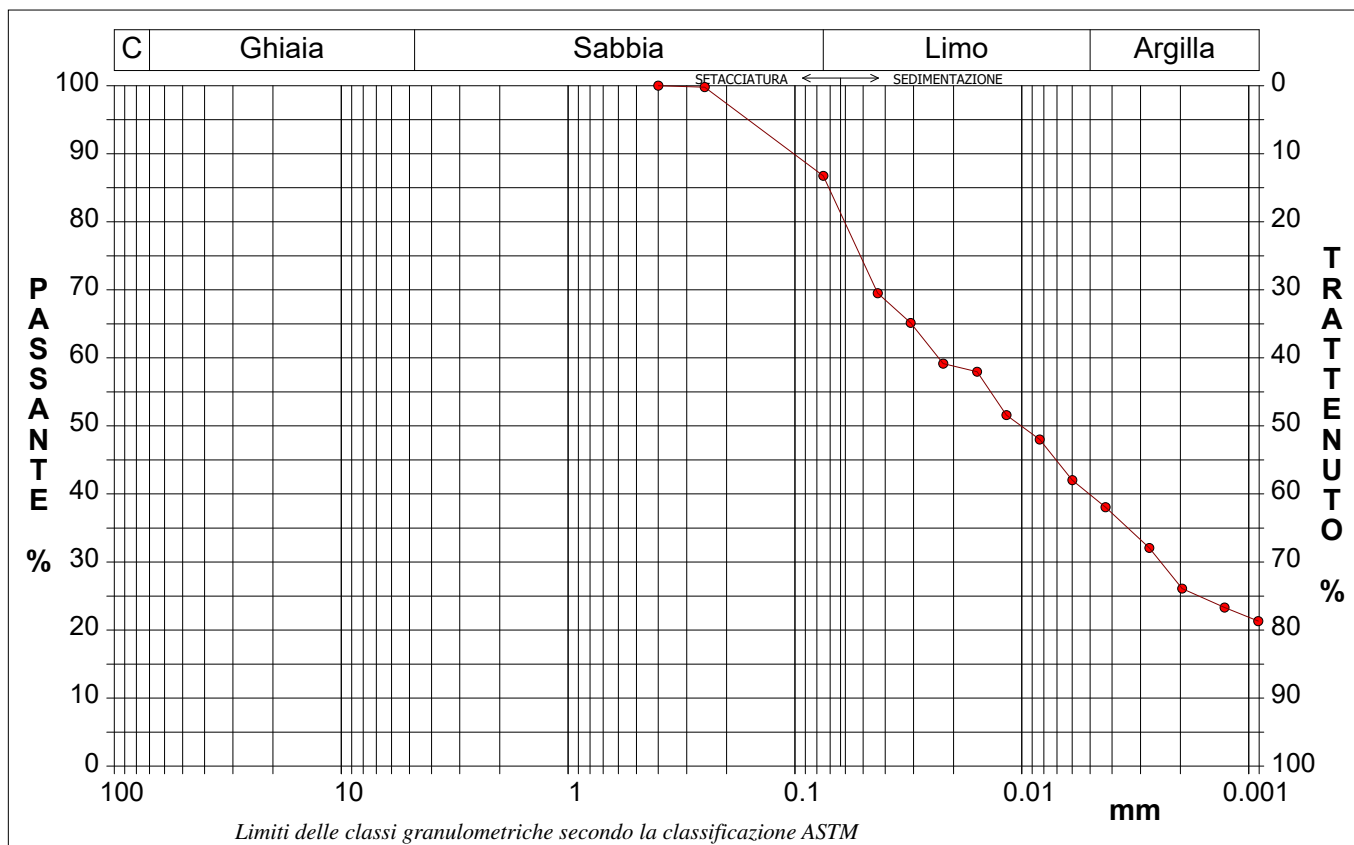
CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 9.40 - 9.80

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07, ASTM D1140-17, ASTM D2217-98

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	13,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	0,00244	mm
Limo	46,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	86,8 %	D50	0,01007	mm
Argilla	39,9 %			D60	0,02326	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,10127	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,4000	100,00	0,0222	59,15	0,0043	38,04				
0,2500	99,78	0,0157	57,96	0,0027	32,07				
0,0750	86,75	0,0117	51,58	0,0020	26,09				
0,0431	69,51	0,0083	48,00	0,0013	23,30				
0,0309	65,13	0,0060	42,02	0,0009	21,31			Setacci	2
								Punti sediment.	12

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03385/L Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134/21 del 18/06/21

DATA DI EMISSIONE: 24/06/21

Inizio analisi: 18/06/21

Apertura campione: 18/06/21

Fine analisi: 21/06/21

COMMITTENTE: Provincia di Modena

RIFERIMENTO: Sassuolo (MO), P.zza Falcone e Borsellino - Ist. Formigginì

SONDAGGIO: 2-Pz1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 9.40 - 9.80

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,66

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,66

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 27,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

ELABORAZIONI PROVE SPT:

S1DH1-SPT1

S1DH1-SPT2

S1DH1-SPT3

S2Pz2-SPT1

S2Pz2-SPT2

S2Pz2-SPT3

ELABORAZIONE PROVE SPT IN FORO PER FINI LITOTECNICI

Committente: Provincia di Modena
Cantiere: Ampliamento nuova sede Liceo A.F. Formiggini
Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino

caratteristiche Strumentali PROVA SPT

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coefficiente di correlazione	1.0
Rivestimento/fanghi	No

Il responsabile



Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk - Frankowsky 1981. In particolare consente di ottenere informazioni sui parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Metodologia di Elaborazione Media: Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

LEGENDA INTERPRETAZIONI LITOTECNICHE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPERPESANTI "DPSH"

Nr:	Numero progressivo strato ed interpretazione litologica		<div>Autori per correlazioni geotecniche</div> <div>(Medio) - Valore statistico pari alla media aritmetica dei valori sullo strato considerato</div>
Prof:	Profondità strato (m)		
Tipo:	C: I:	coesivo incoerente	
Nspt:	N2+N3		
N. Calcolo (Nspt corretto):	valore corretto per presenza di falda; la correzione si applica per presenza di falda e se Nspt è > 15 $Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$		
TERRENI COESIVI	Cu:	Coesione non drenata (kPa)	Shioi-Fukuni (1982): valida per suoli poco coerenti e plastici , argilla di media-alta plasticità.
	Ey:	Modulo di Young (MPa)	Schultze-Menzenbach: correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
	Mo:	Modulo Edometrico (MPa)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner: correlazione valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/Nspt=1.5-2.0$).
	Puv:	Peso unità di volume (kN/m³)	Meyerhof: correlazione valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti
	PuvS:	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Meyerhof: correlazione valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti
	Stato di consistenza		Classificazione A.G.I. 1977
TERRENI INCOERENTI	Dr:	Densità relativa (%)	Gibbs & Holtz (1957): correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato
	Φ:	Angolo di resistenza al taglio (°)	<ul style="list-style-type: none">Shioi-Fukuni (1982) ROAD BRIDGE SPECIFICATION: in gradi correlazione valida per sabbie, sabbie fini o limose e limi siltosi.Shioi-Fukuni (1982) JAPANESE NATIONALE RAILWAY: correlazione valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.Meyerhof (1956): correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
	Ey:	Modulo di Young (MPa)	Bowles (1982): correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia
	Mo:	Modulo Edometrico (MPa)	Buisman-Sanglerat (1963): correlazione valida per ghiaia, sabbia e sabbia argillosa
	Puv:	Peso unità di volume (kN/m³)	Meyerhof ed altri: correlazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso
	PuvS:	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Meyerhof ed altri: correlazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso
	Stato di addensamento		Classificazione A.G.I. 1977

Committente: PROVINCIA DI MODENA Cantiere: Loc. Sassuolo, Ampliamento Liceo A.F. Formiggini Strumento utilizzato: punta chiusa Falda: presente Prova eseguita in data: 10/06/2021	Sondaggio S1-DH1 Prova SPT1
Profondità (m)	Nr. Colpi
3.65	18
3.80	42
3.88	50/8cm (Rifiuto)
PROVA NON ELABORATA PER RIFIUTO STRUMENTALE	

Committente: PROVINCIA DI MODENA Cantiere: Loc. Sassuolo, Ampliamento Liceo A.F. Formiggini Strumento utilizzato: punta chiusa Falda: presente Prova eseguita in data: 10/06/2021	Sondaggio S1-DH1 Prova SPT2
Profondità (m)	Nr. Colpi
5.65	11
5.80	19
5.95	34

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
ghiaia sabbiosa	53.00	5.50-5.95	34.00	Gibbs & Holtz 1957	72.77

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
ghiaia sabbiosa	53.00	5.50-5.95	34.00	Japanese National Railway	37.2

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (MPa)
ghiaia sabbiosa	53.00	5.50-5.95	34.00	Bowles (1982)	24.03

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (MPa)
ghiaia sabbiosa	53.00	5.50-5.95	34.00	Buisman-Sanglerat	26.67

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
ghiaia sabbiosa	53.00	5.50-5.95	34.00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
ghiaia sabbiosa	53.00	5.50-5.95	34.00	Terzaghi-Peck 1948	17.00

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
ghiaia sabbiosa	53.00	5.50-5.95	34.00	Terzaghi-Peck 1948	20.38

Committente: PROVINCIA DI MODENA	Sondaggio S1-DH1 Prova SPT3
Cantiere: Loc. Sassuolo, Ampliamento Liceo A.F. Formiggini	
Strumento utilizzato: punta chiusa Falda: assente	
Prova eseguita in data: 10/06/2021	
Profondità (m)	Nr. Colpi
9.55	16
9.70	30
9.85	27

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT3

TERRENI COESIVI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (kPa)
argillite	57.00	9.40-9.85	Shioi - Fukui 1982	279.49

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (MPa)
argillite	57.00	9.40-9.85	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	57.19

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (MPa)
argillite	57.00	9.40-9.85	Schultze	62.28

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
argillite	57.00	9.40-9.85	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (kN/m³)
argillite	57.00	9.40-9.85	Meyerhof	24.52

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (kN/m³)
argillite	57.00	9.40-9.85	Meyerhof	24.52

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
argillite	57.00	9.40-9.85	57.00	Gibbs & Holtz 1957	61.42

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
argillite	57.00	9.40-9.85	57.00	Meyerhof (1956)	31.29

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (MPa)
argillite	57.00	9.40-9.85	57.00	Bowles (1982)	35.30

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (MPa)
argillite	57.00	9.40-9.85	57.00	Buisman-Sanglerat	44.72

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
argillite	57.00	9.40-9.85	57.00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
argillite	57.00	9.40-9.85	57.00	Terzaghi-Peck 1948	18.55

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
argillite	57.00	9.40-9.85	57.00	Terzaghi-Peck 1948	21.33

Committente: PROVINCIA DI MODENA Cantiere: Loc. Sassuolo, Ampliamento Liceo A.F. Formigginì Strumento utilizzato: punta chiusa Falda: presente Prova eseguita in data: 15/06/2021	Sondaggio S2-Pz1 Prova SPT1
Profondità (m)	Nr. Colpi
2.20	21
2.35	28
2.50	36

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
argilla con limo???	64.00	2.05-2.50	39.50	Gibbs & Holtz 1957	83.84

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
argilla con limo???	64.00	2.05-2.50	39.50	Meyerhof (1956)	26.29

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (MPa)
argilla con limo????	64.00	2.05-2.50	39.50	Bowles (1982)	26.72

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (MPa)
argilla con limo????	64.00	2.05-2.50	39.50	Buisman-Sanglerat	30.99

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
argilla con limo????	64.00	2.05-2.50	39.50	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
argilla con limo????	64.00	2.05-2.50	39.50	Terzaghi-Peck 1948	17.45

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
argilla con limo????	64.00	2.05-2.50	39.50	Terzaghi-Peck 1948	20.66

PROVA ELABORATA MA NON UTILIZZATA PER INCONGRUENZA TRA VALORI "Nspt" MISURATI E CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E DI CONSISTENZA EFFETTIVE DEL TERRENO PRESENTE A TALE PROFONDITA'

Committente: PROVINCIA DI MODENA Cantiere: Loc. Sassuolo, Ampliamento Liceo A.F. Formiggini Strumento utilizzato: punta chiusa Falda: presente Prova eseguita in data: 15/06/2021	Sondaggio S2-Pz1 Prova SPT2
Profondità (m)	Nr. Colpi
2.95	26
3.10	16
3.25	14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT2

TERRENI INCOERENTI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
ghiaia sabbiosa	30.00	2.80-3.25	22.50	Gibbs & Holtz 1957	60.21

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
ghiaia sabbiosa	30.00	2.80-3.25	22.50	Japanese National Railway	33.75

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (MPa)
ghiaia sabbiosa	30.00	2.80-3.25	22.50	Bowles (1982)	11.77

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (MPa)
ghiaia sabbiosa	30.00	2.80-3.25	22.50	Buisman-Sanglerat	17.65

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
ghiaia sabbiosa	30.00	2.80-3.25	22.50	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
ghiaia sabbiosa	30.00	2.80-3.25	22.50	Terzaghi-Peck 1948	15.91

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
ghiaia sabbiosa	30.00	2.80-3.25	22.50	Terzaghi-Peck 1948	19.71

Committente: PROVINCIA DI MODENA Cantiere: Loc. Sassuolo, Ampliamento Liceo A.F. Formiggini Strumento utilizzato: punta chiusa Falda: presente Prova eseguita in data: 10/06/2021	Sondaggio S2-Pz1 Prova SPT3
Profondità (m)	Nr. Colpi
6.15	28
6.30	4
6.35	50/5cm (Rifiuto)
PROVA NON ELABORATA PER RIFIUTO STRUMENTALE	

**CERTIFICATI PROVE
PENETROMETRICHE DINAMICHE:**

DIN1

DIN2

DIN3

DIN4

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione δ)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	massa battente	prof.max indagine
Leggero	DPL (Light)	$M < 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M > 60$	> 25 m

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 20-30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN**1**

riferimento

042-2021

certificato n°

P01948

Committente: **Provincia di Modena**
Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formigginì**
Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa**Data esec.: **14/06/2021**Pagina: **1/2**Data certificato: **15/06/2021**

Elaborato:

Falda: **Foro chiuso**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²
0,20	1	2		1,5					
0,40	1	2		1,5					
0,60	2	2		1,5					
0,80	2	2		1,5					
1,00	2	1		0,7					
1,20	2	1		0,7					
1,40	2	1		0,7					
1,60	3	1		0,7					
1,80	3	1		0,7					
2,00	3	4		2,5					
2,20	3	5		3,2					
2,40	3	16		10,1					
2,60	4	20		12,6					
2,80	4	20		12,6					
3,00	4	22		13,0					
3,20	4	25		14,8					
3,40	4	13		7,7					
3,60	5	13		7,7					
3,80	5	16		9,4					
4,00	5	12		6,7					
4,20	5	6		3,3					
4,40	5	7		3,9					
4,60	6	5		2,8					
4,80	6	5		2,8					
5,00	6	9		4,7					
5,20	6	9		4,7					
5,40	6	24		12,6					
5,60	7	15		7,8					
5,80	7	20		10,5					
6,00	7	21		10,4					
6,20	7	20		9,9					
6,40	7	19		9,4					
6,60	8	12		5,9					
6,80	8	13		6,4					
7,00	8	15		7,1					
7,20	8	16		7,5					

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

nota: Foro chiuso a -1,40 m, falda essente.

FON018

Software by cdtb. Geol. Diego Merlin 0425-840020

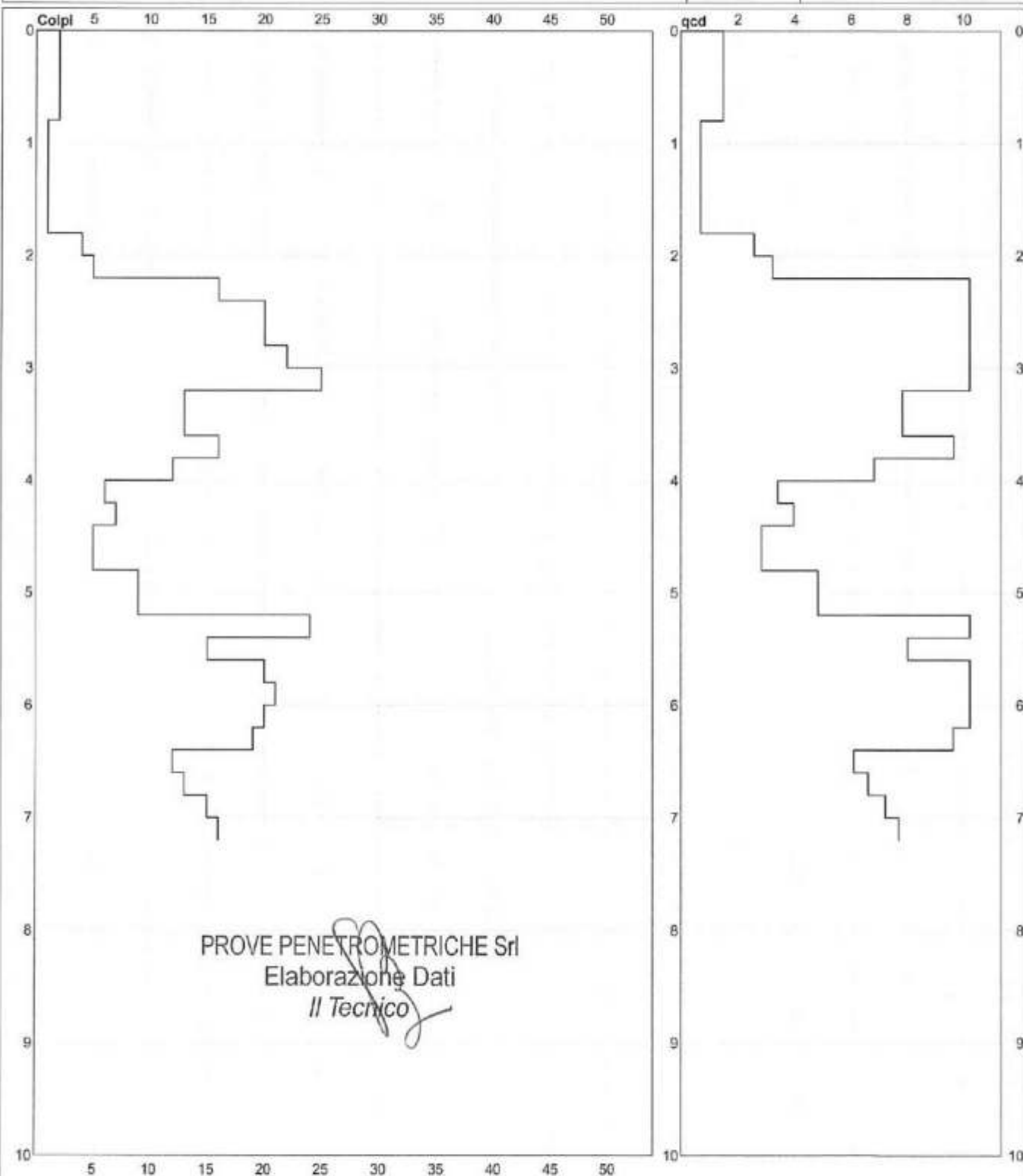


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN	1
riferimento	042-2021
certificato n°	P01948

Committente: **Provincia di Modena**
Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formiggini**
Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
Scala: **1:50** Data certificato: **15/06/2021**
Pagina: **2/2** Quota ass.:
Elaborato: Falda: Foro chiuso



Penetrometro: **DPSH (S. Heavy)**
Massa battente: **63,50 m**
Altezza caduta: **0,75 m**
Avanzamento: **0,20 m**

Responsabile: **Dott. Stefano Vigni**
Assistente:

Preforo: **m**
Corr.asline: **kN/m**
Cod.ISTAT: **0**

nota: Foro chiuso a -1,40 m, falda essente.

