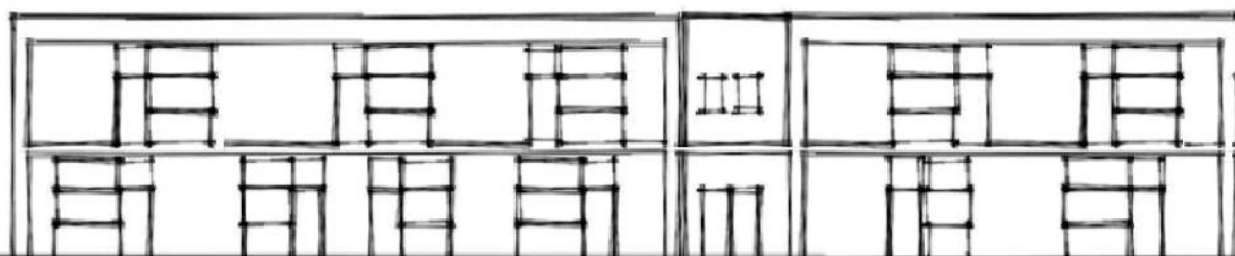




COMUNE DI ANCONA
ASSESSORATO LAVORI PUBBLICI
DIREZIONE MANUTENZIONI - FRANA - PROTEZIONE CIVILE
(Edilizia Scolastica)



**NUOVA SCUOLA PRIMARIA MERCANTINI
E DELL' INFANZIA SIRENETTA - 1° STRALCIO
LOC. PALOMBINA NUOVA**

PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA G01	RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE RELAZIONE GEOLOGICA	Scala: --
		Data: OTTOBRE 2017

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Riccardo BORGOGNONI, geom. Luciano STEFANELLI
Ing. Maurizio LONGHI collaboratore per strutture ed architettonico
Ing. Elisa PAPINI collaboratore per impianti tecnologici e acustica
Collaboratori: geom. Fabio RECANATINI, geom. Paolo OSIMANI, geom. Mauro PETRINI
Piano di Sicurezza e Coordinamento: geom. Massimo BASTIANELLI
Indagine Geologica-Geotecnica: geol. Marco MANTOVANI

IL DIRIGENTE
Ing. Ermanno FRONTALONI

IL R.U.P.
Ing. Maurizio RONCONI

Committente: **COMUNE DI ANCONA**

Lavoro: **DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEL PLESSO SCOLASTICO SEDE DELLA SCUOLA ELEMENTARE "MERCANTINI" E DELL'INFANZIA "SIRENETTA"**

Località: **Palombina Nuova - Via Mercantini**

Comune: **Ancona**



Aprile 2017

Foto cop.: Edificio scolastico da demolire e ricostruire ripreso da Via Mercantini.

INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

(ai sensi del §6.2.1 e §6.2.2 del D.M. '08 e delle indicazioni riportate nelle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche al §C6)

Il geologo



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA - MANTOVANI Geol. MARCO
Geologia per l'ingegneria, la pianificazione territoriale e l'ambiente
Via Clementina, 215 - 60048 Serra San Quirico (AN)
Tel.: 333.3335281 - e.mail.: geostudiomantovani@libero.it - marcom7@libero.it
C.Fisc.: MNTMRC83A06E388N P.Iva.: 02451500421

COMUNE DI ANCONA Via Mercantini

DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEL PLESSO SCOLASTICO SEDE DELLA SCUOLA ELEMENTARE "MERCANTINI" E DELL'INFANZIA "SIRENETTA"

Località: Palombina Nuova – Via Mercantini

INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

(ai sensi del § 6.2.0 e § 6.2.2 del D.M. 2008 e delle indicazioni riportate nelle Istruzioni per l'Applicazione delle Norme Tecniche)

INDICE

1	PREMESSA	2
2	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA – GENERALITA'	3
3	GEOLOGIA	5
3.1	Situazione litostratigrafica locale	5
3.2	Lineamenti morfologici	6
3.3	Caratteri geostrutturali generali	7
3.4	Schema circolazione acque superficiali e sotterranee	8
4.	GEOTECNICA	9
4.1.	Indagini effettuate	9
4.2.	Assetto litostratigrafico locale	14
4.3	Caratterizzazione geotecnica	16
4.4	Verifiche di stabilità	18
4.5	Indicazioni sulle fondazioni	19
5	SISMICITA'	20
6	QUALITA' E UTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO	23
7	COMPATIBILITA' ED INVARIANZA IDRAULICA	25
8	CONCLUSIONI TECNICHE E RACCOMANDAZIONI	27