FON018



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN**2**

riferimento

042-2021

certificato n°

P01949

Committente: **Provincia di Modena**Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formiggin**Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**U.M.: **MPa**Data esec.: **14/06/2021**Pagina: **1/2**Data certificato: **15/06/2021**

Elaborato:

Falda: **-2,20 m**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²
0,20	1	2		1,5					
0,40	1	2		1,5					
0,60	2	2		1,5					
0,80	2	3		2,2					
1,00	2	2		1,4					
1,20	2	2		1,4					
1,40	2	2		1,4					
1,60	3	2		1,4					
1,80	3	1		0,7					
2,00	3	1		0,6					
2,20	3	1		0,6					
2,40	3	3		1,9					
2,60	4	13		8,2					
2,80	4	18		11,3					
3,00	4	21		12,4					
3,20	4	27		15,9					
3,40	4	27		15,9					
3,60	5	20		11,8					
3,80	5	27		15,9					
4,00	5	17		9,4					
4,20	5	12		6,7					
4,40	5	4		2,2					
4,60	6	7		3,9					
4,80	6	20		11,1					
5,00	6	38		19,9					
5,20	6	23		12,0					
5,40	6	15		7,8					
5,60	7	11		5,8					
5,80	7	7		3,7					
6,00	7	5		2,5					
6,20	7	8		4,0					
6,40	7	11		5,4					
6,60	8	11		5,4					
6,80	8	12		5,9					
7,00	8	14		6,6					
7,20	8	16		7,5					
7,40	8	17		8,0					
7,60	9	15		7,1					
7,80	9	15		7,1					
8,00	9	19		8,5					
8,20	9	21		9,4					
8,40	9	18		8,1					
8,60	10	20		9,0					

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

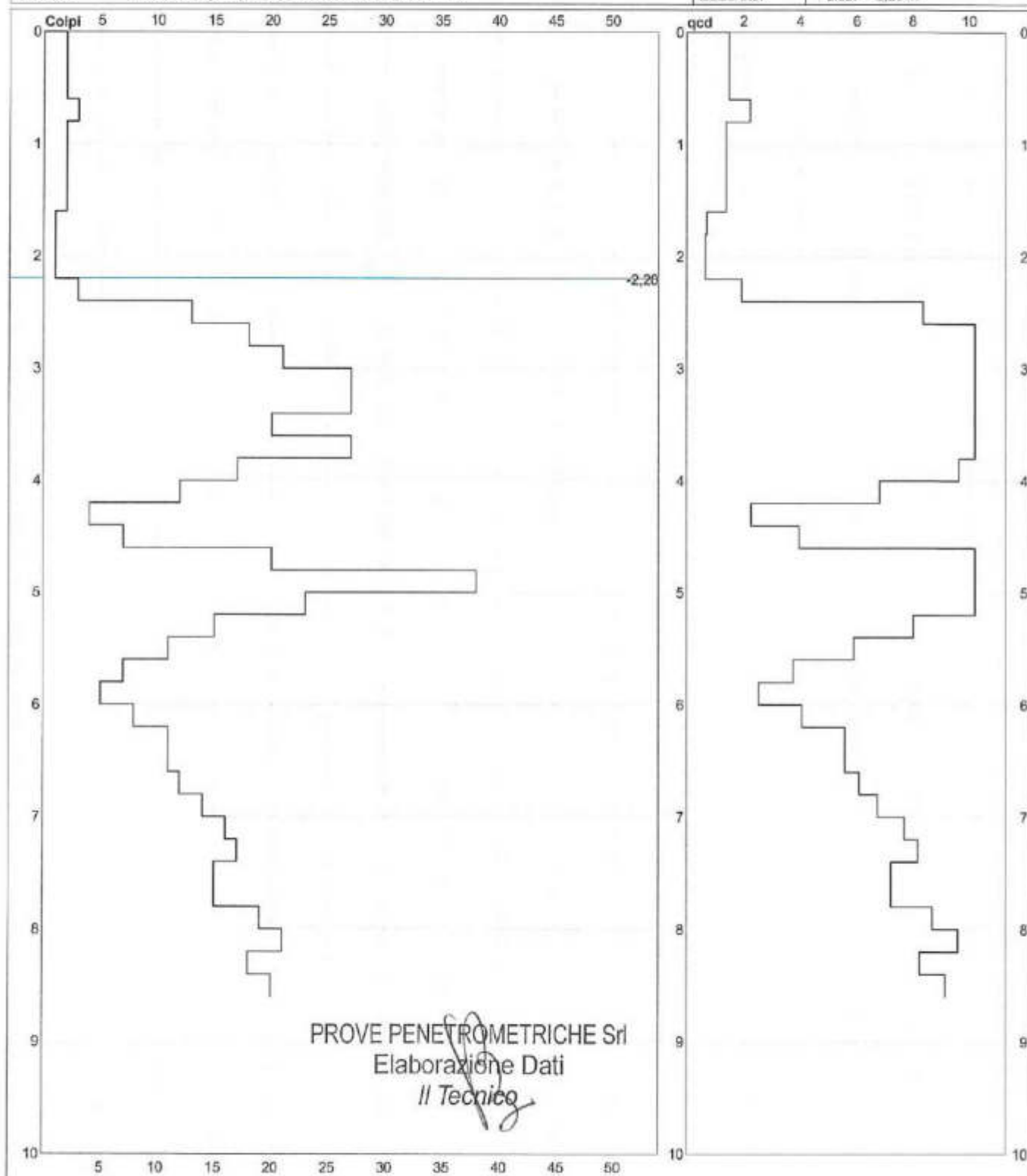


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN	2
riferimento	042-2021
certificato n°	P01949

Committente: **Provincia di Modena**
Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formigini**
Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
Scala: **1:50** Data certificato: **15/06/2021**
Pagina: **2/2** Quota ass.:
Elaborato: **Falda: -2.20 m**



Penetrometro: **DPSH (S. Heavy)**
Massa battente: **63,50 m**
Altezza caduta: **0,75 m**
Avanzamento: **0,20 m**

Responsabile: **Dott. Stefano Vigni**
Assistente:

Preforo: **m**
Corr.astine: **kN/mi**
Cod.ISTAT: **0**

FOND18

Software by dott. Geol. Diego Martin (0425-840620)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN	3
riferimento	042-2021
certificato n°	P01950

Committente: **Provincia di Modena**
 Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formigginì**
 Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
 Pagina: **1/2** Data certificato: **15/06/2021**
 Elaborato: Felda: **-2,20 m**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²
0,20	1	2		1,5					
0,40	1	2		1,5					
0,60	2	2		1,5					
0,80	2	2		1,5					
1,00	2	1		0,7					
1,20	2	1		0,7					
1,40	2	1		0,7					
1,60	3	1		0,7					
1,80	3	1		0,7					
2,00	3	7		4,4					
2,20	3	10		6,3					
2,40	3	15		9,5					
2,60	4	17		10,7					
2,80	4	23		14,5					
3,00	4	30		17,7					
3,20	4	25		14,8					
3,40	4	24		14,2					
3,60	5	6		3,5					
3,80	5	2		1,2					
4,00	5	16		8,9					
4,20	5	27		15,0					
4,40	5	24		13,3					
4,60	6	16		8,9					
4,80	6	6		3,3					
5,00	6	5		2,6					
5,20	6	6		3,1					
5,40	6	10		5,2					
5,60	7	11		5,8					
5,80	7	16		8,4					
6,00	7	15		7,4					
6,20	7	13		6,4					
6,40	7	13		6,4					
6,60	8	10		5,0					
6,80	8	12		5,9					
7,00	8	12		5,6					
7,20	8	15		7,1					
7,40	8	13		6,1					
7,60	9	14		6,6					
7,80	9	12		5,6					
8,00	9	16		7,2					
8,20	9	17		7,6					
8,40	9	18		8,1					
8,60	10	17		7,6					
8,80	10	18		8,1					
9,00	10	20		8,5					

PROVE PENETROMETRICHE Srl
 Elaborazione Dati
Il Tecnico

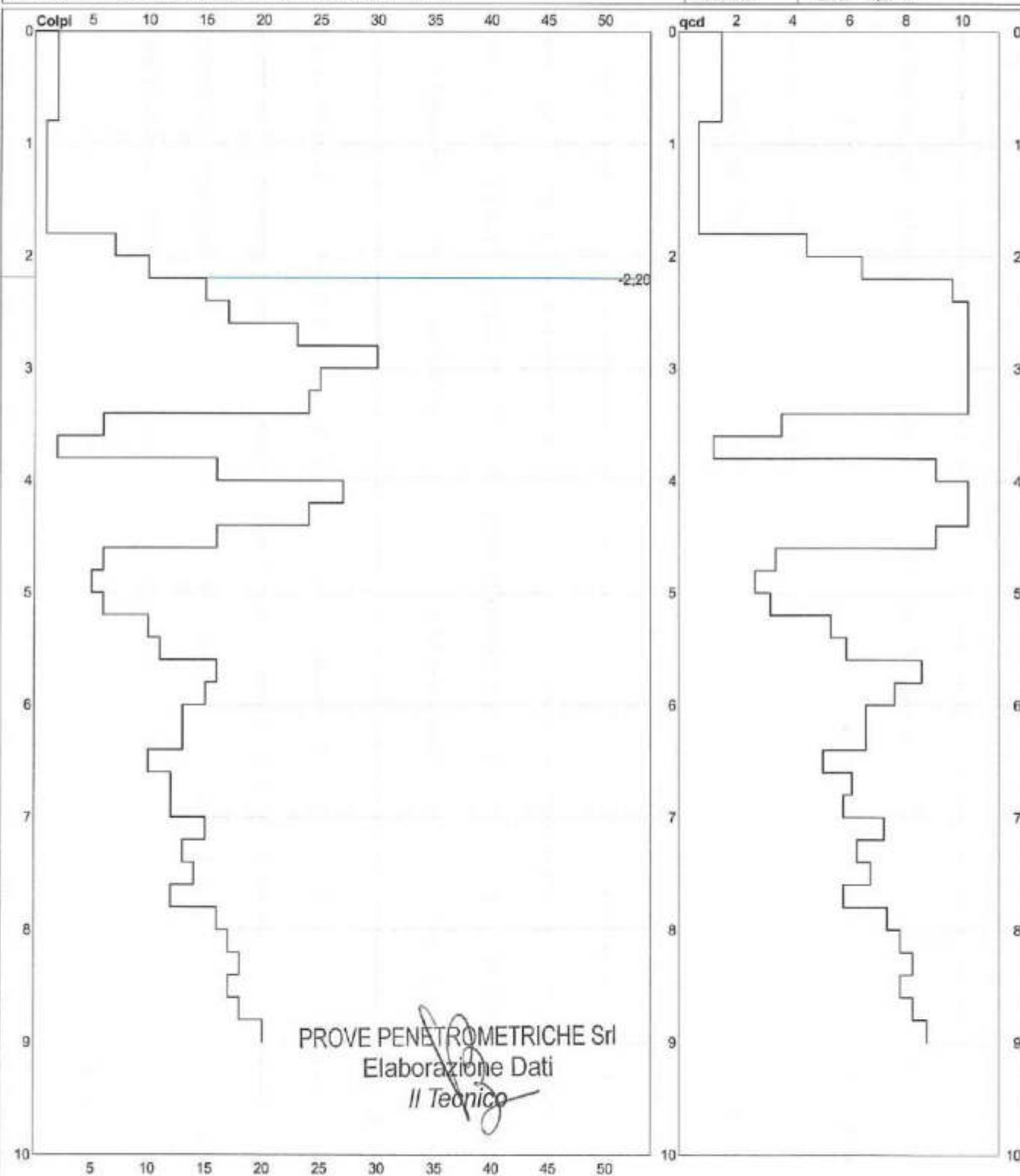
H = profondità qcd = resistenza dinamica punta
 L1 = prima lettura (colpi punta) Asta = numero di asta impiegata
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN	3
riferimento	042-2021
certificato n°	P01950

Committente: **Provincia di Modena**
 Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formigginì**
 Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
 Scala: **1:50** Data certificato: **15/06/2021**
 Pagina: **2/2** Quota ass.:
 Elaborato: Falda: **-2,20 m**



PROVE PENETROMETRICHE Srl
 Elaborazione Dati
 Il Tecnico

Penetrometro: **DPSH (S. Heavy)**
 Massa battente: **63,50 m**
 Altezza caduta: **0,75 m**
 Avanzamento: **0,20 m**

Responsabile: **Dott. Stefano Vigni**
 Assistente:

Preforo: **m**
 Corr.astine: **kN/ml**
 Cod.ISTAT: **0**

FON018

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DIN	4
riferimento	042-2021
certificato n°	P01951

Committente: Provincia di Modena Cantiere: Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formiggini Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino	U.M.: MPa Pagina: 1/2 Elaborato:	Data esec.: 14/06/2021 Data certificato: 15/06/2021 Falda: -2,70 m
--	--	---

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd MN/m²
0,20	1	3		2,2					
0,40	1	3		2,2					
0,60	2	3		2,2					
0,80	2	4		2,9					
1,00	2	3		2,0					
1,20	2	2		1,4					
1,40	2	2		1,4					
1,60	3	2		1,4					
1,80	3	2		1,4					
2,00	3	1		0,6					
2,20	3	1		0,6					
2,40	3	2		1,3					
2,60	4	17		10,7					
2,80	4	22		13,9					
3,00	4	21		12,4					
3,20	4	17		10,0					
3,40	4	18		10,6					
3,60	5	22		13,0					
3,80	5	27		15,9					
4,00	5	26		14,4					
4,20	5	23		12,8					
4,40	5	12		6,7					
4,60	6	13		7,2					
4,80	6	6		3,3					
5,00	6	9		4,7					
5,20	6	5		2,6					
5,40	6	7		3,7					
5,60	7	15		7,8					
5,80	7	26		13,6					
6,00	7	39		19,3					
6,20	7	22		10,9					
6,40	7	11		5,4					
6,60	8	14		6,9					
6,80	8	14		6,9					
7,00	8	22		10,3					
7,20	8	19		8,9					
7,40	8	25		11,8					
7,60	9	30		14,1					
7,80	9	29		13,6					
8,00	9	33		14,8					
8,20	9	39		17,5					
8,40	9	30		13,4					
8,60	10	40		17,9					

PROVE PENETROMETRICHE Srl
 Elaborazione Dati
Il Tecnico

H = profondità
 L1 = prima lettura (colpi punta)
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
 Asta = numero di asta impiegata

FON018

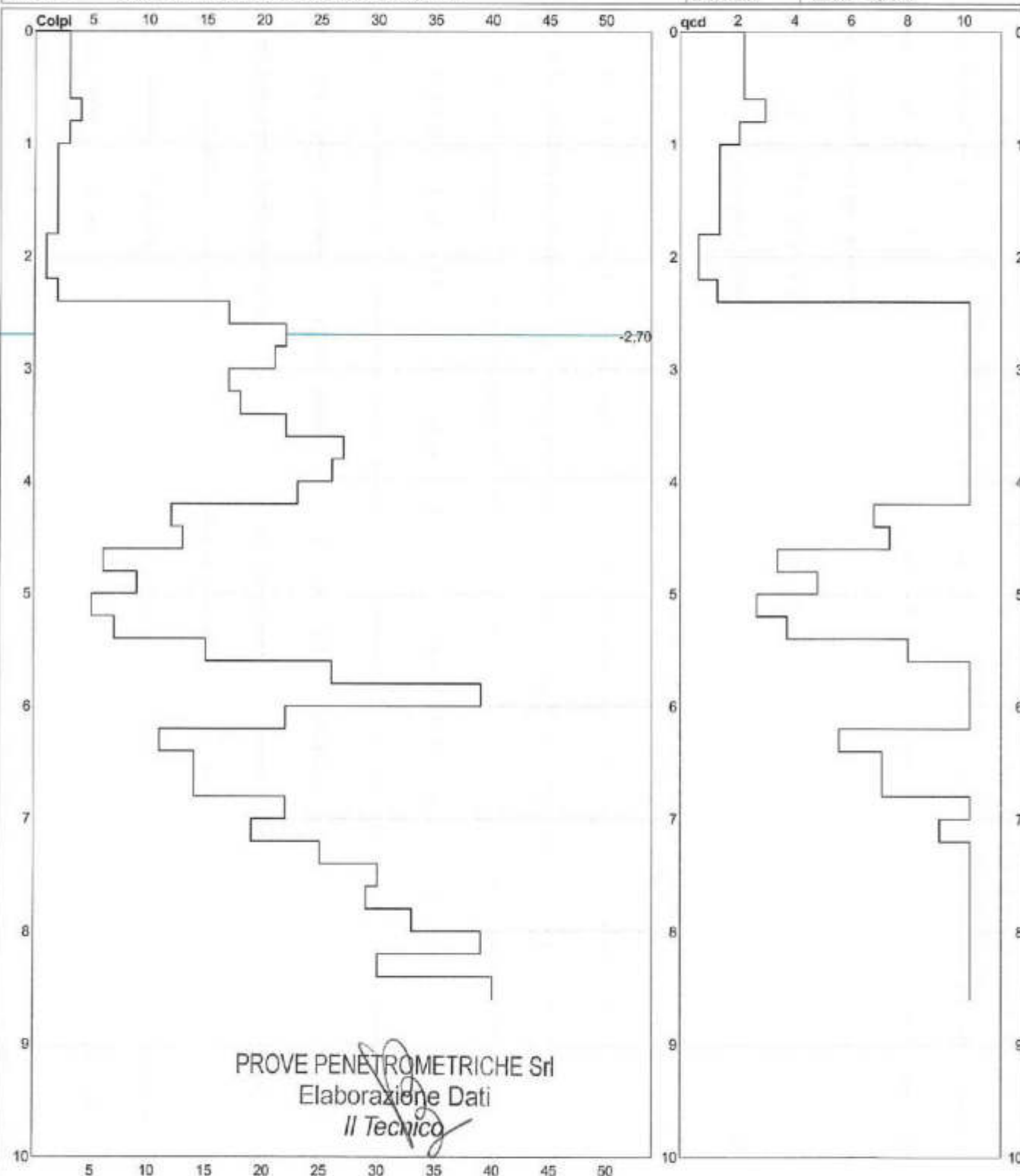
Software by dott. Geol. Dago Meris 0425-840520

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DIN	4
riferimento	042-2021
certificato n°	P01951

Committente: **Provincia di Modena**
 Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formiggini**
 Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data eseg.: **14/06/2021**
 Scala: **1:50** Data certificato: **15/06/2021**
 Pagina: **2/2** Quota ass.:
 Elaborato: Falda: **-2.70 m**



Penetrometro: **DPSH (S. Heavy)**
 Massa battente: **63,50 m**
 Altezza caduta: **0,75 m**
 Avanzamento: **0,20 m**

Responsabile: **Dott. Stefano Vigni**
 Assistente:

Preforo: **m**
 Corr.estime: **kN/mi**
 Cod. ISTAT: **0**

FON018

Software by dott. Geol. Diego Merini 0425-840820

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / N_{spt}

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Previo definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo (M+m)/2
media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi N_{spt} della prova SPT : $N_{spt} = \beta N$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia β_t fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica R_{pd} viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$R_{pd} = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ R_{pd} = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$R_{pd} = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (N_{spt},Q_{spt}),

dall 'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$R_{pd} = Q N = Q_{spt} N_{spt} \Rightarrow N_{spt} = N [Q/Q_{spt}] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta_t = Q/Q_{spt}$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT (Q_{spt} = 7.83 kg/cm² = 0.768 MPa) per M = 63.5 kg, H = 0.75 m, D = 50.8 mm, A = 20.27 cm², d = 0.30 m) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

N_{spt} -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> ϕ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

N_{spt} -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

N_{spt} -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

N_{spt} -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

R_{pd} -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g)]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN
1

Committente: **Provincia di Modena**
 Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formigini**
 Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
 Pagina: **1**
 Elaborato: **Falda: Foro chiuso**

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp MPa	qc MPa	Vs m/sec	G MPa	Q MPa	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	2	1,52	3	1,5	1,3	76	2,8	0,1	Coes/Gran	Limo
2	0,80 : 1,80	Media	1	1,52	2	0,7	0,6	88	2,1	0,0	Coes/Gran	Limo
3	1,80 : 2,20	Media	5	1,52	7	2,8	2,6	119	5,6	0,1	Coes/Gran	Limo
4	2,20 : 3,20	Media	21	1,52	31	12,6	11,7	179	18,3	0,6	Coes/Gran	Ghiaia
5	3,20 : 4,00	Media	14	1,52	21	7,9	7,2	162	13,4	0,4	Coes/Gran	Ghiaia
6	4,00 : 4,80	Media	6	1,52	9	3,2	2,9	145	6,9	0,2	Coes/Gran	Limo
7	4,80 : 5,20	Media	9	1,52	14	4,7	4,2	161	9,7	0,2	Coes/Gran	Limo
8	5,20 : 6,40	Media	20	1,52	30	10,1	9,3	206	17,8	0,5	Coes/Gran	Ghiaia
9	6,40 : 7,20	Media	14	1,52	21	8,7	6,2	183	13,4	0,3	Coes/Gran	Ghiaia

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kPa	Ysat t/m²	W %	e -	Mo MPa	Dr %	e -	E' MPa	Ysat t/m²	Yd t/m²	Mo MPa	Liq. -
1	0,00 : 0,80	3	18,62	1,78	44,21	1,19	2,74	11	27	20,97	1,86	1,38	10,29	---
2	0,80 : 1,80	2	12,74	1,75	46,91	1,27	2,45	8	27	20,29	1,85	1,36	9,11	---
3	1,80 : 2,20	7	43,12	1,86	38,00	0,97	3,82	25	29	24,01	1,90	1,45	14,70	---
4	2,20 : 3,20	31	190,12	2,10	20,20	0,55	9,02	66	36	42,14	2,06	1,70	37,83	---
5	3,20 : 4,00	21	128,38	2,03	23,98	0,65	6,96	52	33	34,59	2,00	1,60	29,50	---
6	4,00 : 4,80	9	54,88	1,89	34,00	0,92	4,31	32	30	25,58	1,92	1,48	16,95	---
7	4,80 : 5,20	14	86,24	1,95	29,45	0,80	5,59	41	31	29,30	1,96	1,53	22,54	---
8	5,20 : 6,40	30	164,24	2,10	20,20	0,55	8,82	65	36	41,45	2,05	1,69	36,95	---
9	6,40 : 7,20	21	128,38	2,03	23,98	0,65	6,96	52	33	34,59	2,00	1,60	29,50	---

nota: Foro chiuso a -1,40 m, falda essente.

FON018

Software by dott. Geol. Diego Martin 0425-840520

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN
2

Committente: **Provincia di Modena**
 Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formigginì**
 Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
 Pagina: **1**
 Elaborato: **Falda: -2,20 m**

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpq MPa	qc MPa	Vs m/sec	G MPa	Q MPa	natura	descrizione
1	0,00 : 1,60	Media	2	1,52	3	1,5	1,4	88	2,8	0,1	Coes/Gran	Limo
2	1,60 : 2,40	Media	2	1,52	2	1,0	0,9	86	2,1	0,0	Coes/Gran	Limo
3	2,40 : 4,20	Media	20	1,52	31	12,0	10,7	186	18,3	0,6	Coes/Gran	Ghiaia
4	4,20 : 4,60	Media	6	1,52	8	3,1	2,7	142	6,2	0,2	Coes/Gran	Limo
5	4,60 : 5,40	Media	24	1,52	36	12,7	11,3	206	20,7	0,6	Coes/Gran	Ghiaia
6	5,40 : 6,20	Media	8	1,52	12	4,0	3,7	161	8,6	0,2	Coes/Gran	Limo
7	6,20 : 6,80	Media	11	1,52	17	5,6	5,1	175	11,4	0,3	Coes/Gran	Limo
8	6,80 : 8,60	Media	17	1,52	26	7,9	7,3	194	16,0	0,4	Coes/Gran	Ghiaia

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kPa	Ysat t/m²	W %	a -	Mo MPa	Dr %	σ *	E' MPa	Ysat t/m²	Yd t/m²	Mo MPa	Liq. -
1	0,00 : 1,60	3	18,62	1,78	44,21	1,19	2,74	11	27	20,97	1,86	1,38	10,29	---
2	1,60 : 2,40	2	12,74	1,75	46,91	1,27	2,45	8	27	20,29	1,85	1,38	9,11	---
3	2,40 : 4,20	31	190,12	2,10	20,20	0,55	9,02	66	36	42,14	2,06	1,70	37,83	---
4	4,20 : 4,60	8	49,00	1,87	34,98	0,94	4,02	28	29	24,79	1,91	1,46	15,78	---
5	4,60 : 5,40	36	220,50	2,10	20,20	0,55	10,00	71	38	45,96	2,08	1,74	42,04	---
6	5,40 : 6,20	12	73,50	1,92	31,20	0,84	5,10	38	31	27,83	1,94	1,52	20,29	---
7	6,20 : 6,80	17	103,88	1,98	26,99	0,73	6,17	46	32	31,66	1,97	1,66	25,87	---
8	6,80 : 8,60	26	159,74	2,09	20,60	0,56	7,94	59	35	36,42	2,03	1,65	33,61	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN
3

Committente: **Provincia di Modena**
 Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formigini**
 Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
 Pagina: **1**
 Elaborato: **Falda: -2,20 m**

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpq MPa	qc MPa	Vs m/sec	G MPa	Q MPa	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	2	1,52	3	1,5	1,3	76	2,8	0,1	Coes/Gran	Limo
2	0,80 : 1,80	Media	1	1,52	2	0,7	0,6	88	2,1	0,0	Coes/Gran	Limo
3	1,80 : 2,20	Media	9	1,52	13	5,4	4,8	133	9,1	0,3	Coes/Gran	Limo
4	2,20 : 3,40	Media	22	1,52	34	13,6	12,7	183	19,8	0,7	Coes/Gran	Ghiaia
5	3,40 : 3,80	Media	4	1,52	6	2,4	2,1	130	4,9	0,1	Coes/Gran	Limo
6	3,80 : 4,60	Media	21	1,52	32	11,5	10,4	196	18,8	0,6	Coes/Gran	Ghiaia
7	4,60 : 5,20	Media	6	1,52	9	3,0	2,8	148	6,9	0,2	Coes/Gran	Limo
8	5,20 : 7,80	Media	13	1,52	19	6,3	5,7	178	12,4	0,3	Coes/Gran	Ghiaia
9	7,80 : 9,00	Media	18	1,52	27	7,8	7,1	217	16,5	0,4	Coes/Gran	Ghiaia

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kPa	Ysat t/m³	W %	e -	Mc MPa	Dr %	e -	E' MPa	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo MPa	Liq. -
1	0,00 : 0,80	3	18,62	1,78	44,21	1,19	2,74	11	27	20,97	1,86	1,38	10,29	---
2	0,80 : 1,80	2	12,74	1,75	46,91	1,27	2,45	8	27	20,29	1,85	1,36	9,11	---
3	1,80 : 2,20	13	79,38	1,93	30,31	0,82	5,39	40	31	28,52	1,95	1,53	21,36	---
4	2,20 : 3,40	34	208,74	2,10	20,20	0,55	9,80	69	37	44,39	2,07	1,72	40,28	---
5	3,40 : 3,80	6	37,24	1,85	37,04	1,00	3,53	22	28	23,32	1,89	1,43	13,62	---
6	3,80 : 4,60	32	196,00	2,10	20,20	0,55	9,21	67	37	42,92	2,06	1,71	38,61	---
7	4,60 : 5,20	9	54,88	1,89	34,00	0,92	4,31	32	30	25,58	1,92	1,48	16,95	---
8	5,20 : 7,80	19	116,62	2,01	25,45	0,69	6,57	49	33	33,12	1,98	1,58	27,83	---
9	7,80 : 9,00	27	165,62	2,10	20,20	0,55	8,13	61	35	39,10	2,03	1,66	34,50	---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN
4

Committente: **Provincia di Modena**
 Cantiere: **Ampliamento nuova sede Liceo A. F. Formiggini**
 Località: **Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino**

U.M.: **MPa** Data esec.: **14/06/2021**
 Pagina: **1**
 Elaborato: **Falda: -2,70 m**

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp MPa	qc MPa	Vs m/sec	G MPa	Q MPa	natura	descrizione
1	0,00 : 1,00	Media	3	1,52	5	2,3	2,1	86	4,2	0,1	Coes/Gran	Limo
2	1,00 : 1,80	Media	2	1,52	3	1,4	1,2	96	2,8	0,1	Coes/Gran	Limo
3	1,80 : 2,40	Media	1	1,52	2	0,8	0,8	97	2,1	0,0	Coes/Gran	Limo
4	2,40 : 4,20	Media	21	1,52	33	12,6	11,4	188	19,3	0,6	Coes/Gran	Ghiaia
5	4,20 : 4,60	Media	13	1,52	19	6,9	6,2	165	12,4	0,3	Coes/Gran	Ghiaia
6	4,60 : 5,40	Media	7	1,52	10	3,6	3,2	152	7,4	0,2	Coes/Gran	Limo
7	5,40 : 6,20	Media	26	1,52	39	12,9	12,0	215	22,1	0,6	Coes/Gran	Ghiaia
8	6,20 : 6,80	Media	13	1,52	20	8,4	5,8	180	12,9	0,3	Coes/Gran	Ghiaia
9	6,80 : 8,60	Media	30	1,52	45	13,6	12,6	233	24,7	0,7	Coes/Gran	Ghiaia

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kPa	Ysat t/m²	W %	e -	Mo MPa	Dr %	σ *	E' MPa	Ysat t/m²	Yd t/m²	Mo MPa	Liq. -
1	0,00 : 1,00	5	30,38	1,83	39,28	1,06	3,23	18	28	22,54	1,88	1,41	12,45	---
2	1,00 : 1,80	3	18,62	1,78	44,21	1,19	2,74	11	27	20,97	1,86	1,38	10,29	---
3	1,80 : 2,40	2	12,74	1,75	46,91	1,27	2,45	8	27	20,29	1,85	1,36	9,11	---
4	2,40 : 4,20	33	201,88	2,10	20,20	0,55	9,41	68	37	43,71	2,07	1,71	39,49	---
5	4,20 : 4,60	19	116,62	2,01	25,45	0,69	6,57	49	33	33,12	1,98	1,58	27,83	---
6	4,60 : 5,40	10	61,74	1,90	33,04	0,89	4,61	35	30	28,26	1,93	1,50	18,03	---
7	5,40 : 6,20	39	239,12	2,10	20,20	0,55	10,58	74	38	48,22	2,10	1,76	44,49	---
8	6,20 : 6,80	20	122,50	2,02	24,71	0,67	6,76	60	33	33,81	1,99	1,59	28,62	---
9	6,80 : 8,60	45	275,38	2,10	20,20	0,55	11,76	80	40	52,72	2,13	1,81	49,49	---



DIN1



DIN2



DIN3



DIN4

ELABORAZIONI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE:

DIN1

DIN2

DIN3

DIN4

ELABORAZIONE PER FINI LITOSTRATIGRAFICI E LITOTECNICI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPERPESANTI "DPSH"

Committente: Provincia di Modena
Cantiere: Ampliamento nuova sede Liceo A.F. Formiggini
Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino

Caratteristiche Strumentali PENETROMETRO "PAGANI TG 63-200 kN"

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	M = 63.5 Kg
Altezza di caduta libera	H = 75 cm
Peso sistema di battuta	M' = 0.63 Kg
Area di base punta	A = 20.53cm ²
Angolo di apertura punta	α = 90 °
Lunghezza delle aste	La = 100 cm
Peso aste a metro	Ma = 6.31 kg/m
Profondità giunzione prima asta	L1 = 40 cm
Avanzamento punta	δ = 20. cm
Numero colpi per punta	N(20) relativo a 20 cm di avanzamento
Rivestimento/fanghi	No



Il responsabile



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

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

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.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) della tabella sotto riportata si riportano le caratteristiche del tipo di penetrometro utilizzato

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometro Utilizzato

DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA) - PAGANI TG 63-200 kN semovente su cingoli

massa battente	M=	63.5 kg,
peso sistema di battuta	M' =	0.63 Kg,
Peso aste a metro	Ma =	6.31 Kg/m
altezza caduta	H=	0.75 m,
avanzamento	δ =	20 cm,
punta conica	α =	90°
diametro	D =	51.00 mm,
area base cono	A =	20.43 cm ² ,
rivestimento metallico:	NO	

Correlazione con valori Nspt

Dai dati forniti dalla ditta risulta

$$Q/Q_{spt} = N_{20}/N_{spt} = \beta_t = 1.51$$

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd - resistenza dinamica punta (area A)

e - infissione media per colpo (δ/N).

M - peso massa battente (altezza caduta H)

P peso totale (M + M' + Ma, peso Massa battente + sistema battuta + peso aste)

Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk - Frankowsky 1981. In particolare consente di ottenere informazioni sui parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Elaborazione utilizzata

Media: Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.



LEGENDA INTERPRETAZIONI LITOTECNICHE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPERPESANTI "DPSH"			
Nr:	Numero progressivo strato ed interpretazione litologica		Autori per correlazioni geotecniche (Medio) - Valore statistico pari alla media aritmetica dei valori sullo strato considerato
Prof:	Profondità strato (m)		
Tipo:	C: I:	coesivo incoerente	
Nspt:	N2+N3		
N. Calcolo (Nspt corretto):	valore corretto per presenza di falda; la correzione si applica per presenza di falda e se Nspt è > 15 $Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$		
TERRENI COESIVI	Cu:	Coesione non drenata (kPa)	Shioi-Fukuni (1982): valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
	Ey:	Modulo di Young (MPa)	Schultze-Menzenbach: correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
	Mo:	Modulo Edometrico (MPa)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner: correlazione valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
	Puv:	Peso unità di volume (kN/m³)	Meyerhof; correlazione valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti
	PuvS:	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Meyerhof; correlazione valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti
	Stato di consistenza		Classificazione A.G.I. 1977
TERRENI INCOERENTI	Dr:	Densità relativa (%)	Gibbs & Holtz (1957): correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato
	Φ:	Angolo di resistenza al taglio (°)	<ul style="list-style-type: none">Shioi-Fukuni (1982) ROAD BRIDGE SPECIFICATION: in gradi correlazione valida per sabbie, sabbie fini o limose e limi siltosi.Shioi-Fukuni (1982) JAPANESE NATIONALE RAILWAY: correlazione valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.Meyerhof (1956): correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
	Ey:	Modulo di Young (MPa)	Bowles (1982): correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia
	Mo:	Modulo Edometrico (MPa)	Buisman-Sanglerat (1963): correlazione valida per ghiaia, sabbia e sabbia argillosa
	Puv:	Peso unità di volume (kN/m³)	Meyerhof ed altri: correlazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso
	PuvS:	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Meyerhof ed altri: correlazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso
	Stato di addensamento		Classificazione A.G.I. 1977

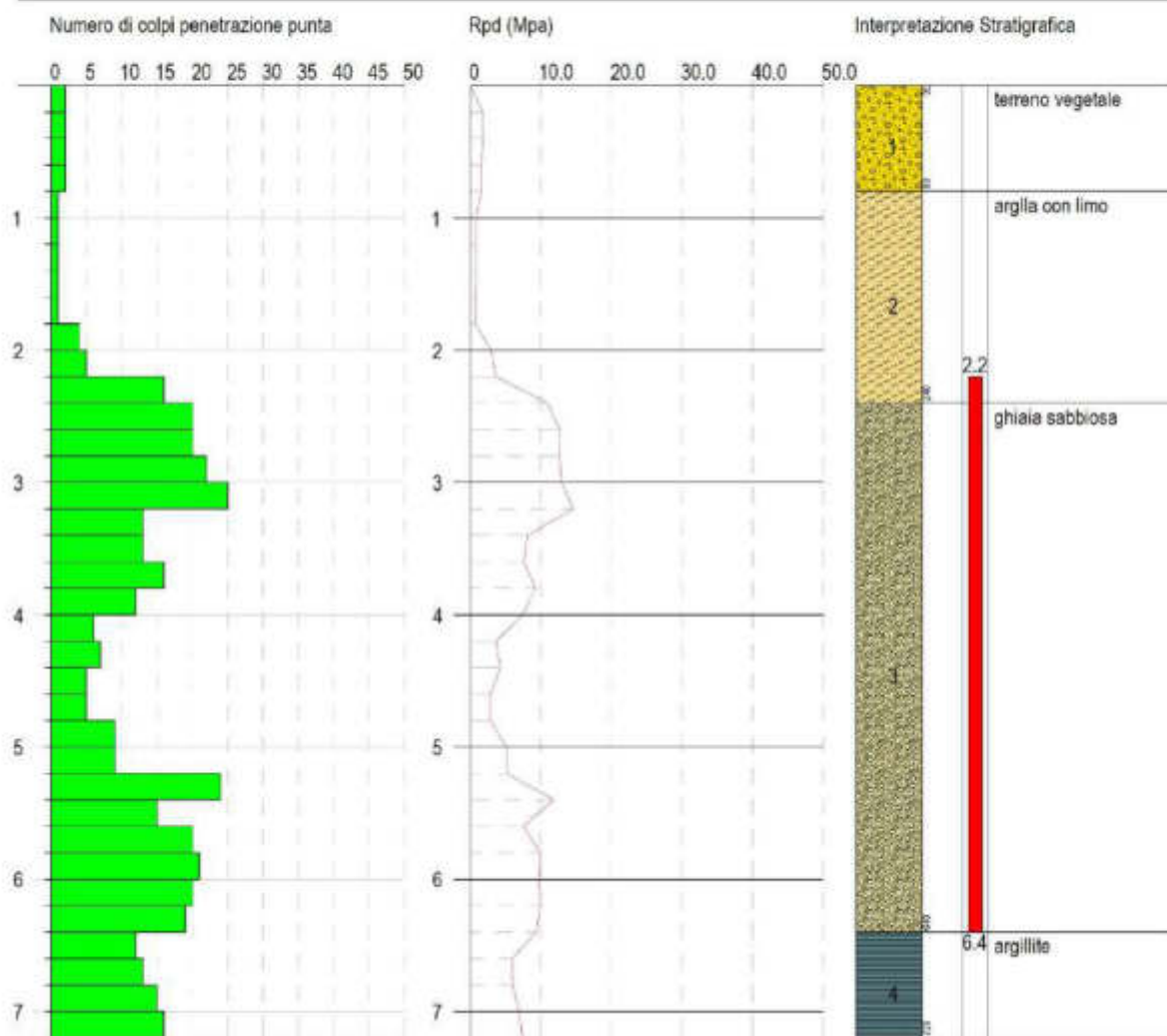
Prova DIN1	Coordinate WGS84	Latitudine:	----
		Longitudine	----
COMMITENTE: Provincia di Modena	LOCALITA': Sassuolo, Piazzale Falcone e Borsellini (Liceo A. F. Formigini)		
FALDA: non rilevata, ma posta tra m 2.20-6.40			

DATI DI CAMPAGNA		Calcolo coefficiente riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (MPa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi
Profondità (m)	Nr. Colpi	Chi	(MPa)	(MPa)	(kPa)	(MPa)
0.20	2	0.855	1.80	2.11	89.96	105.26
0.40	2	0.851	1.79	2.11	89.55	105.26
0.60	2	0.847	1.64	1.93	81.82	96.60
0.80	2	0.843	1.63	1.93	81.47	96.60
1.00	1	0.840	0.81	0.97	40.56	48.30
1.20	1	0.836	0.81	0.97	40.39	48.30
1.40	1	0.833	0.80	0.97	40.23	48.30
1.60	1	0.830	0.74	0.89	37.02	44.63
1.80	1	0.826	0.74	0.89	36.88	44.63
2.00	4	0.823	2.94	3.57	146.96	178.53
2.20	5	0.820	3.66	4.46	183.02	223.16
2.40	16	0.767	10.96	14.28	547.83	714.11
2.60	20	0.764	12.68	16.59	634.03	829.62
2.80	20	0.761	12.63	16.59	631.69	829.62
3.00	22	0.709	12.93	18.25	646.72	912.58
3.20	25	0.706	14.64	20.74	732.14	1037.02
3.40	13	0.753	8.13	10.79	406.27	539.25
3.60	13	0.751	7.56	10.07	378.21	503.69
3.80	16	0.748	9.28	12.40	463.96	619.92
4.00	12	0.796	7.40	9.30	370.10	464.94
4.20	6	0.794	3.69	4.65	184.51	232.47
4.40	7	0.791	4.29	5.42	214.65	271.22
4.60	5	0.789	2.87	3.63	143.44	181.74
4.80	5	0.787	2.86	3.63	143.05	181.74
5.00	9	0.785	5.14	6.54	256.81	327.13
5.20	9	0.783	5.12	6.54	256.15	327.13
5.40	24	0.681	11.88	17.45	594.11	872.35
5.60	15	0.729	7.49	10.27	374.38	513.45
5.80	20	0.727	9.96	13.69	497.90	684.61
6.00	21	0.675	9.71	14.38	485.56	718.84
6.20	20	0.724	9.91	13.69	495.46	684.61
6.40	19	0.722	9.39	13.01	469.58	650.38
6.60	12	0.770	5.98	7.76	299.01	388.15
6.80	13	0.719	6.04	8.41	302.23	420.49
7.00	15	0.717	6.96	9.70	347.96	485.19
7.20	16	0.716	7.41	10.35	370.37	517.53

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN1
Strumento utilizzato: DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Provincia di Modena
Descrizione: Ampliamento nuova sede Liceo A.F. Formigini
Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino

Scala 1:50



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (MPa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Tensione efficace (kPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	2	2.02	Incoerente	0	14.22	18.34	5.69	1.51	3.02	terreno vegetale
2.4	3.75	3.38	Incoerente coesivo	0	17.55	18.44	25.42	1.51	5.66	Argilla con limo
6.4	15.05	11.38	Incoerente	0	19.32	19.32	56.7	1.51	22.73	ghiaia sabbiosa
7.2	14	9.06	Incoerente coesivo	0	20.59	20.79	80.12	1.51	21.14	argillite

STIMA PARAMETRI LITOTECNICI PROVA “DIN1”

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (kPa)
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	Shioi - Fukui 1982	27.75
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	Shioi - Fukui (1982)	207.31

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (MPa)
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	5.84
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	21.84

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (MPa)
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	Schultze	4.38
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	Schultze	21.32

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (kN/m³)
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	Meyerhof	17.55
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	Meyerhof	20.59

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (kN/m³)
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	Meyerhof	18.44
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	Meyerhof	20.79

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Gibbs & Holtz 1957	16.69
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	5.66	Gibbs & Holtz 1957	24.22
Strato (3) ghiaia sabbiosa	22.73	2.40-6.40	18.87	Gibbs & Holtz 1957	48.18
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	18.07	Gibbs & Holtz 1957	42.67

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Meyerhof (1956)	20.86
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	5.66	Shioi-Fukuni (1982)	24.21
Strato (3) ghiaia sabbiosa	22.73	2.40-6.40	18.87	Japanese National Railway	32.66
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	18.07	Meyerhof (1956)	25.16

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (MPa)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Bowles (1982)	2.37
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	5.66	Bowles (1982)	3.43
Strato (3) ghiaia sabbiosa	22.73	2.40-6.40	18.87	Bowles (1982)	10.63
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	18.07	Bowles (1982)	10.38

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (MPa)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Buisman-Sanglerat	2.65
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	5.66	Buisman-Sanglerat	4.44
Strato (3) ghiaia sabbiosa	22.73	2.40-6.40	18.87	Buisman-Sanglerat	14.80
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	18.07	Buisman-Sanglerat	14.18

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	5.66	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	22.73	2.40-6.40	18.87	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	18.07	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Terzaghi-Peck 1948	13.59
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	5.66	Terzaghi-Peck 1948	13.94
Strato (3) ghiaia sabbiosa	22.73	2.40-6.40	18.87	Terzaghi-Peck 1948	15.53
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	18.07	Terzaghi-Peck 1948	15.44

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Terzaghi-Peck 1948	18.27
Strato (2) argilla con limo	5.66	0.80-2.40	5.66	Terzaghi-Peck 1948	18.48
Strato (3) ghiaia sabbiosa	22.73	2.40-6.40	18.87	Terzaghi-Peck 1948	19.47
Strato (4) argillite	21.14	6.40-7.20	18.07	Terzaghi-Peck 1948	19.41