ALLEGATI

Stralcio carta IGM - Quadrante 18 III	1.25.000
Stralcio carta tecnica regionale (Sezione 282140)	1:10.000
Stralcio PAI Piano Assetto Idrogeologico – Tavola RI 22 b	1:10.000
Stralcio geologica regionale (Sezione 282140)	1:10.000
Stralcio carta tecnica comunale (foglio 282140Q)	1:2.000
Estratto mappa catastale (Fg. 22 particelle 166,167 e 243)	1.1000
Planimetria di dettaglio – Ubicazione indagini	1:500
Andamento sondaggio geognostico S	
Tabulati e correlazioni prove penetrometriche statiche Psm - Pse	
Risultati grafici interpretativi dell'indagine sismica HVSR	
Risultati grafici interpretativi dell'indagine sismica Masw	
Profilo litostratigrafico schematico- Sezione A-A	scala 1:200
Documentazione fotografica	
Tabulati di calcolo analisi di stabilità dei pendii con Morgenstern-Price (NTC 2008)	
Analisi della risposta sismica locale	
Analisi di laboratorio "campione n.1 e campione n. 2"	
Certificato analisi terreno – Rapporto di prova (Igienstudio srl)	

1 PREMESSA

Per conto del **Comune di Ancona** (determinazione n. 837 del 13/04/2017) si è redatta la seguente relazione al fine di reperire elementi ed indicazioni di carattere geomorfologico, geomeccanico e sismico su cui basare la progettazione dei lavori di **“demolizione e ricostruzione del plesso scolastico sede della scuola elementare Mercantini e dell’Infanzia Sirenetta”** in loc. Palombina Nuova - via Mercantini nel Comune di Ancona.

Il presente studio ha consentito di verificare l'idoneità dell'area soprattutto sotto il profilo geo-litostratigrafico e sismo-stratigrafico ed ha, inoltre, permesso di fornire le necessarie informazioni geologico-tecniche per la definizione della tipologia e del corretto dimensionamento delle strutture fondali della scuola da ricostruire.

Nei paragrafi seguenti vengono illustrati i risultati delle indagini e degli studi eseguiti in ottemperanza del D.P.C.M. 11/3/'88 (con particolare riferimento ai punti alle lettere A, B, C e G), e la presente relazione è stata redatta in conformità alle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito "N.T.C."), emesse con Decreto Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008, il Ministro dell'interno e con il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, ai sensi delle Leggi 05/11/1971, n. 1086, e 02/02/1974, n. 64, così come riunite nel "Testo Unico per l'Edilizia" di cui al D.P.R. 06/06/2001, n. 380, e dell'art. 5 del Decreto legge 28/05/2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27/07/2004, n. 186 e ss. mm. ii.; è inoltre redatto in conformità della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle *"Nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

I punti e gli argomenti riportati nella normativa su indicata e non trattati in questa relazione non sono applicabili o sono irrilevanti per gli scopi propri del lavoro in oggetto.

Lo studio è stato articolato secondo le seguenti fasi:

- acquisizione degli elaborati progettuali;
- ricerca bibliografica e individuazione della cartografia tecnica di interesse;
- rilievo geologico, geomorfologico di dettaglio ed avente per oggetto l'area di interesse e un intorno significativo;
- programmazione ed esecuzione campagna geognostica e geofisica;
- analisi critica dei dati e relative elaborazioni;
- redazione cartografia e relazione di sintesi circa la fattibilità geologica dell'intervento le valutazioni analitiche e le prescrizioni sempre in rapporto all'intervento previsto.

2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA – GENERALITA'

L'area di studio ricade nel centro urbanizzato di Palombina Nuova in prossimità della zona costiera del comune di Ancona, presso il confine settentrionale con il territorio amministrativo (Cfr: Carta tecnica regionale – figura 1).

Più in particolare, l'area di interesse è situata a circa 250 m a sud-est dal confine con il comune di Falconara Marittima ed a circa 240 m a sud dalla linea di costa.

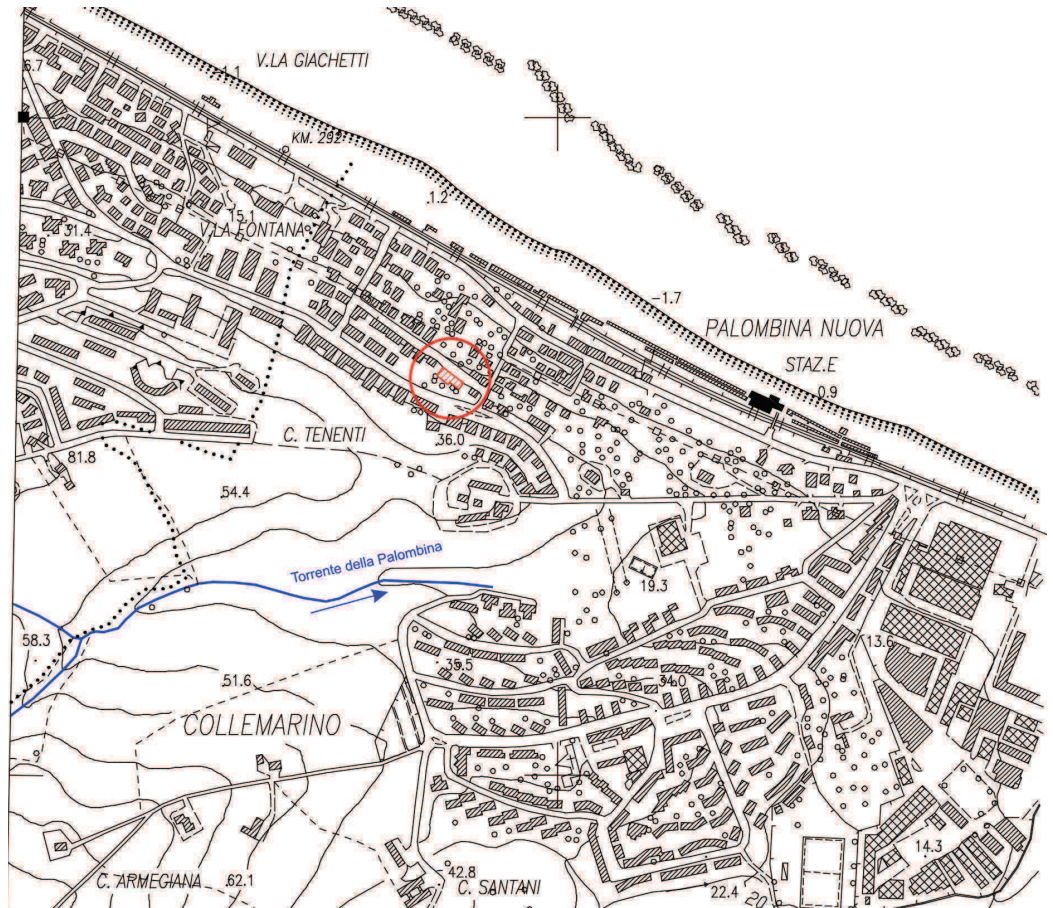


Figura 1: Stralcio CTR Sez. 282140 "Palombina Nuova"

L'area è contraddistinta al **foglio n. 22, mappale 166, 167 e 243** del catasto terreni del Comune di Ancona (Cfr: *Estratto mappa catastale*).

I principali riferimenti per l'individuazione cartografica sono:

- Cartografia IGM scala 1:25.000 Quadrante 18 III
- Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 Sez. 282140 "Palombina Nuova"

In allegato si riportano alcuni stralci della cartografia a cui si è fatto riferimento.

In sintesi i lavori in progetto prevedono la demolizione dell'attuale edificio scolastico esistente e la ricostruzione del nuovo plesso scolastico.

L'edificio da demolire ricopre una **superficie in pianta di circa 480.0 mq per un' altezza di circa 10.0 m**, mentre il nuovo manufatto andrà a ricoprire una **superficie in pianta di circa 925.0 mq per un' altezza di circa 7.0 m**.

Tra il nuovo edificio scolastico e via Redi verrà realizzato un muretto di contenimento di circa 3 metri di altezza.



Figura 2: Edificio esistente da demolire

Nella relazione di seguito sviluppata verranno forniti i necessari dati e indicazioni di carattere geo-litostratigrafico, geotecnico e sismico utili per il dimensionamento degli interventi in fondazione del nuovo manufatto in progetto.

3 GEOLOGIA

3.1 Situazione litostratigrafica locale

La successione litostratigrafica è caratterizzata dai depositi prevalentemente in facies sabbiosa del Plio-Pleistocene p.p. che si rinvencono in gran parte dei rilievi collinari della fascia periadriatica marchigiana.

Geologicamente la zona si trova immediatamente a nord-ovest della dorsale carbonatica-cretacica del M. Conero ed è caratterizzata essenzialmente da questi sedimenti plio-pleistocenici e, subordinatamente, da quelli miocenici.