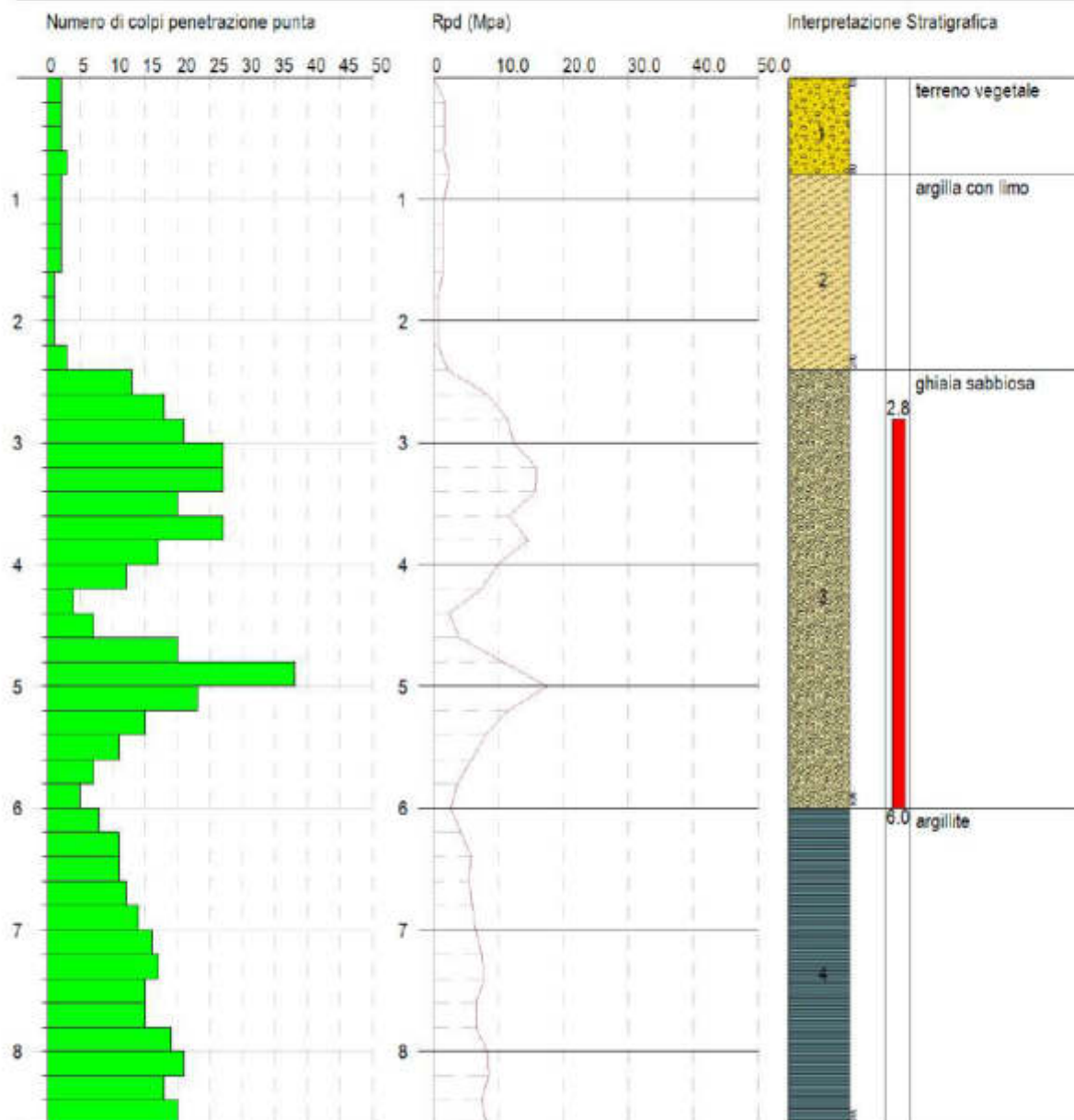
Prova DIN2	Coordinate WGS84	Latitudine:	----
		Longitudine	----
COMMITENTE: Provincia di Modena	LOCALITA': Sassuolo, Piazzale Falcone e Borsellini (Liceo A. F. Formiggini)		
FALDA: presente tra m 2.80-6.00			

DATI DI CAMPAGNA		Calcolo coefficiente riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (MPa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi
Profondità (m)	Nr. Colpi	Chi	(MPa)	(MPa)	(kPa)	(MPa)
0.20	2	0.855	1.80	2.11	89.96	105.26
0.40	2	0.851	1.79	2.11	89.55	105.26
0.60	2	0.847	1.64	1.93	81.82	96.60
0.80	3	0.843	2.44	2.90	122.20	144.90
1.00	2	0.840	1.62	1.93	81.12	96.60
1.20	2	0.836	1.62	1.93	80.79	96.60
1.40	2	0.833	1.61	1.93	80.46	96.60
1.60	2	0.830	1.48	1.79	74.05	89.26
1.80	1	0.826	0.74	0.89	36.88	44.63
2.00	1	0.823	0.73	0.89	36.74	44.63
2.20	1	0.820	0.73	0.89	36.60	44.63
2.40	3	0.817	2.19	2.68	109.41	133.90
2.60	13	0.764	8.24	10.79	412.12	539.25
2.80	18	0.761	11.37	14.93	568.52	746.66
3.00	21	0.709	12.35	17.42	617.32	871.10
3.20	27	0.706	15.81	22.40	790.71	1119.98
3.40	27	0.703	15.76	22.40	787.80	1119.98
3.60	20	0.751	11.64	15.50	581.86	774.90
3.80	27	0.698	14.61	20.92	730.63	1046.12
4.00	17	0.746	9.83	13.17	491.38	658.67
4.20	12	0.794	7.38	9.30	369.02	464.94
4.40	4	0.791	2.45	3.10	122.66	154.98
4.60	7	0.789	4.02	5.09	200.81	254.44
4.80	20	0.737	10.72	14.54	535.84	726.96
5.00	38	0.635	17.54	27.62	877.11	1381.23
5.20	23	0.683	11.42	16.72	571.00	836.01
5.40	15	0.731	7.97	10.90	398.58	545.22
5.60	11	0.779	5.87	7.53	293.37	376.53
5.80	7	0.777	3.72	4.79	186.25	239.61
6.00	5	0.775	2.65	3.42	132.72	171.15
6.20	8	0.774	4.24	5.48	211.88	273.84
6.40	11	0.772	5.81	7.53	290.69	376.53
6.60	11	0.770	5.48	7.12	274.10	355.80
6.80	12	0.769	5.97	7.76	298.39	388.15
7.00	14	0.717	6.50	9.06	324.76	452.84
7.20	16	0.716	7.41	10.35	370.37	517.53
7.40	17	0.714	7.85	11.00	392.70	549.88
7.60	15	0.713	6.55	9.20	327.75	459.87
7.80	15	0.711	6.54	9.20	327.10	459.87
8.00	19	0.710	8.27	11.65	413.52	582.50
8.20	21	0.659	8.48	12.88	423.99	643.81
8.40	18	0.707	7.81	11.04	390.29	551.84
8.60	20	0.706	8.23	11.65	411.40	582.75

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN2
Strumento utilizzato: DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Provincia di Modena
Descrizione: Ampliamento nuova sede Liceo A.F. Formigini
Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino

Scala 1:50



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (MPa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Tensione efficace (kPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	2.25	2.26	Incoerente	0	14.42	18.44	5.77	1.51	3.4	terreno vegetale
2.4	1.75	1.62	Incoerente coesivo	0	15.79	18.24	24.17	1.51	2.64	argilla con limo
6	17.33	13.36	Incoerente	0	20.5	19.81	59.0	1.51	26.17	ghiaia sabbiosa
8.6	15.15	9.53	Incoerente coesivo	0	20.69	21.28	136.06	1.51	22.88	argillite

STIMA PARAMETRI LITOTECNICI PROVA “DIN2”

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (kPa)
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	Shioi - Fukui (1982)	25.89
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	Shioi - Fukui (1982)	224.38

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (MPa)
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2.82
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	23.80

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (MPa)
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	Schultze	0.98
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	Schultze	23.06

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (kN/m³)
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	Meyerhof	15.79
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	Meyerhof	20.69

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (kN/m³)
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	Meyerhof	18.24
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	Meyerhof	21.28

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Gibbs & Holtz 1957	18.71
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Gibbs & Holtz 1957	11.3
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Gibbs & Holtz 1957	51.19
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Gibbs & Holtz 1957	37.45

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Meyerhof (1956)	20.97
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Shioi-Fukuni (1982)	21.29
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Japanese National Railway	34.85
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Meyerhof (1956)	26.54

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (MPa)
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Bowles (1982)	2.67
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Bowles (1982)	2.07
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Bowles (1982)	20.19
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Bowles (1982)	18.57

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (MPa)
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Buisman-Sanglerat	2.77
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Buisman-Sanglerat	2.54
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Buisman-Sanglerat	20.53
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Buisman-Sanglerat	17.95

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Terzaghi-Peck 1948	13.64
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Terzaghi-Peck 1948	13.53
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Terzaghi-Peck 1948	16.29
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Terzaghi-Peck 1948	15.95

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Terzaghi-Peck 1948	18.30
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Terzaghi-Peck 1948	18.24
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Terzaghi-Peck 1948	19.94
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Terzaghi-Peck 1948	19.73

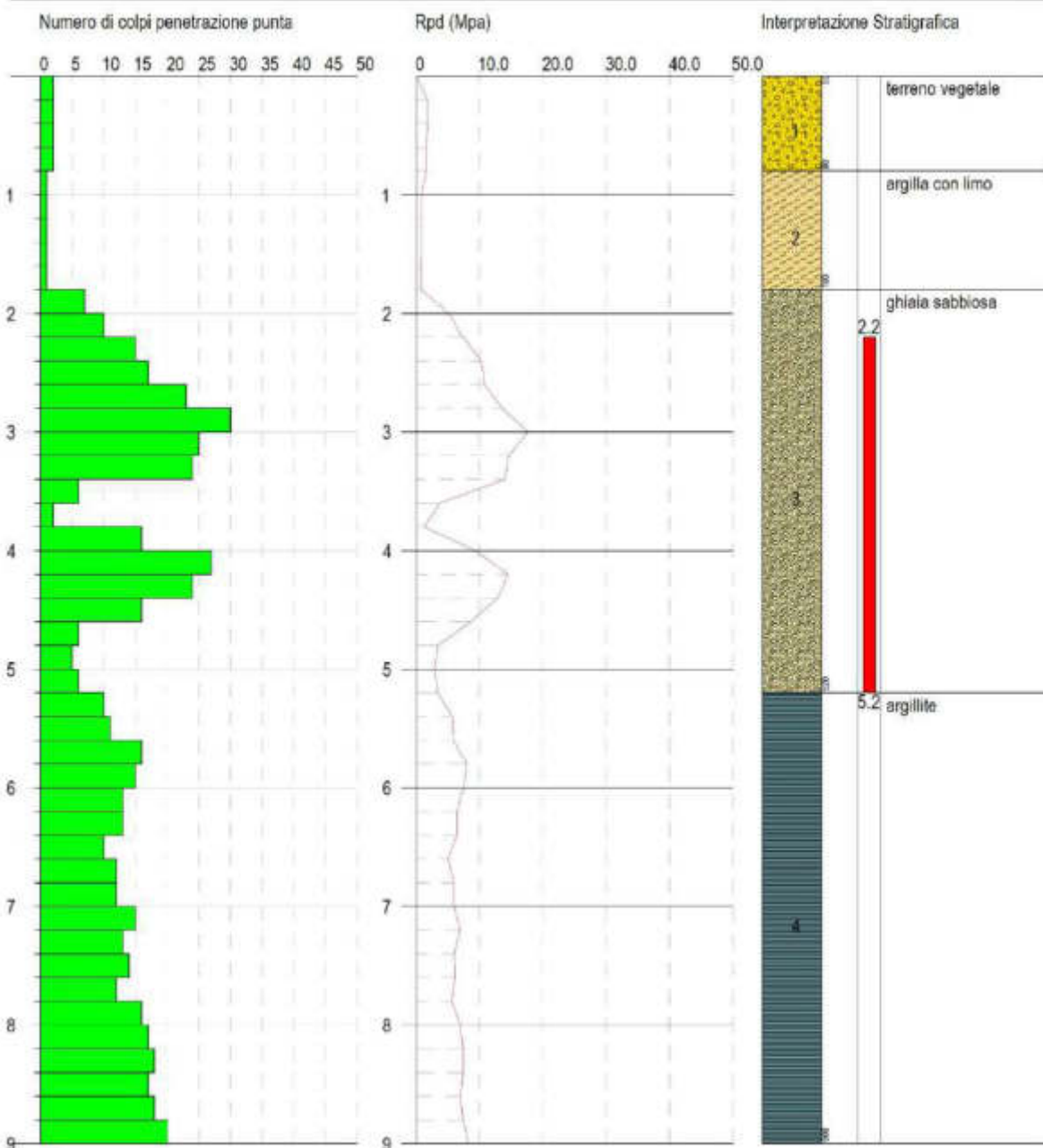
Prova DIN3	Coordinate WGS84	Latitudine:	----
		Longitudine	----
COMMITENTE: Provincia di Modena	LOCALITA': Sassuolo, Piazzale Falcone e Borsellini (Liceo A. F. Formigini)		
FALDA: presente tra m 2.20-5.20			

DATI DI CAMPAGNA		Calcolo coefficiente riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (MPa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi
Profondità (m)	Nr. Colpi	Chi	(MPa)	(MPa)	(kPa)	(MPa)
0.20	2	0.855	1.80	2.11	89.96	105.26
0.40	2	0.851	1.79	2.11	89.55	105.26
0.60	2	0.847	1.64	1.93	81.82	96.60
0.80	2	0.843	1.63	1.93	81.47	96.60
1.00	1	0.840	0.81	0.97	40.56	48.30
1.20	1	0.836	0.81	0.97	40.39	48.30
1.40	1	0.833	0.80	0.97	40.23	48.30
1.60	1	0.830	0.74	0.89	37.02	44.63
1.80	1	0.826	0.74	0.89	36.88	44.63
2.00	7	0.823	5.14	6.25	257.18	312.42
2.20	10	0.820	7.32	8.93	366.04	446.32
2.40	15	0.767	10.27	13.39	513.59	669.48
2.60	17	0.764	10.78	14.10	538.93	705.17
2.80	23	0.711	13.57	19.08	678.74	954.06
3.00	30	0.709	17.64	24.89	881.89	1244.43
3.20	25	0.706	14.64	20.74	732.14	1037.02
3.40	24	0.703	14.01	19.91	700.27	995.54
3.60	6	0.801	3.72	4.65	186.18	232.47
3.80	2	0.798	1.24	1.55	61.87	77.49
4.00	16	0.746	9.25	12.40	462.48	619.92
4.20	27	0.694	14.51	20.92	725.69	1046.12
4.40	24	0.691	12.86	18.60	642.96	929.89
4.60	16	0.739	8.60	11.63	429.92	581.57
4.80	6	0.787	3.43	4.36	171.66	218.09
5.00	5	0.785	2.85	3.63	142.67	181.74
5.20	6	0.783	3.42	4.36	170.76	218.09
5.40	10	0.781	5.68	7.27	283.89	363.48
5.60	11	0.779	5.87	7.53	293.37	376.53
5.80	16	0.727	7.97	10.95	398.32	547.69
6.00	15	0.725	7.45	10.27	372.50	513.45
6.20	13	0.724	6.44	8.90	322.05	444.99
6.40	13	0.722	6.43	8.90	321.29	444.99
6.60	10	0.770	4.98	6.47	249.18	323.46
6.80	12	0.769	5.97	7.76	298.39	388.15
7.00	12	0.767	5.96	7.76	297.78	388.15
7.20	15	0.716	6.94	9.70	347.22	485.19
7.40	13	0.714	6.01	8.41	300.30	420.49
7.60	14	0.713	6.12	8.58	305.90	429.21
7.80	12	0.761	5.60	7.36	280.07	367.89
8.00	16	0.710	6.96	9.81	348.23	490.53
8.20	17	0.709	7.39	10.42	369.29	521.18
8.40	18	0.707	7.81	11.04	390.29	551.84
8.60	17	0.706	6.99	9.91	349.69	495.33
8.80	18	0.705	7.39	10.49	369.60	524.47
9.00	20	0.703	8.20	11.65	409.96	582.75

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN3
Strumento utilizzato... DPH TG 63-200 PAGANI

Committente: Provincia di Modena
Descrizione: Ampliamento nuova sede Liceo A.F. Formigini
Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino

Scala 1:50



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (MPa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Tensione efficace (kPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	2	2.02	Incoerente	0	14.22	18.34	5.69	1.51	3.02	terreno vegetale
1.8	1	0.94	Incoerente coesivo	0	14.91	18.14	18.83	1.51	1.51	argilla con limo
5.2	15.24	12.32	Incoerente	0	20.1	19.61	47.07	1.51	23.01	ghiaia sabbiosa
9	14.32	9.12	Incoerente coesivo	0	20.69	20.89	132.85	1.51	21.62	argillite

STIMA PARAMETRI LITOTECNICI PROVA “DIN3”

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (kPa)
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	Shioi - Fukui (1982)	14.81
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	Shioi - Fukui (1982)	212.02

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (MPa)
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	1.69
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	22.38

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (MPa)
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	Schultze	0.30
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	Schultze	21.80

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (kN/m³)
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	Meyerhof	14.91
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	Meyerhof	20.69

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Gibbs & Holtz 1957	16.69
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	1.51	Gibbs & Holtz 1957	3.72
Strato (3) ghiaia sabbiosa	23.01	1.80-5.20	23.01	Gibbs & Holtz 1957	50.28
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	21.62	Gibbs & Holtz 1957	36.57

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Meyerhof (1956)	20.86
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	1.51	Shioi-Fukuni (1982)	19.76
Strato (3) ghiaia sabbiosa	23.01	1.80-5.20	23.01	Japanese National Railway	33.9
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	21.62	Meyerhof (1956)	26.18

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Bowles (1982)	2.37
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	1.51	Bowles (1982)	1.18
Strato (3) ghiaia sabbiosa	23.01	1.80-5.20	23.01	Bowles (1982)	18.05
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	21.62	Bowles (1982)	16.96

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Buisman-Sanglerat	2.65
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	1.51	Buisman-Sanglerat	2.21
Strato (3) ghiaia sabbiosa	23.01	1.80-5.20	23.01	Buisman-Sanglerat	18.64
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	21.62	Buisman-Sanglerat	17.96

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	1.51	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	23.01	1.80-5.20	23.01	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	21.62	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Terzaghi-Peck 1948	13.59
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	1.51	Terzaghi-Peck 1948	13.38
Strato (3) ghiaia sabbiosa	23.01	1.80-5.20	23.01	Terzaghi-Peck 1948	15.97
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	21.62	Terzaghi-Peck 1948	15.82

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.02	0.00-0.80	3.02	Terzaghi-Peck 1948	18.27
Strato (2) argilla con limo	1.51	0.80-1.80	1.51	Terzaghi-Peck 1948	18.14
Strato (3) ghiaia sabbiosa	23.01	1.80-5.20	23.01	Terzaghi-Peck 1948	19.74
Strato (4) argillite	21.62	5.20-9.00	21.62	Terzaghi-Peck 1948	19.65

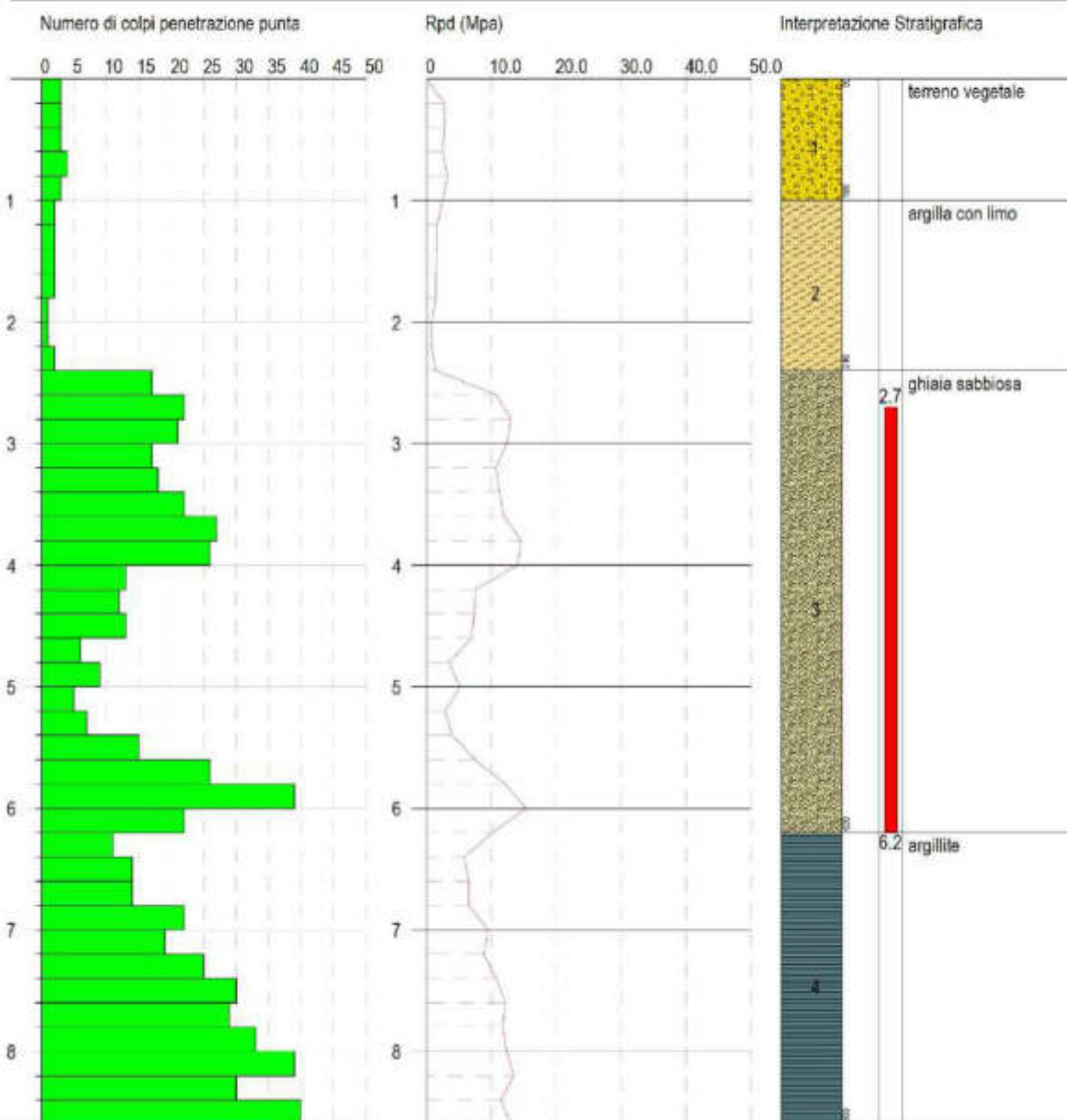
Prova DIN4	Coordinate WGS84	Latitudine:	----
		Longitudine	----
COMMITENTE: Provincia di Modena	LOCALITA': Sassuolo, Piazzale Falcone e Borsellini (Liceo A. F. Formiggini)		
FALDA: presente tra m 2.80-6.20			

DATI DI CAMPAGNA		Calcolo coefficiente riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (MPa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi
Profondità (m)	Nr. Colpi	Chi	(MPa)	(MPa)	(kPa)	(MPa)
0.20	3	0.855	2.70	3.16	134.93	157.89
0.40	3	0.851	2.69	3.16	134.32	157.89
0.60	3	0.847	2.45	2.90	122.74	144.90
0.80	4	0.843	3.26	3.86	162.94	193.21
1.00	3	0.840	2.43	2.90	121.68	144.90
1.20	2	0.836	1.62	1.93	80.79	96.60
1.40	2	0.833	1.61	1.93	80.46	96.60
1.60	2	0.830	1.48	1.79	74.05	89.26
1.80	2	0.826	1.48	1.79	73.76	89.26
2.00	1	0.823	0.73	0.89	36.74	44.63
2.20	1	0.820	0.73	0.89	36.60	44.63
2.40	2	0.817	1.46	1.79	72.94	89.26
2.60	17	0.764	10.78	14.10	538.93	705.17
2.80	22	0.711	12.98	18.25	649.23	912.58
3.00	21	0.709	12.35	17.42	617.32	871.10
3.20	17	0.756	10.66	14.10	533.11	705.17
3.40	18	0.753	11.25	14.93	562.53	746.66
3.60	22	0.701	11.95	17.05	597.42	852.40
3.80	27	0.698	14.61	20.92	730.63	1046.12
4.00	26	0.696	14.02	20.15	701.16	1007.38
4.20	13	0.744	7.49	10.07	374.59	503.69
4.40	12	0.791	7.36	9.30	367.97	464.94
4.60	13	0.739	6.99	9.45	349.31	472.53
4.80	6	0.787	3.43	4.36	171.66	218.09
5.00	9	0.785	5.14	6.54	256.81	327.13
5.20	5	0.783	2.85	3.63	142.30	181.74
5.40	7	0.781	3.97	5.09	198.73	254.44
5.60	15	0.729	7.49	10.27	374.38	513.45
5.80	26	0.677	12.06	17.80	602.77	889.99
6.00	39	0.575	15.36	26.70	768.25	1334.98
6.20	22	0.674	10.15	15.06	507.36	753.07
6.40	11	0.772	5.81	7.53	290.69	376.53
6.60	14	0.720	6.52	9.06	326.21	452.84
6.80	14	0.719	6.51	9.06	325.48	452.84
7.00	22	0.667	9.50	14.23	474.76	711.61
7.20	19	0.716	8.80	12.29	439.81	614.57
7.40	25	0.664	10.74	16.17	537.06	808.64
7.60	30	0.663	12.19	18.39	609.51	919.73
7.80	29	0.661	11.76	17.78	587.94	889.08
8.00	33	0.610	12.34	20.23	617.05	1011.71
8.20	39	0.559	13.36	23.91	667.85	1195.66
8.40	30	0.657	12.09	18.39	604.50	919.73
8.60	40	0.556	12.96	23.31	647.98	1165.49

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN4
Strumento utilizzato: DPSh TG 63-200 PAGANI

Committente: Provincia di Modena
Descrizione: Ampliamento nuova sede Liceo A.F. Formiggin
Località: Sassuolo (MO), Piazza Falcone e Borsellino

Scala 1:50



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (MPa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Tensione efficace (kPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	3.2	3.2	Incoerente	0	15.0	18.53	7.5	1.51	4.83	terreno vegetale
2.4	1.71	1.57	Incoerente coesivo	0	15.69	18.24	25.98	1.51	2.58	argilla con limo
6.2	17.74	13.43	Incoerente	0	20.59	19.81	59.15	1.51	26.79	ghiaia sabbiosa
8.6	25.5	15.86	Incoerente coesivo	0	23.93	24.52	95.81	1.51	38.51	argillite

STIMA PARAMETRI LITOTECNICI PROVA “DIN4”

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	Shioi - Fukui (1982)	25.30
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	Shioi - Fukui (1982)	377.65

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2.76
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	41.43

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (MPa)
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	Schultze	0.91
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	Schultze	38.69

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (kN/m³)
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	Meyerhof	15.69
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	Meyerhof	23.93

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (kN/m³)
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	Meyerhof	18.24
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	Meyerhof	24.52

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	4.83	0.00-1.00	4.83	Gibbs & Holtz 1957	24.72
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	2.58	Gibbs & Holtz 1957	10.66
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.79	2.40-6.20	26.79	Gibbs & Holtz 1957	51.74
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	26.76	Gibbs & Holtz 1957	54.79

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	4.83	0.00-1.00	4.83	Meyerhof (1956)	21.38
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	2.58	Shioi-Fukuni (1982)	21.22
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.79	2.40-6.20	26.79	Japanese National Railway	35.04
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	26.76	Meyerhof (1956)	27.64

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (MPa)
Strato (1) terreno vegetale	4.83	0.00-1.00	4.83	Bowles (1982)	3.19
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	2.58	Bowles (1982)	2.52
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.79	2.40-6.20	26.79	Bowles (1982)	20.49
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	26.76	Bowles (1982)	20.47

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (MPa)
Strato (1) terreno vegetale	4.83	0.00-1.00	4.83	Buisman-Sanglerat	3.79
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	2.58	Buisman-Sanglerat	2.02
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.79	2.40-6.20	26.79	Buisman-Sanglerat	21.02
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	26.76	Buisman-Sanglerat	20.99

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	4.83	0.00-1.00	4.83	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	2.58	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.79	2.40-6.20	26.79	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	26.76	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	4.83	0.00-1.00	4.83	Terzaghi-Peck 1948	13.83
Strato (2) argilla con limo	2.58	1.00-2.40	2.58	Terzaghi-Peck 1948	13.53
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.79	2.40-6.20	26.79	Terzaghi-Peck 1948	16.35
Strato (4) argillite	38.51	6.20-8.60	26.76	Terzaghi-Peck 1948	16.34

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (kN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.40	0.00-0.80	3.40	Terzaghi-Peck 1948	18.42
Strato (2) argilla con limo	2.64	0.80-2.40	2.64	Terzaghi-Peck 1948	18.23
Strato (3) ghiaia sabbiosa	26.17	2.40-6.00	26.17	Terzaghi-Peck 1948	19.98
Strato (4) argillite	22.88	6.00-8.60	22.88	Terzaghi-Peck 1948	19.97

ELABORAZIONI INDAGINI GEOFISICHE:

"DOWN-HOLE" - DH1

"HVSr" - HVSr1, HVSr2, HVSr3

"ESAC" - ESAC1

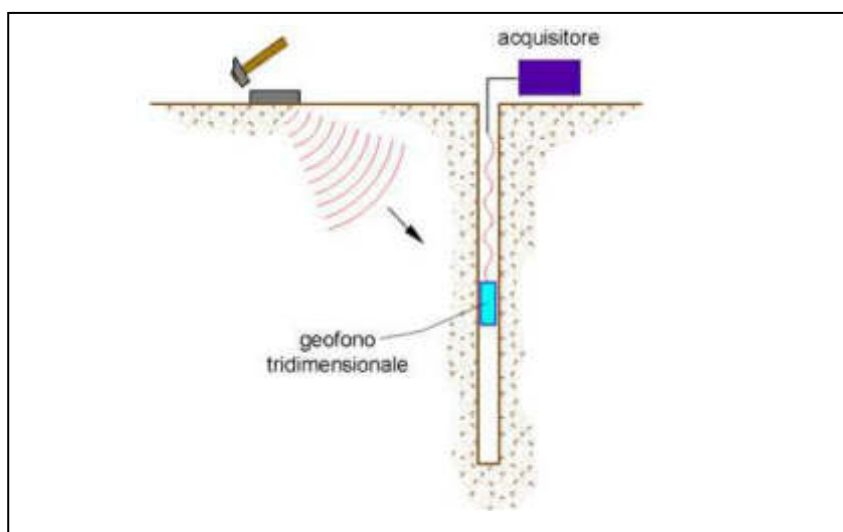
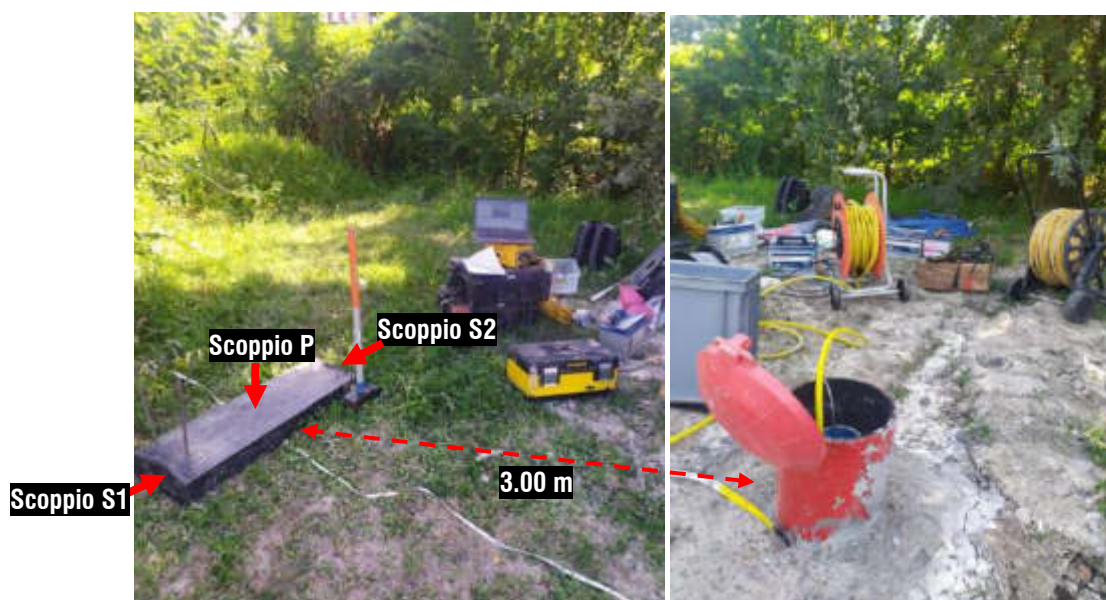
INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO

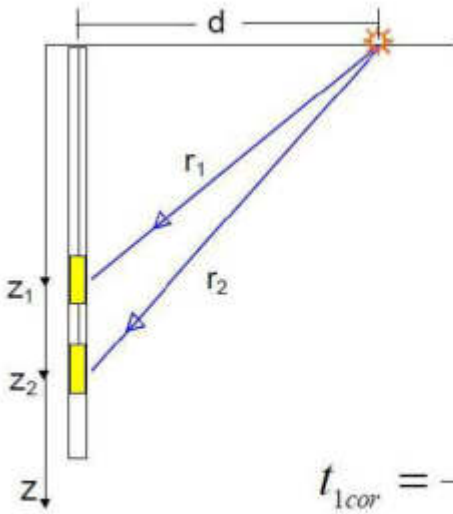
Cantiere	Sassuolo
Data esecuzione indagini	25/06/2021
Committente	
STRUMENTAZIONE	
Strumentazione impiegata	GEODE GEOMETRICS 24ch
Energizzatore	Massa battente da 10 kg
Sensoristica	Doppia terna geofonica Ambrogeo Twin3d
Distanza battute P e S	Onde P: 3.00 m ; Onde S: 3.00 m
Acquisizioni	Battuta P / Battuta S+ / Battuta S-

INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO



CENNI TEORICI – ELABORAZIONE INTERVALLO



La velocità delle onde sismiche tra due ricevitori è uguale a:

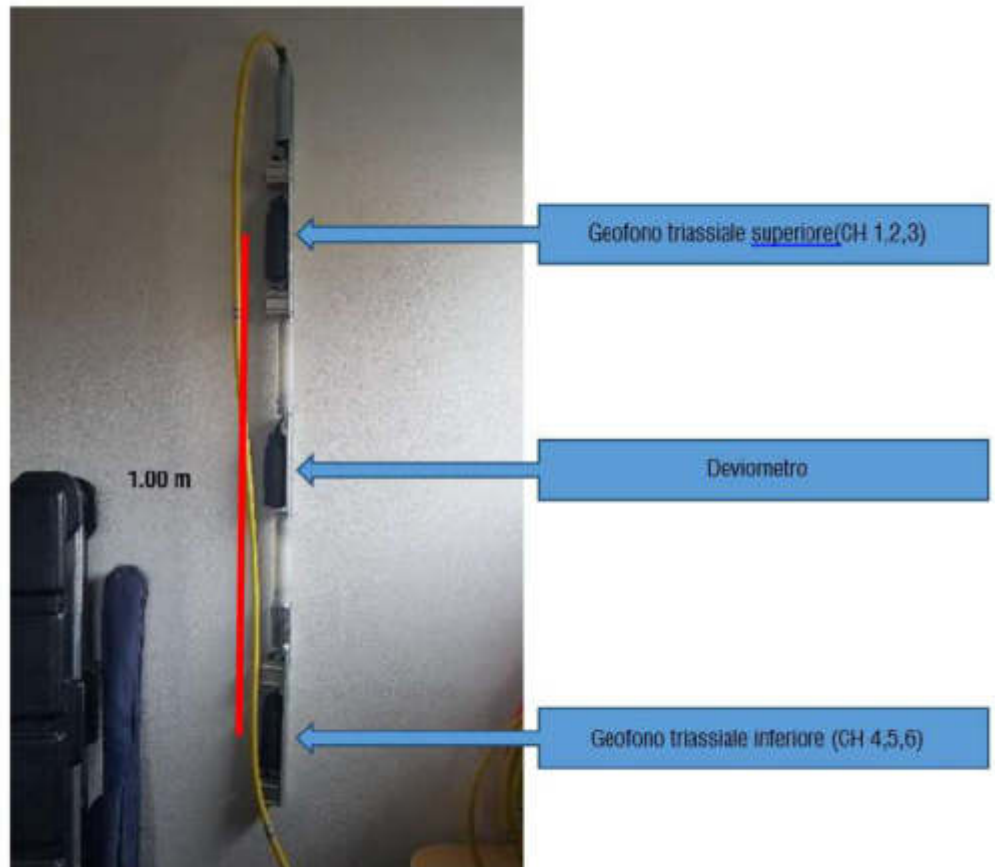
$$v = \frac{z_2 - z_1}{t_{2COR} - t_{1COR}}$$

$$t_{1COR} = \frac{z_1}{\sqrt{z_1^2 + d^2}} \cdot t_{LOSS}$$

$$t_{2COR} = \frac{z_2}{\sqrt{z_2^2 + d^2}} \cdot t_{LOSS}$$

Nel presente caso:

$Z = 1.00$ m (interdistanza
fissa geofoni)
 $dP = 3.00$ m
 $dS = 3.00$ m



INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO

ONDE P											
	m	m	m	ms	ms	ms	ms	s	s	s	m/s
FILE	Z	Z1	Z2	T1 obs	T2 obs	T1 cor	T2 cor	T1	T2	ΔT	V
364	1,5	2	1	6,59	7,00	2,08	3,88	0,00208	0,00388	0,00180	556
361	2,5	3	2	7,22	7,73	4,00	5,47	0,00400	0,00547	0,00146	684
358	3,5	4	3	7,56	7,81	5,35	6,25	0,00535	0,00625	0,00090	1108
355	4,5	5	4	8,02	8,21	6,42	7,04	0,00642	0,00704	0,00062	1603
352	5,5	6	5	8,41	8,67	7,21	7,75	0,00721	0,00775	0,00054	1841
349	6,5	7	6	8,87	9,21	7,93	8,47	0,00793	0,00847	0,00053	1881
346	7,5	8	7	9,09	9,81	8,36	9,19	0,00836	0,00919	0,00083	1204
343	8,5	9	8	9,43	10,11	8,83	9,59	0,00883	0,00959	0,00076	1313
340	9,5	10	9	9,67	10,31	9,17	9,88	0,00917	0,00988	0,00070	1426
337	10,5	11	10	10,11	10,74	9,68	10,36	0,00968	0,01036	0,00068	1475
334	11,5	12	11	10,61	11,31	10,24	10,97	0,01024	0,01097	0,00074	1358
331	12,5	13	12	10,97	11,74	10,64	11,44	0,01064	0,01144	0,00080	1255
328	13,5	14	13	11,23	12,02	10,94	11,75	0,01094	0,01175	0,00081	1233
325	14,5	15	14	11,78	12,41	11,52	12,17	0,01152	0,01217	0,00065	1537
322	15,5	16	15	12,80	13,48	12,55	13,25	0,01255	0,01325	0,00070	1433
319	16,5	17	16	13,00	13,64	12,78	13,43	0,01278	0,01343	0,00066	1526
316	17,5	18	17	13,15	13,71	12,95	13,52	0,01295	0,01352	0,00057	1744
313	18,5	19	18	13,29	13,88	13,11	13,71	0,01311	0,01371	0,00060	1664
310	19,5	20	19	13,87	14,42	13,70	14,26	0,01370	0,01426	0,00056	1785
307	20,5	21	20	14,28	14,93	14,12	14,78	0,01412	0,01478	0,00066	1520
304	21,5	22	21	14,89	15,54	14,74	15,40	0,01474	0,01540	0,00066	1522
300	22,5	23	22	15,11	15,81	14,97	15,68	0,01497	0,01568	0,00071	1417
297	23,5	24	23	15,35	16,07	15,22	15,95	0,01522	0,01595	0,00072	1380
294	24,5	25	24	15,71	16,40	15,59	16,28	0,01559	0,01628	0,00069	1440
291	25,5	26	25	17,78	18,41	17,65	18,29	0,01765	0,01829	0,00064	1574
288	26,5	27	26	19,07	19,54	18,94	19,42	0,01894	0,01942	0,00048	2100
285	27,5	28	27	20,73	21,22	20,60	21,10	0,02060	0,02110	0,00050	2016
282	28,5	29	28	21,25	21,74	21,13	21,62	0,02113	0,02162	0,00050	2018
279	29,5	30	29	21,79	22,27	21,67	22,16	0,02167	0,02216	0,00049	2061
276	30,5	31	30	21,87	22,39	21,76	22,29	0,02176	0,02229	0,00052	1907
273	31,5	32	31	22,31	22,76	22,21	22,66	0,02221	0,02266	0,00045	2201
270	32,5	33	32	23,51	23,95	23,41	23,85	0,02341	0,02385	0,00044	2251

INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

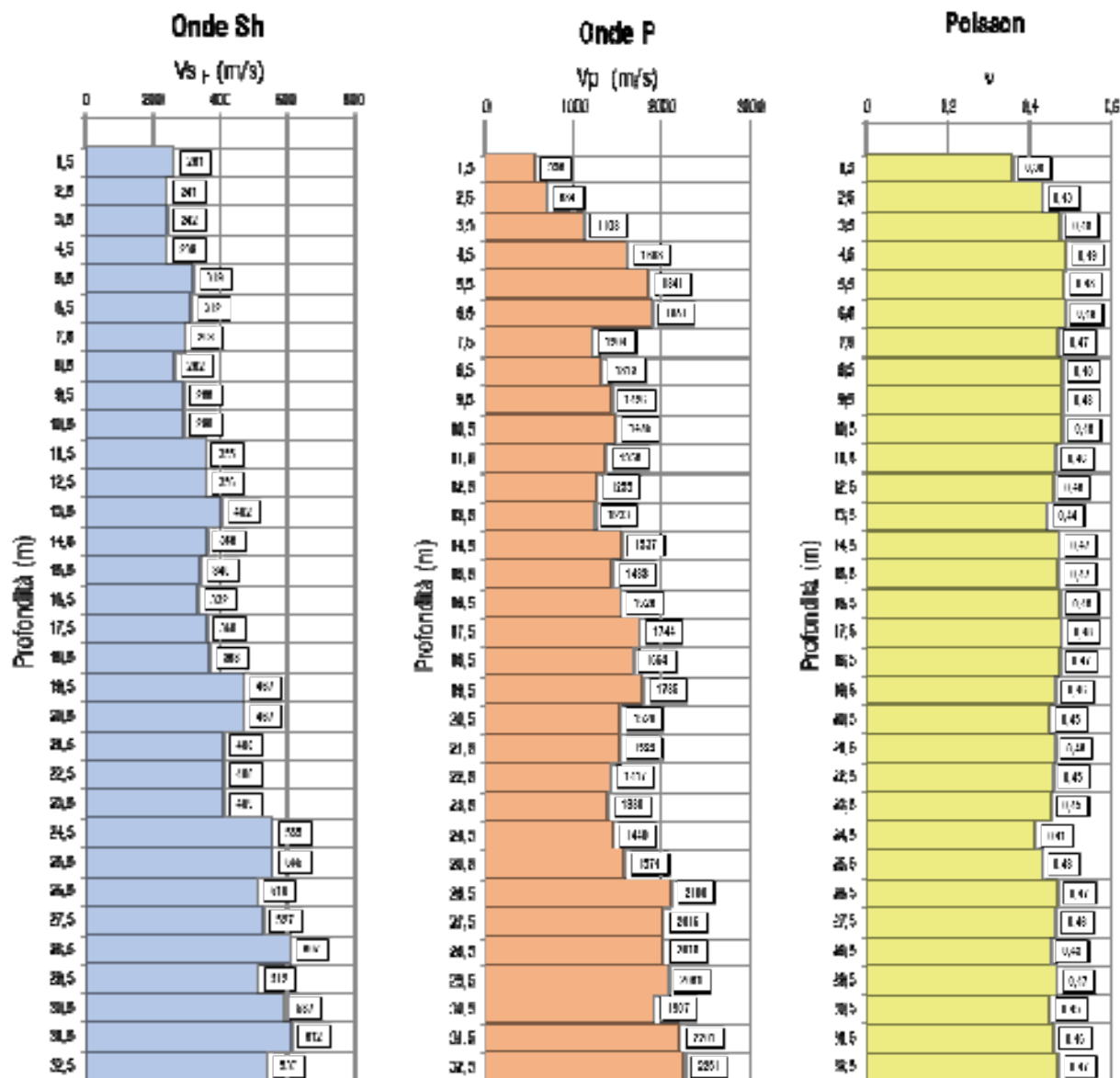
DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO

ONDE SH												
FILE +	FILE -	m	m	m	ms	ms	ms	ms	s	s	s	m/s
		Z	Z1	Z2	T1 obs	T2 obs	T1 cor	T2 cor	T1	T2	ΔT	V
365	366	1,5	2	1	8,91	11,99	2,82	6,65	0,00282	0,00665	0,00383	261
362	363	2,5	3	2	12,96	16,04	7,19	11,34	0,00719	0,01134	0,00415	241
359	360	3,5	4	3	14,32	17,83	10,13	14,26	0,01013	0,01426	0,00414	242
356	357	4,5	5	4	16,35	20,13	13,08	17,26	0,01308	0,01726	0,00418	239
353	354	5,5	6	5	18,35	21,10	15,73	18,87	0,01573	0,01887	0,00314	319
350	351	6,5	7	6	20,10	23,05	17,98	21,19	0,01798	0,02119	0,00321	312
347	348	7,5	8	7	22,03	25,27	20,25	23,66	0,02025	0,02366	0,00341	293
344	345	8,5	9	8	23,09	26,81	21,62	25,43	0,02162	0,02543	0,00381	262
341	342	9,5	10	9	24,12	27,51	22,88	26,35	0,02288	0,02635	0,00347	288
338	339	10,5	11	10	26,73	30,11	25,60	29,05	0,02560	0,02905	0,00345	290
335	336	11,5	12	11	28,35	31,10	27,35	30,17	0,02735	0,03017	0,00282	355
332	333	12,5	13	12	29,97	32,72	29,08	31,88	0,02908	0,03188	0,00281	356
329	330	13,5	14	13	32,72	35,15	31,88	34,37	0,03188	0,03437	0,00249	402
326	327	14,5	15	14	35,96	38,71	35,16	37,96	0,03516	0,03796	0,00280	358
323	324	15,5	16	15	36,45	39,36	35,74	38,69	0,03574	0,03869	0,00294	340
320	321	16,5	17	16	38,14	41,12	37,49	40,49	0,03749	0,04049	0,00301	332
317	318	17,5	18	17	42,12	44,87	41,48	44,26	0,04148	0,04426	0,00278	360
314	315	18,5	19	18	42,28	44,97	41,70	44,42	0,04170	0,04442	0,00271	368
311	312	19,5	20	19	46,00	48,11	45,44	47,58	0,04544	0,04758	0,00214	467
308	309	20,5	21	20	50,86	52,97	50,30	52,44	0,05030	0,05244	0,00214	467
305	306	21,5	22	21	51,19	53,62	50,68	53,13	0,05068	0,05313	0,00245	408
301	303	22,5	23	22	52,48	54,91	52,00	54,45	0,05200	0,05445	0,00245	408
298	299	23,5	24	23	53,29	55,72	52,84	55,29	0,05284	0,05529	0,00245	409
295	296	24,5	25	24	57,18	58,96	56,74	58,54	0,05674	0,05854	0,00180	555
292	293	25,5	26	25	60,91	62,69	60,48	62,28	0,06048	0,06228	0,00180	555
289	290	26,5	27	26	65,77	67,71	65,34	67,30	0,06534	0,06730	0,00196	510
286	287	27,5	28	27	67,14	69,02	66,73	68,63	0,06673	0,06863	0,00190	527
283	284	28,5	29	28	69,49	71,12	69,09	70,74	0,06909	0,07074	0,00165	607
280	281	29,5	30	29	70,95	72,89	70,57	72,53	0,07057	0,07253	0,00195	512
277	278	30,5	31	30	72,41	74,10	72,05	73,76	0,07205	0,07376	0,00170	587
274	275	31,5	32	31	75,49	77,11	75,14	76,77	0,07514	0,07677	0,00163	612
271	272	32,5	33	32	75,97	77,82	75,64	77,50	0,07564	0,07750	0,00186	537

INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO

Risultati interpretazione



Vs30 = 399 m/s

INDAGINI SISMICHE HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVSR)

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso. L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo (per esempio i cambi litologici). I dati che si possono ricavare sono spessori, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno del sismo-strato individuato. Tramite l'elaborazione di moti superiori e l'analisi dell'andamento delle tre componenti del moto, è possibile distinguere i picchi di origine naturale da quelli generati dai moti superiori o da artefatti, al fine di garantire una corretta interpretazione dello spettro sismico registrato. La tecnica dei rapporti spettrali (HVSR) trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica poiché fornisce un parametro fondamentale (frequenza propria di risonanza di sito) per una corretta progettazione di edifici antisismici. Negli ultimi anni si è affermata anche per la sua versatilità poiché si è dimostrato come lo spettro sismico può rappresentare un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo.

La tecnica HVSR è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un "velocimetro triassiale" conforme alle norme SESAME.

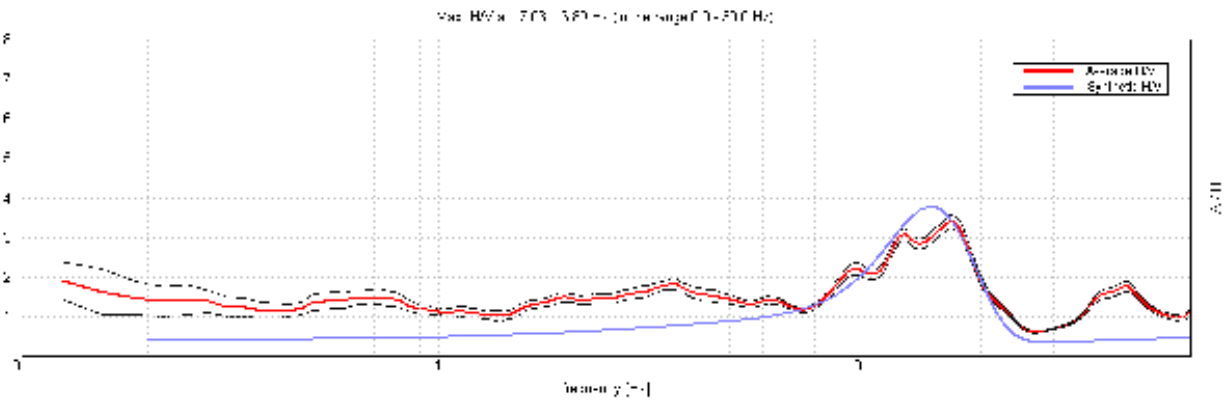
I risultati che si possono ottenere da indagini sismiche HVSR sono:

- La frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici antisismici. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, per evitare l'effetto di "doppia risonanza", fenomeno estremamente pericoloso per la stabilità delle costruzioni.
- La frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se, in caso di sisma, la costruzione potrà essere o meno a rischio.
- La stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la tecnica HVSR, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato, inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto

d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.



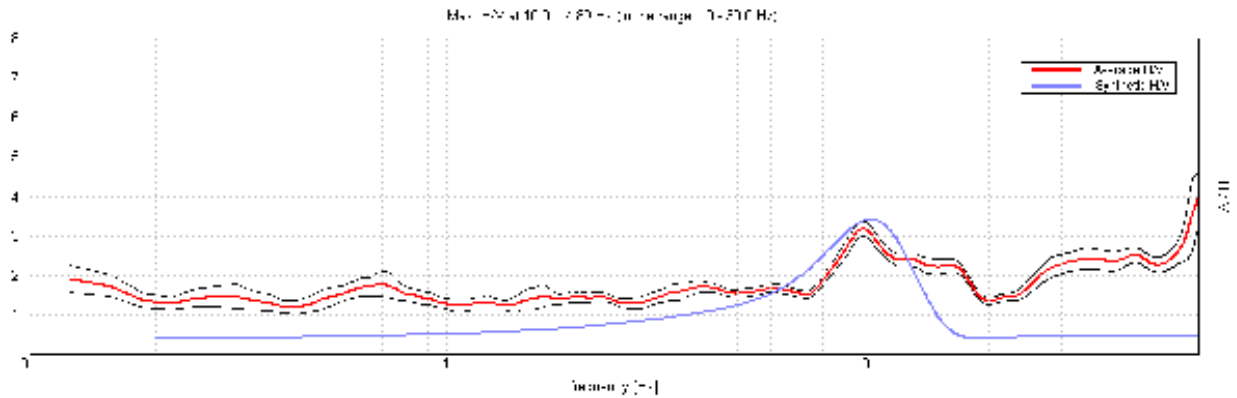
HVSR 1



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	180	0.40
4.00	2.00	270	0.48
7.00	3.00	420	0.47
27.00	20.00	450	0.46
inf.	inf.	500	0.47

Vs_eq (0.0-30.0) = 394m/s

HVSR 2

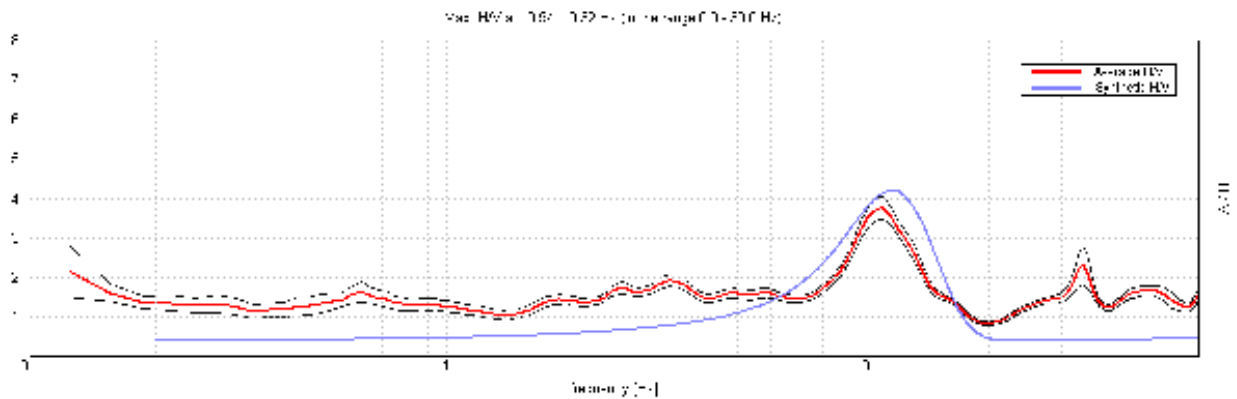


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	180	0.40
5.50	3.50	240	0.48
9.50	4.00	420	0.48
29.50	20.00	450	0.46
inf.	inf.	500	0.47

Vs_eq(0.0-30.0) = 372m/s

HVSR 3

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	180	0.40
5.00	3.00	255	0.48
9.00	4.00	430	0.48
29.00	20.00	480	0.47
inf.	inf.	500	0.47

Vs_eq(0.0-30.0)=396m/s

SASSUOLO

Instrument: TE3-0303/01-17

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 25/06/2021 08:01:44 End recording: 25/06/2021 08:21:44

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

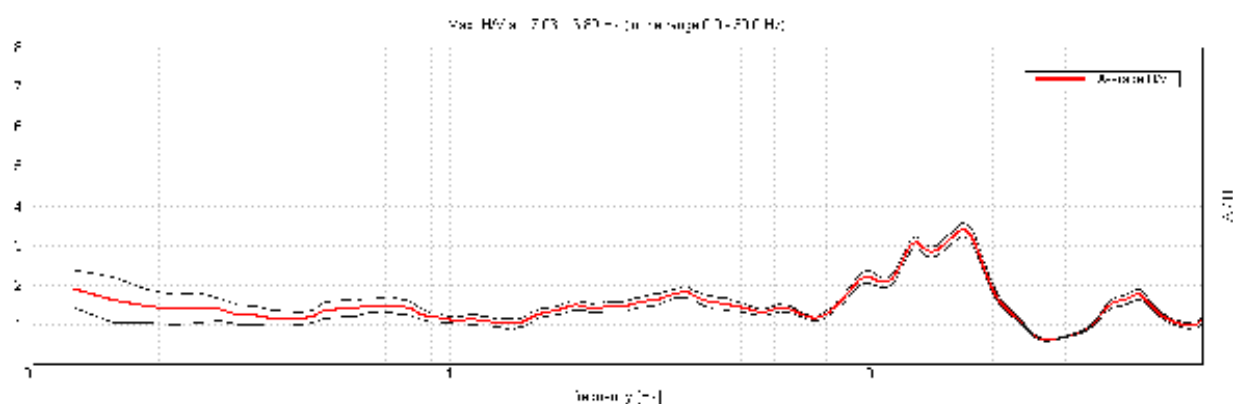
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

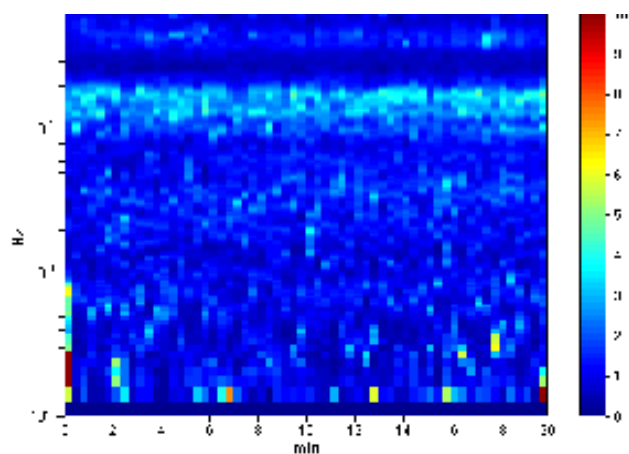
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

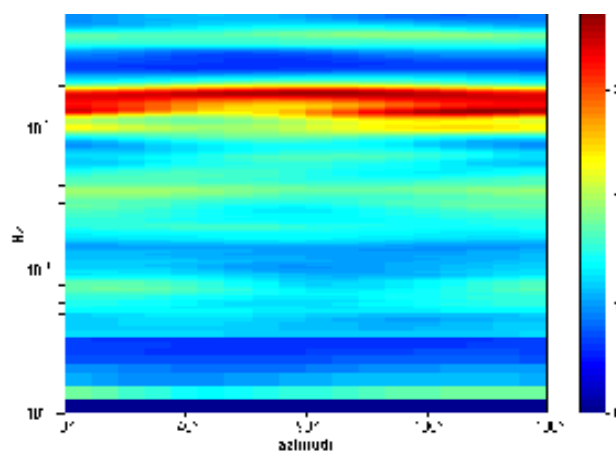
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



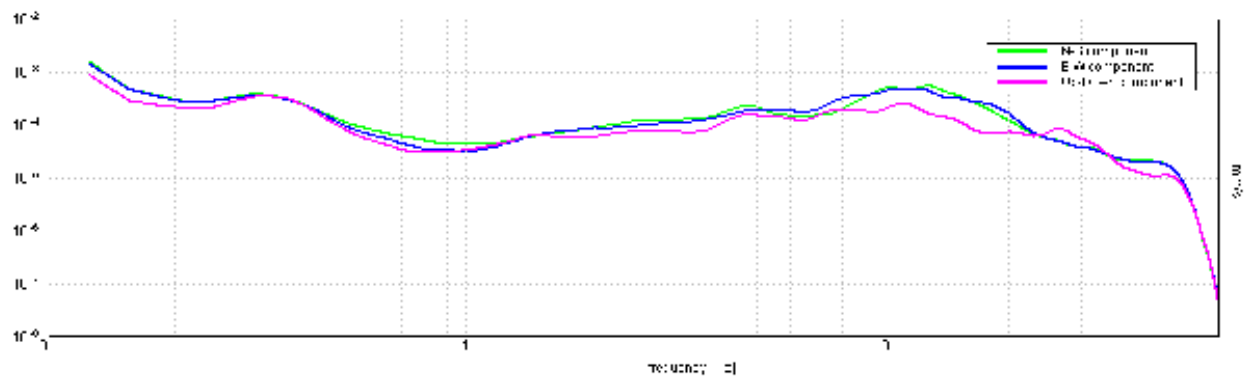
H/V TIME HISTORY



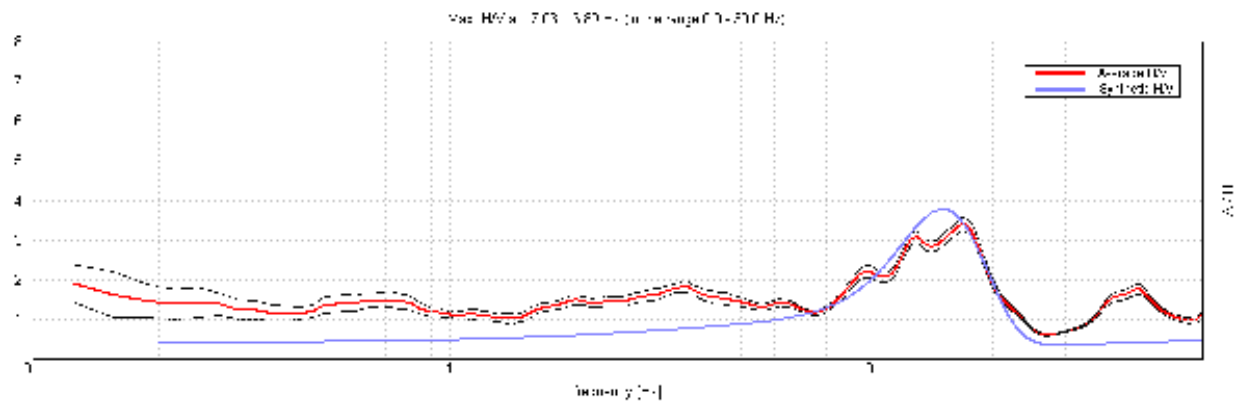
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

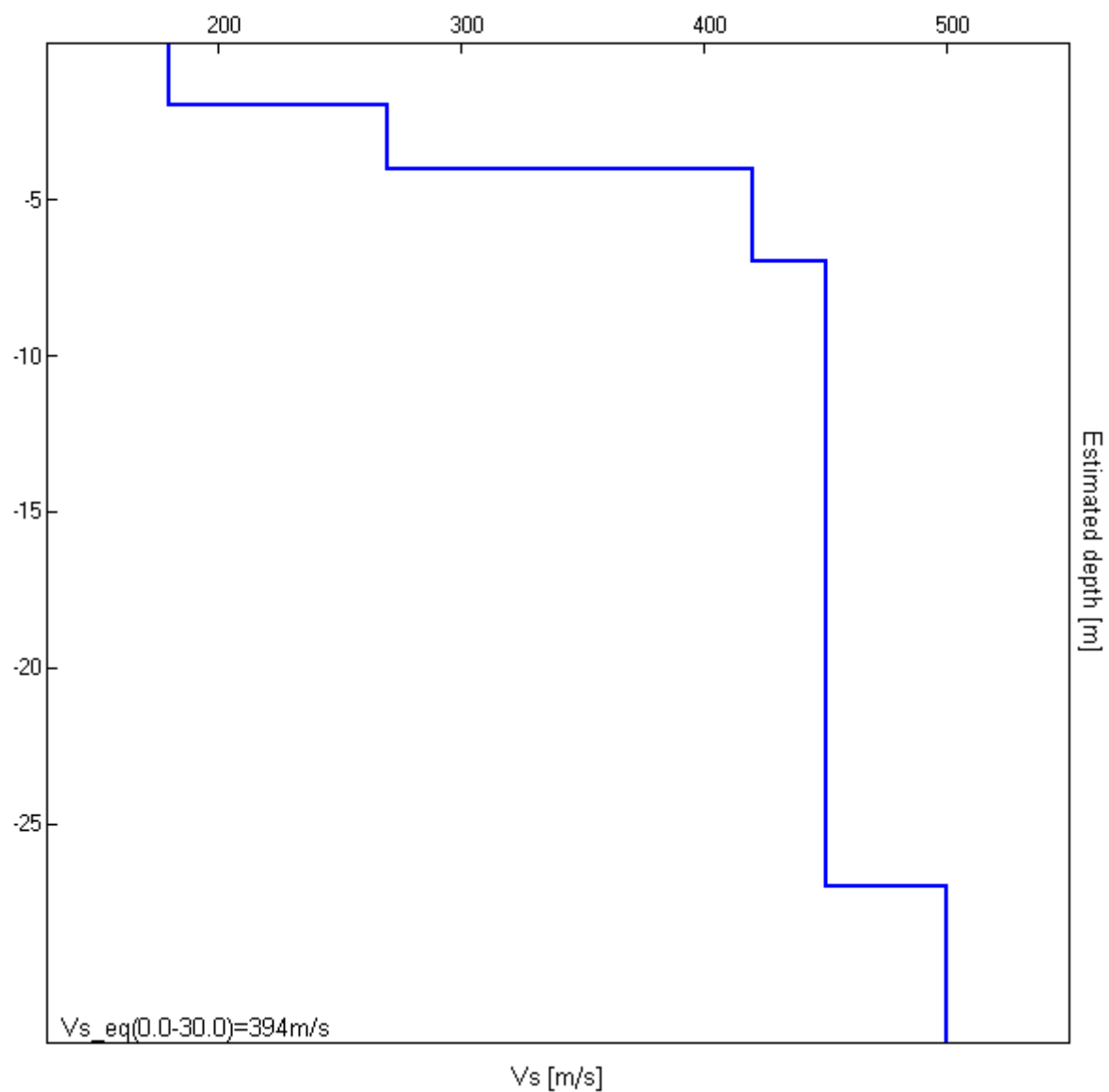


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	180	0.40
4.00	2.00	270	0.48
7.00	3.00	420	0.47
27.00	20.00	450	0.46
inf.	inf.	500	0.47

Vs_eq (0.0-30.0) = 394m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 17.03 ± 6.89 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$17.03 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$20437.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 818 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.813 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.40 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.40451 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$6.88929 < 0.85156$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1683 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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

SASSUOLO

Instrument: TE3-0303/01-17

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 25/06/2021 08:57:08 End recording: 25/06/2021 09:17:08

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)

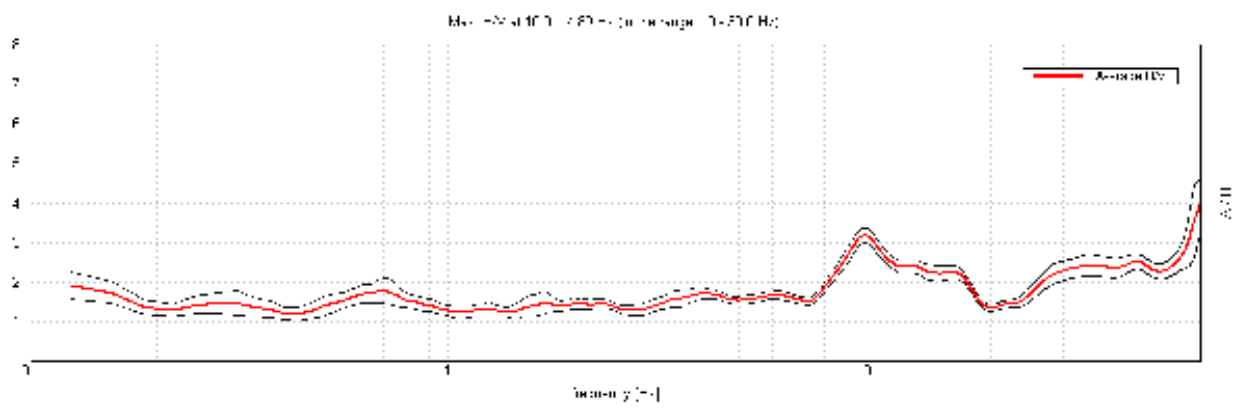
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

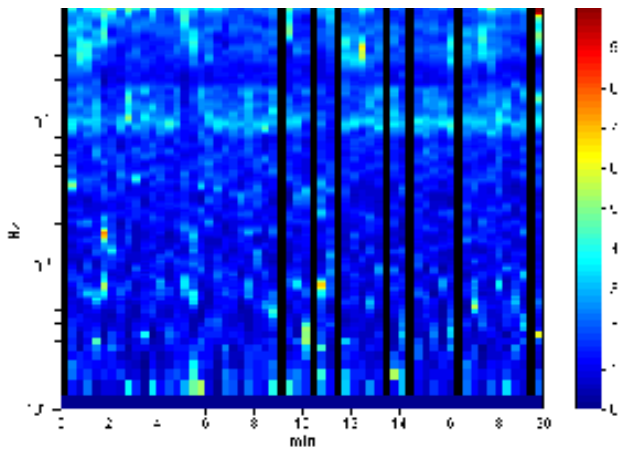
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

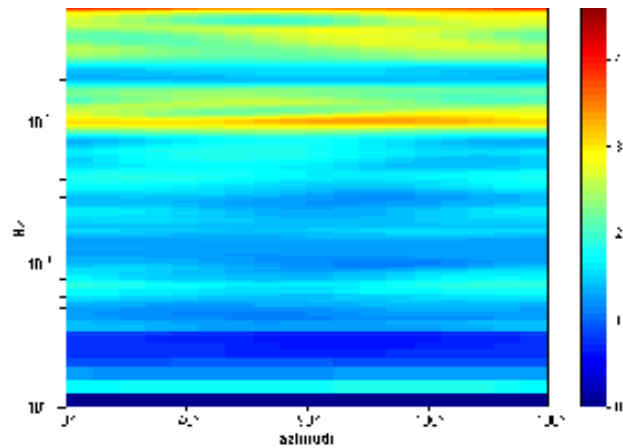
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



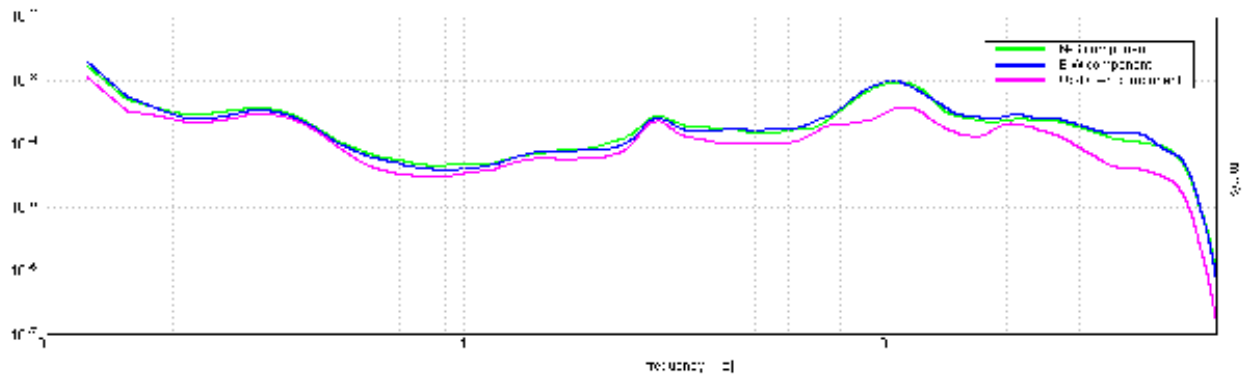
H/V TIME HISTORY



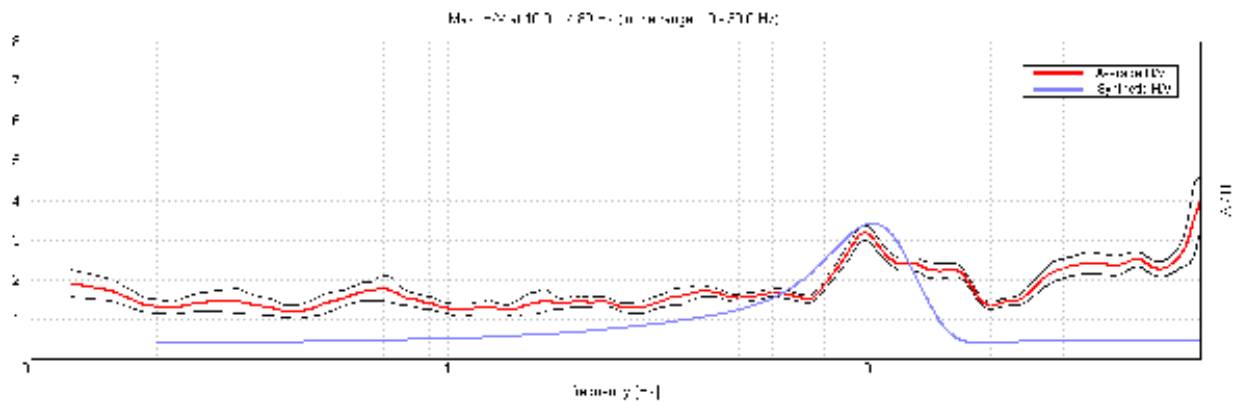
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

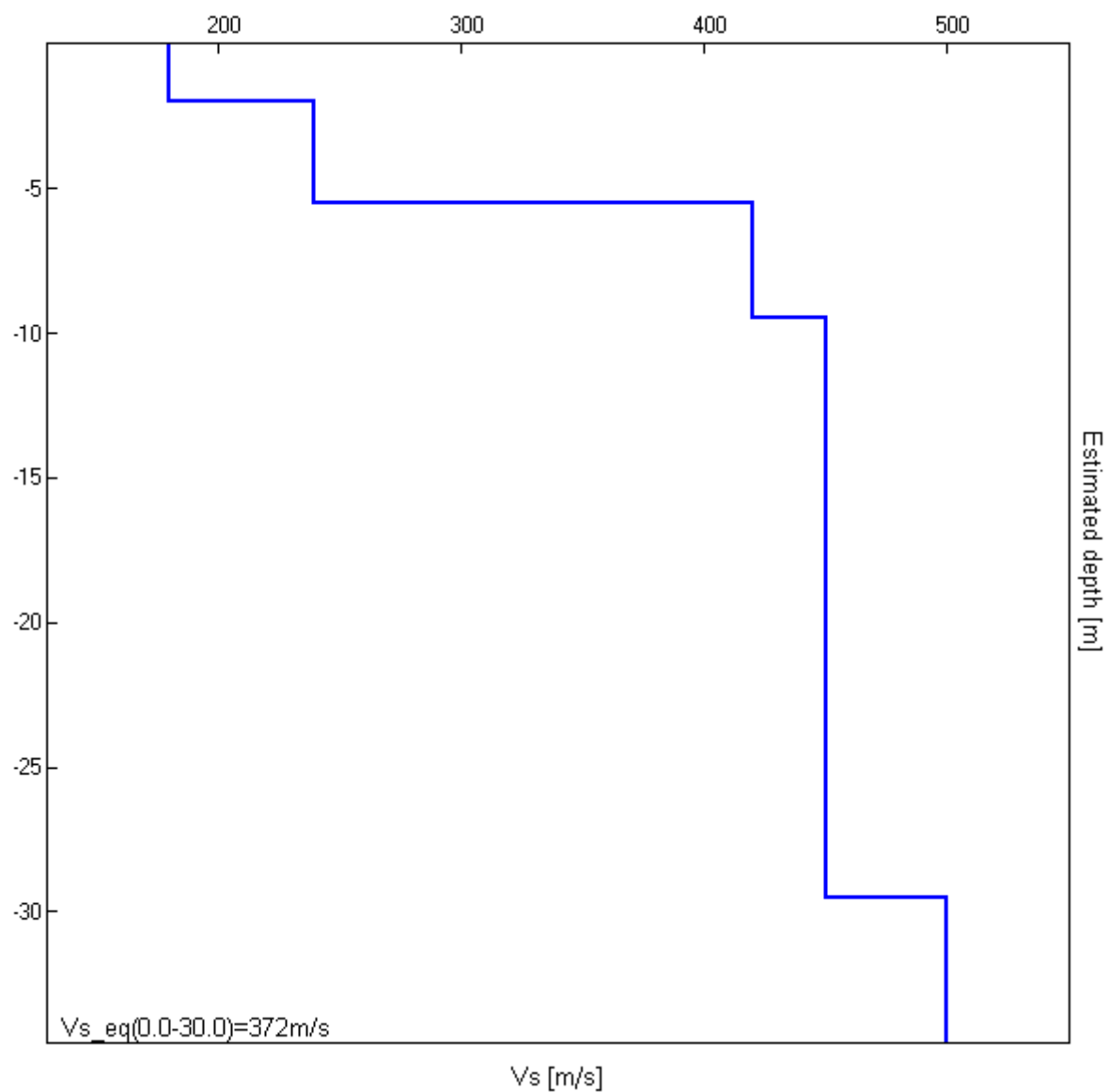


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	180	0.40
5.50	3.50	240	0.48
9.50	4.00	420	0.48
29.50	20.00	450	0.46
inf.	inf.	500	0.47

Vs_eq(0.0-30.0) = 372m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 10.0 ± 4.89 Hz (in the range 1.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10400.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 481 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.563 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	18.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.18 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.48873 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$4.88726 < 0.5$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1882 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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

SASSUOLO

Instrument: TE3-0303/01-17

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 25/06/2021 09:45:10 End recording: 25/06/2021 10:05:10

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

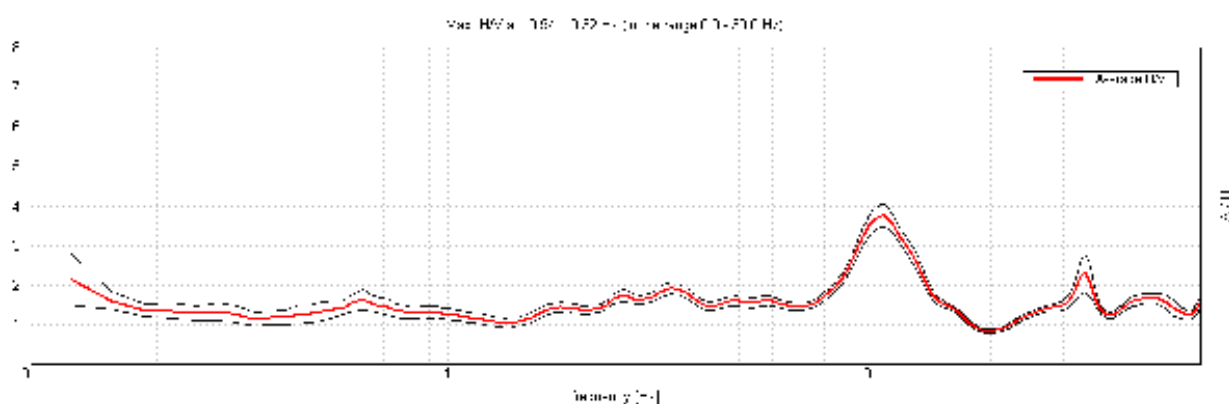
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

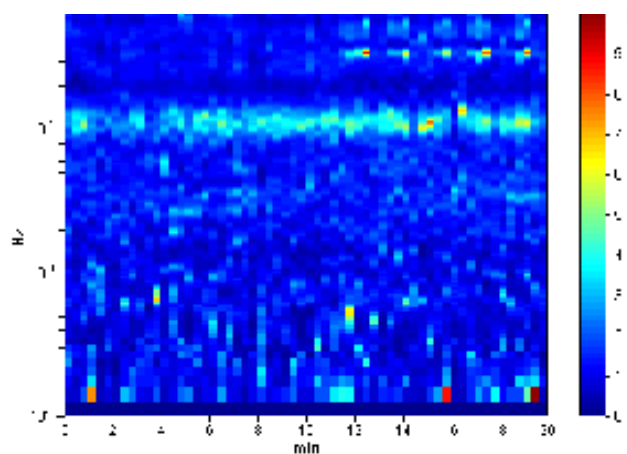
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

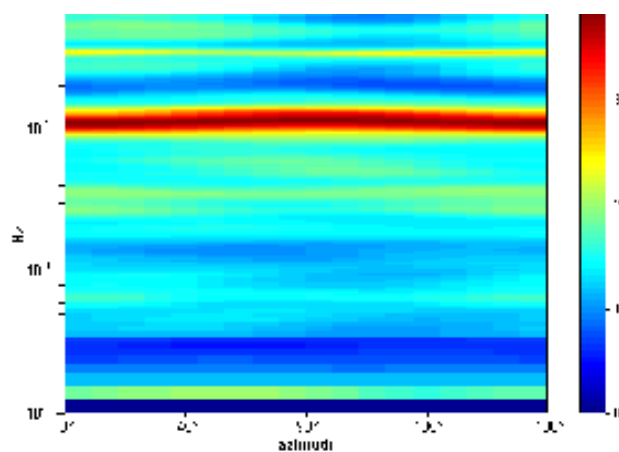
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



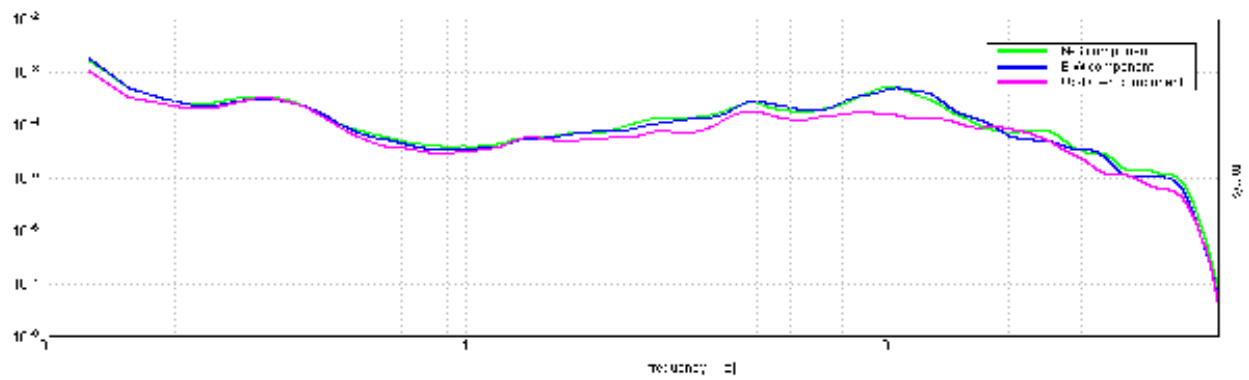
H/V TIME HISTORY



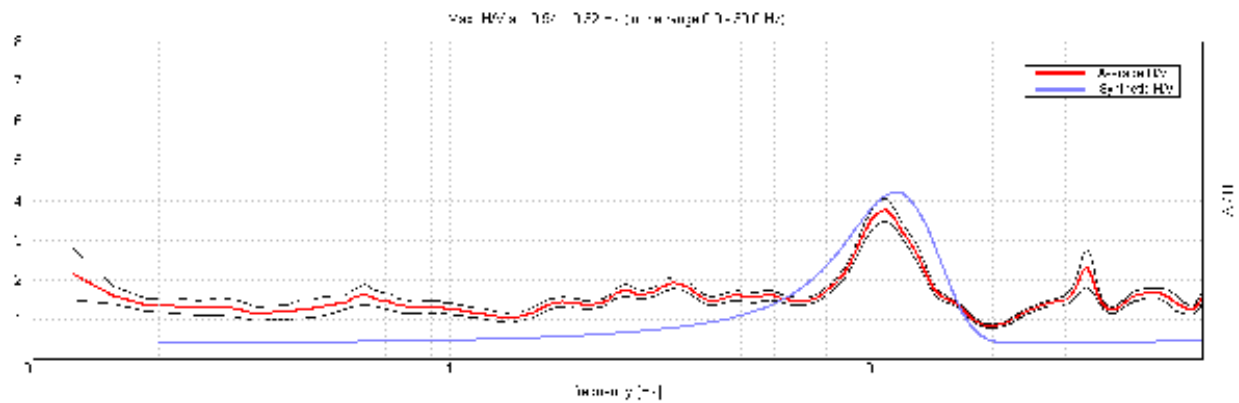
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

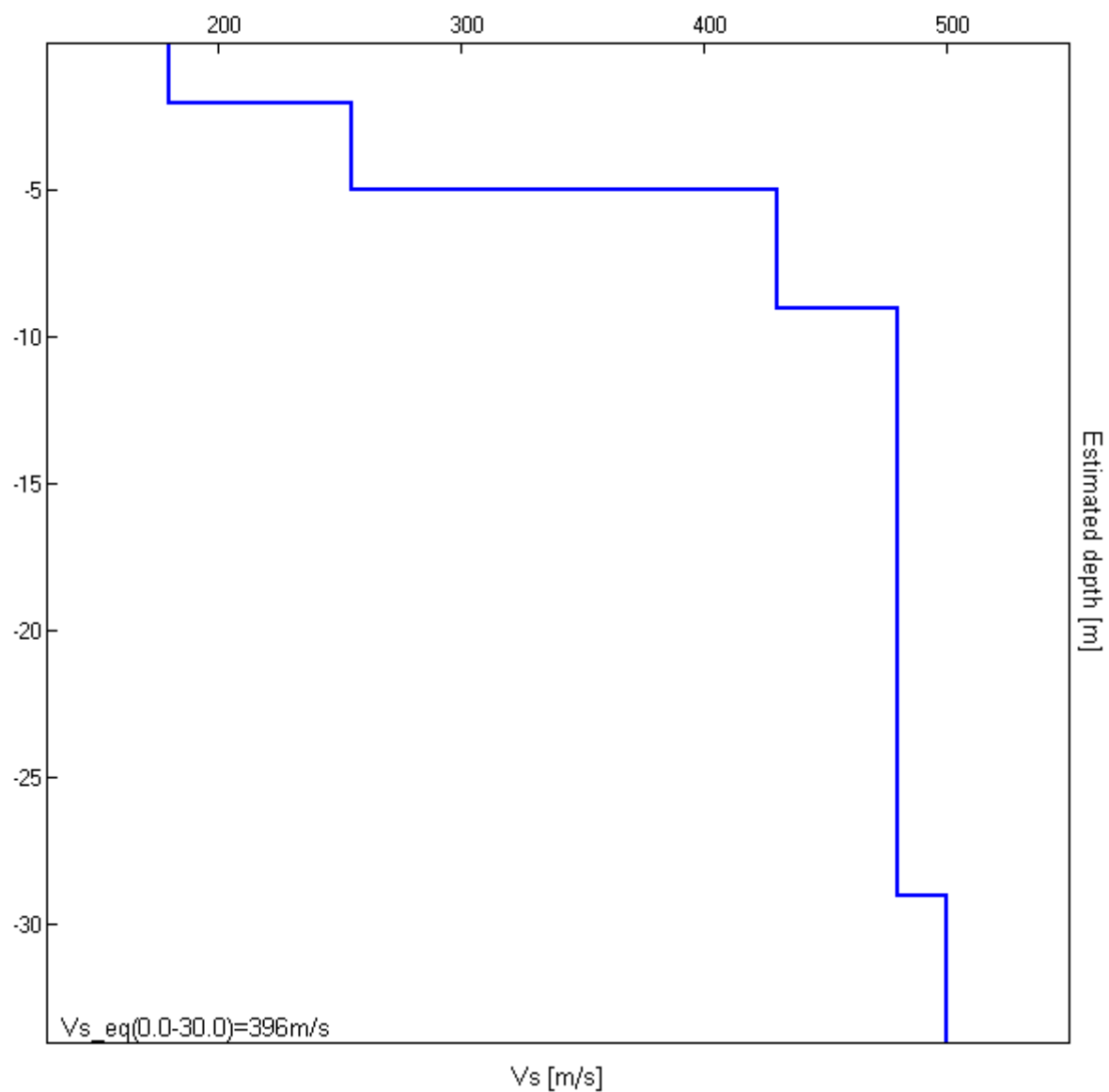


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	180	0.40
5.00	3.00	255	0.48
9.00	4.00	430	0.48
29.00	20.00	480	0.47
inf.	inf.	500	0.47

Vs_eq(0.0-30.0)=396m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 10.94 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$13125.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 526 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.313 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.75 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02971 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.32491 < 0.54688$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2888 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

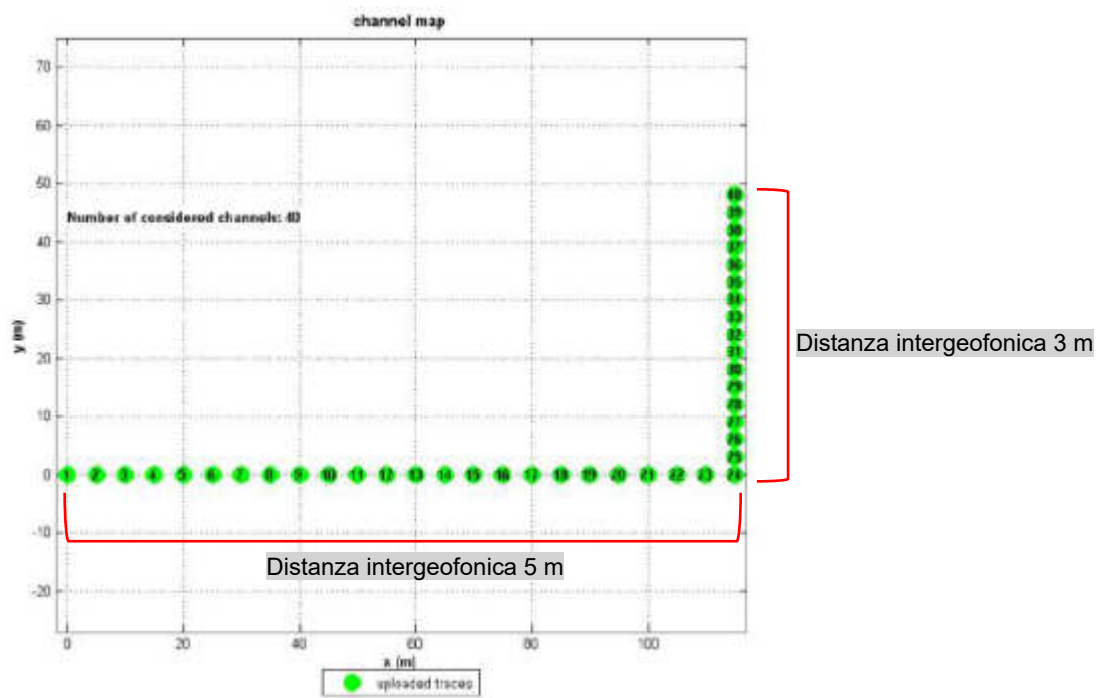
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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

INDAGINE SISMICA PASSIVA MEDIANTE REGISTRAZIONE DI MICROTREMORI NATURALI IN ARRAY 2-D (METODOLOGIA ESAC)

Per estendere la caratterizzazione sismica del sottosuolo e raggiungere un'elevata coerenza dei dati acquisiti, sono state svolte acquisizioni di rumore sismico ambientale utilizzando un array 2D. Tale tecnica, conosciuta come la metodologia Re.Mi./ESAC, permette di campionare le frequenze più basse, caratterizzanti le porzioni più profonde del sottosuolo. In generale le tecniche sfruttano la capacità di poter mettere in relazione le velocità di fase e le frequenze, relative alle onde di taglio, con le forme di dispersione delle onde di superficie. I microtremori sismici naturali determinano, in corrispondenza della superficie, la formazione di onde superficiali di Rayleigh. Si utilizzano dunque i microtremori naturali come sorgente sismica, i quali vengono misurati attraverso geofoni verticali disposti secondo array lineari. L'analisi avviene grazie a un passaggio delle registrazioni ottenute, attraverso la trasformata di Fourier, da un dominio spazio/tempo a un dominio frequenza/inverso della velocità. Il risultato dell'analisi è l'identificazione dello spettro energetico del segnale, in funzione della frequenza e dell'inverso della velocità. Dato che i livelli energetici possono variare significativamente alle diverse frequenze, lo spettro durante la fase di elaborazione viene normalizzato. L'indagine sismica Re.Mi./ESAC è stata eseguita in sito utilizzando 24 geofoni verticali, distanziati di 2 m, con frequenza naturale di 4.5 Hz fissati al terreno ad intervalli regolari. I dati sono stati registrati mediante un sismografo GEODE Geometrics 24 bit con filtri disinseriti, velocità di campionamento (sample rate) di 4 millisecondi e lunghezza delle acquisizioni di 30 secondi.



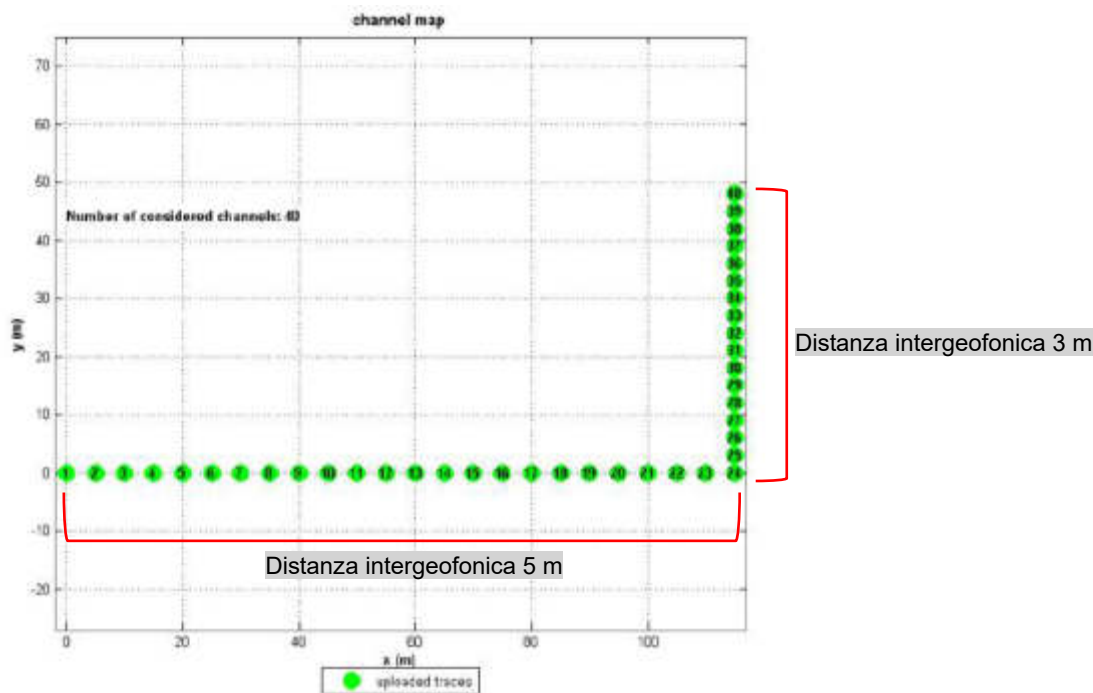


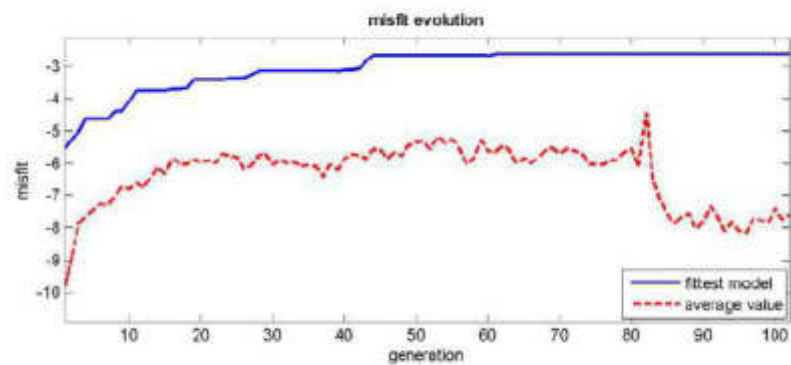
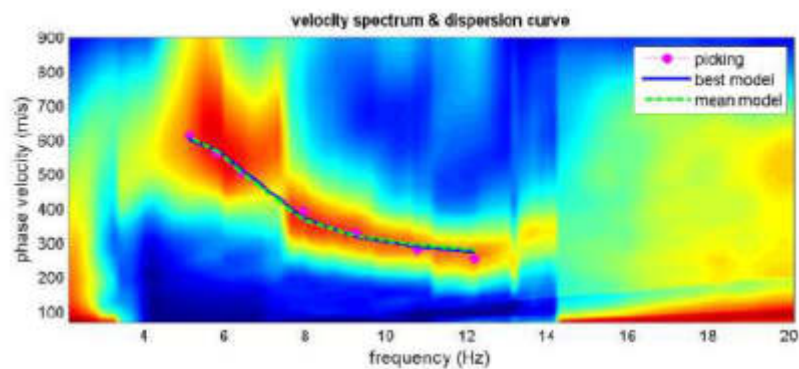
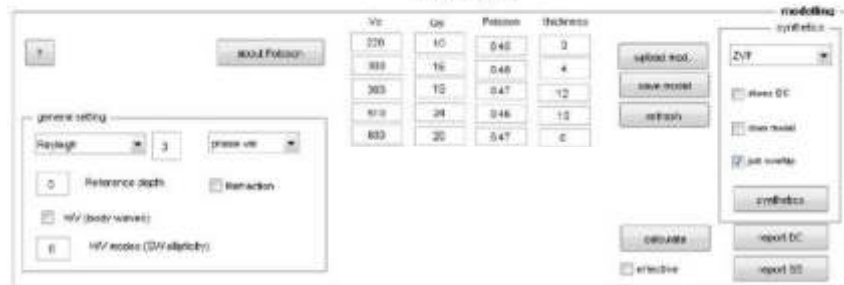
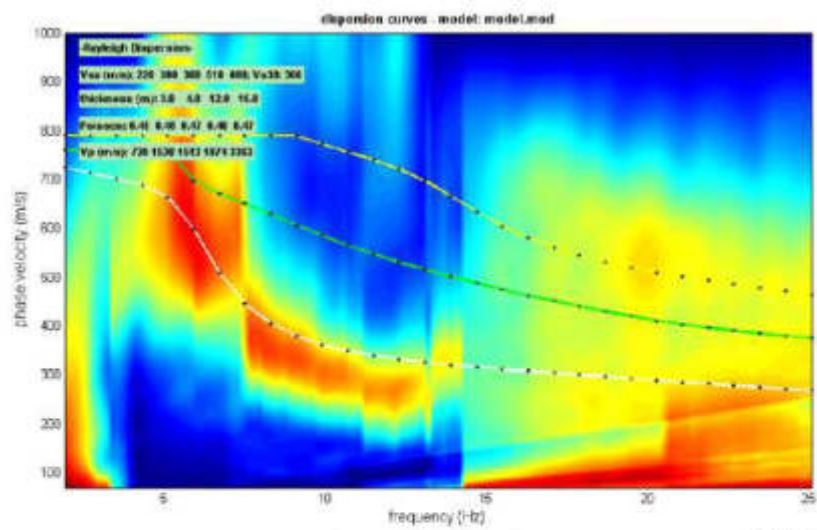
SASSUOLO
INDAGINE SISMICA ESAC

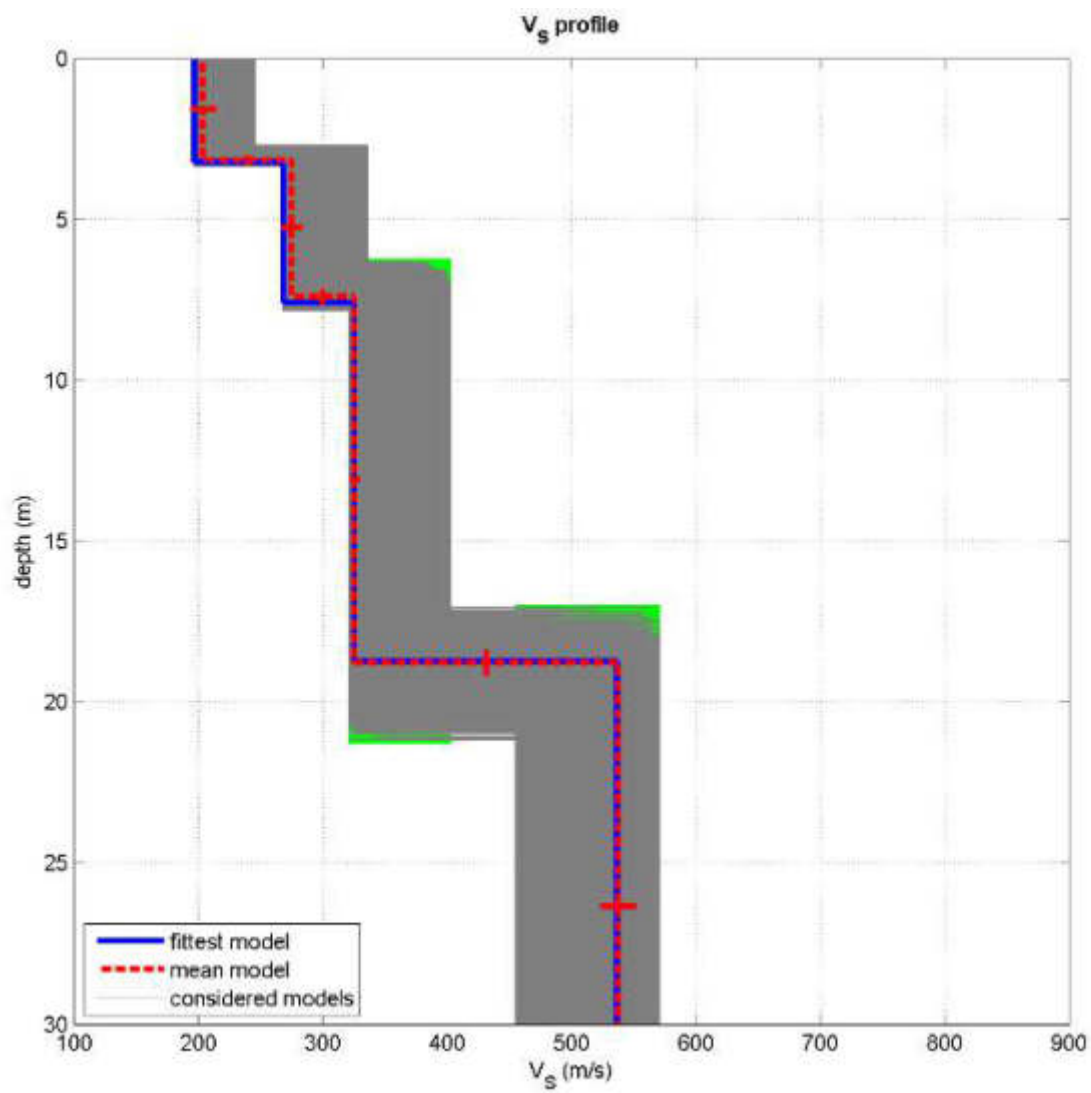
Start recording: 25/06/21 13:33:11 End recording: 25/06/21 13:33:41
Sampling rate: 128 Hz

Array geometry

x (m):	[0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 115 115 115 115 115]
y (m):	[0 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48]







V_{s30} = 368 m/s



----- Piezometrica

Parte satura del corpo acquifero

c(n) Campioni prelevati per analisi geotecniche di laboratorio

SPT(n) Prove in foro SPT

TIPO DEPOSITO e/o FORMAZIONE	LIVELLI GEOLOGICI	DESCRIZIONE LITOLOGICA	COMPORTAMENTO LITOTECNICO	INDAGINI DEDICATE									
				S1-DH1	S2-Pz1	Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	DIN1	DIN2	DIN3	DIN4
TERRENO VEGETALE	LIVELLO "1" 	limo argilloso in stato decompresso, di colore bruno-nocciola. LIVELLO NON IDONEO COME BASE FONDALE.	INCOERENTE	0.00-0.40	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.50	0.00-0.80	0.00-0.60	0.00-0.80	0.00-1.00
DEPOSITI TERRAZZATI ALLUVIONALI Unità di Modena (AES8a) (Pleistocene-Olocene)	LIVELLO "2" 	Argilla con limo (e/o limi con argilla) debolmente sabbiosa di colore grigio nocciola, da mediamente ad altamente plastica, da poco consistenti a mediamente consistenti, compressibili, sature alla base e con tracce di materia organica	INCOERENTE COESIVO	0.40-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.50-2.20	0.80-2.20	0.60-2.40	0.80-1.80	1.00-2.40
	LIVELLO "3" 	Ghiaia eterometrica (2 cm < Ø < 6 cm) con rari ciottoli, subarrotolata o arrotondata poligenica (classi di anneria, serpenitine, calcarenite) matrice sostenuta di natura prevalentemente sabbiosa, da mediamente a fortemente addensata, satura sotto a m 2.20-2.40 m dal p.c. attuale. Per brevi tratti la matrice limoso-sabbiosa è prevalente con colorazione grigio-nocciola.	INCOERENTE	2.20-6.60	2.20-8.50	2.20-3.00*	2.20-3.00*	2.20-3.00*	2.20-3.00*	2.20-6.40	2.40-5.80	1.80-5.20	2.40-6.20
FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (FAA) (Pliocene-Pleistocene)	LIVELLO "4" 	Argilla/argillite sillosa a tratti marnosa, grigia scura e nerasta, fessile e compatta, poco umida o asciutta con inclusi fossili di bivalvi e gasteropodi. In S1 sono stati rinvenuti due sottili livelli litici tra le profondità di: - 17.60-17.80 m (calcarenite grigia), - 18.00-18.30 m (marna fratturata grigia)	INCOERENTE COESIVO	6.60-33.00*	8.50-20.00*	-	-	-	-	6.40-7.20*	5.80-8.60*	5.20-9.00*	6.00-8.60*
DIN(n) - Prova penetrometrica dinamica superpesante "DPSH"	Sa(n) - saggi geognostici con escavatore	S(N) - Sondaggio geognostico a rotazione	*fine indagine	PROFONDITA' LIVELLI DA P.C. (m)									

LIVELLO "1"	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE E LITOTECNICHE DEI TERRENI		VALORI MINIMI		VALORI MEDI		SONDAGGI A CAROTTAGGIO CONTINUO									PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE			
			S1-DH1					S2-Pz1					DIN1	DIN2	DIN3	DIN4			
	ANALISI GEOTECNICA			PROVE SPT IN FORO			ANALISI GEOTECNICA			PROVE SPT IN FORO									
	C1	C2	SPT1	SPT2	SPT3	C1	C2	C3	SPT1	SPT2	SPT3								
	Peso di volume	-	kNm ³	14,2	14,5									14,20	14,40	14,20	15,00		
	N _{SP1}	N _{sp}	%	3,0	3,6									3,02	3,40	3,02	4,83		
Densità relativa	Dr	%	16,7	19,2									16,69	18,71	16,69	24,72			
Angolo d'attrito drenato	φ°		20,86	21,02									20,86	20,87	20,86	21,18			
Coesione drenata	c°	kPa	-	-									-	-	-	-			
Coesione non drenata	Cu	kPa	-	-									-	-	-	-			
Modulo di Young	Eu(Ey)	MPa	2,4	2,7									2,37	2,67	2,37	3,10			
Modulo sismico	EsdMo	MPa	2,7	3,0									2,65	2,77	2,65	3,79			
LIVELLO "2"	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE E LITOTECNICHE DEI TERRENI		VALORI MINIMI		VALORI MEDI		SONDAGGI A CAROTTAGGIO CONTINUO									PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE			
			S1-DH1					S2-Pz1					DIN1	DIN2	DIN3	DIN4			
	ANALISI GEOTECNICA			PROVE SPT IN FORO			ANALISI GEOTECNICA			PROVE SPT IN FORO									
	C1	C2	SPT1	SPT2	SPT3	C1	C2	C3	SPT1	SPT2	SPT3								
	Peso di volume	-	kNm ³	17,3	18,3									18,48	18,24	18,14	18,23		
	Peso di volume saturo	γsat	kNm ³	-	-									-	-	-	-		
	N _{SP1}	N _{sp}	%	1,5	3,1									-	-	-	-		
	Contenuto in acqua	W%	%	38,4	38,4	38,4								5,66	2,64	1,51	2,83		
	Limite Liquido	LL	%	45,9	51,8	57,6								-	-	-	-		
	Limite Plastico	LP	%	26,1	34,2	36,3								-	-	-	-		
	Indice Plasticità	IP	%	19,9	22,1	24,3								-	-	-	-		
	Indice di Consistenza	IC	-	0,79	0,79	0,79								-	-	-	-		
	Ghiaia	%		0,0	0,0									-	-	-	-		
	Analisi granulometrica (classificazione UNI)		%	0,0	0,0	0,0								-	-	-	-		
Limite	%		49,7	40,7									-	-	-	-			
Argilla	%		58,5	58,5									-	-	-	-			
Densità relativa	Dr	%	4	12									-	-	-	-			
Angolo d'attrito drenato	φ°		19,16	22,38	25,40								24,22	11,30	3,72	10,66			
Coesione drenata	c°	kPa	-	-	-								24,21	21,29	19,76	21,22			
Coesione non drenata	Cu	kPa	14,8	22,7	19,55								27,75	25,89	14,81	25,30			
Modulo di Young	Eu(Ey)	MPa	0,2	1,6	-								4,38	0,98	0,30	0,91			
Modulo sismico	EsdMo	MPa	1,7	3,5	3,50								5,84	2,82	1,69	2,76			
LIVELLO "3"	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE E LITOTECNICHE DEI TERRENI		VALORI MINIMI		VALORI MEDI		SONDAGGI A CAROTTAGGIO CONTINUO									PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE			
			S1-DH1					S2-Pz1					DIN1	DIN2	DIN3	DIN4			
	ANALISI GEOTECNICA			PROVE SPT IN FORO			ANALISI GEOTECNICA			PROVE SPT IN FORO									
	C1	C2	SPT1	SPT2	SPT3	C1	C2	C3	SPT1	SPT2	SPT3								
	Peso di volume	-	kNm ³	19,5	19,9									19,47	19,94	19,74	19,98		
	Peso di volume saturo	γsat	kNm ³	19,5	19,9									19,47	19,94	19,74	19,98		
	N _{SP1}	N _{sp}	%	22,7	30,9			R	33,00										