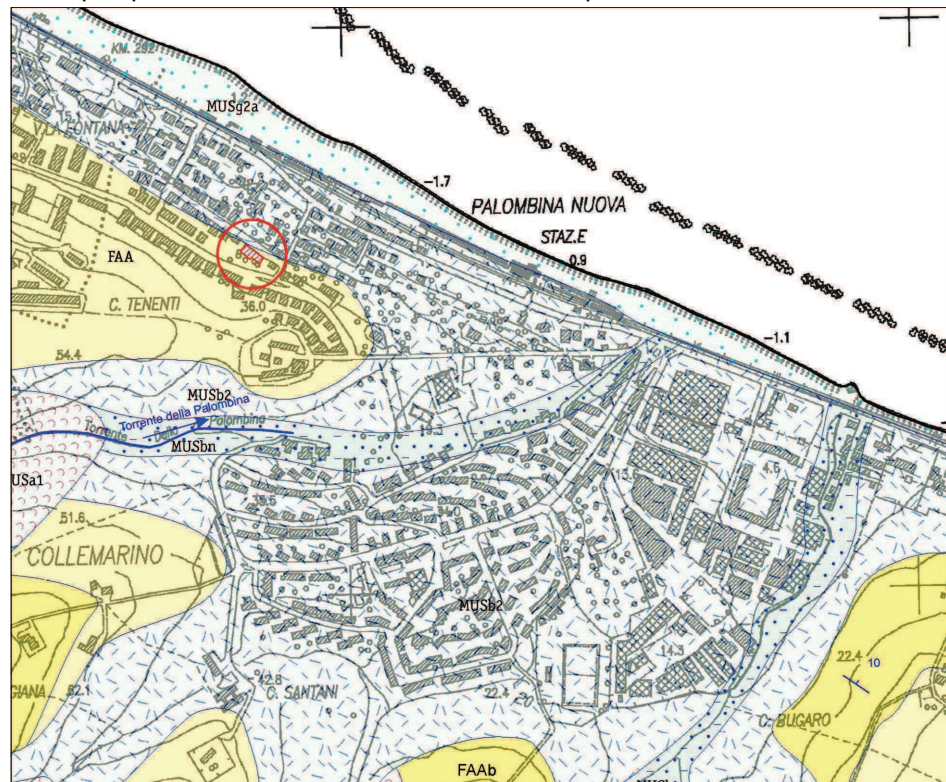


Fig. 3- Carta geologica regionale – edizione CARG - Sez. 282140

I depositi marini del substrato sono costituiti da argille marnose e marnoso-siltose bluastre, disposte in strati da pochi centimetri fino ad un massimo di 50 cm. circa di spessore, talvolta in pacchi fittamente laminati, con spalmature e intercalazioni millimetriche sabbioso-siltose grigiastre che ne evidenziano la stratificazione (Formazione delle “Argille Azzurre” – FAA nella Carta geologica regionale).

I litotipi del substrato hanno una elevata propensione all’alterazione con parziale decadimento delle proprietà geomeccaniche, cosicché è difficile rinvenirli in sub-affioramento; questo avviene solitamente lungo le scarpate strutturali a reggipoggio (molto acclivi e frequentemente sub-verticali) e in prossimità dei tagli stradali.

In corrispondenza dell’area di imposta il substrato risulta ricoperto da pochi metri di una fascia di coltri di alterazione del substrato.

3.2 Lineamenti morfologici

Dal punto di vista geomorfologico l'area ricade in prossimità della parte bassa di un versante che scende in direzione nord-est dalla cima di M. Barcaglione (204 m. s.l.m.) ed a circa 250 m sud-ovest dalla linea di costa.

Si tratta di un'area ubicata a quota 20.0 m l.m.m., esposta a nord-est con una pendenza del versante di circa 23° (40%) nel tratto compreso tra via Redi e via Mercantini, mentre nel tratto sopra via Redi si registrano pendenze di circa 6° (10%) e nel tratto sotto via Mercantini si registrano pendenze di circa 9° (15%).

Il PAI – Piano Assetto Idrogeologico della Regione Marche – in prossimità dell'area oggetto d'intervento riporta un elemento di rischio legato a frana con cod. F-13-0180 – R3, P2 (Cfr: *Stralcio Cartografia PAI – figura 4*) includendo oltre 15 fabbricati che tuttavia non evidenziano alcun elemento o indizio legato all'instabilità dell'area.

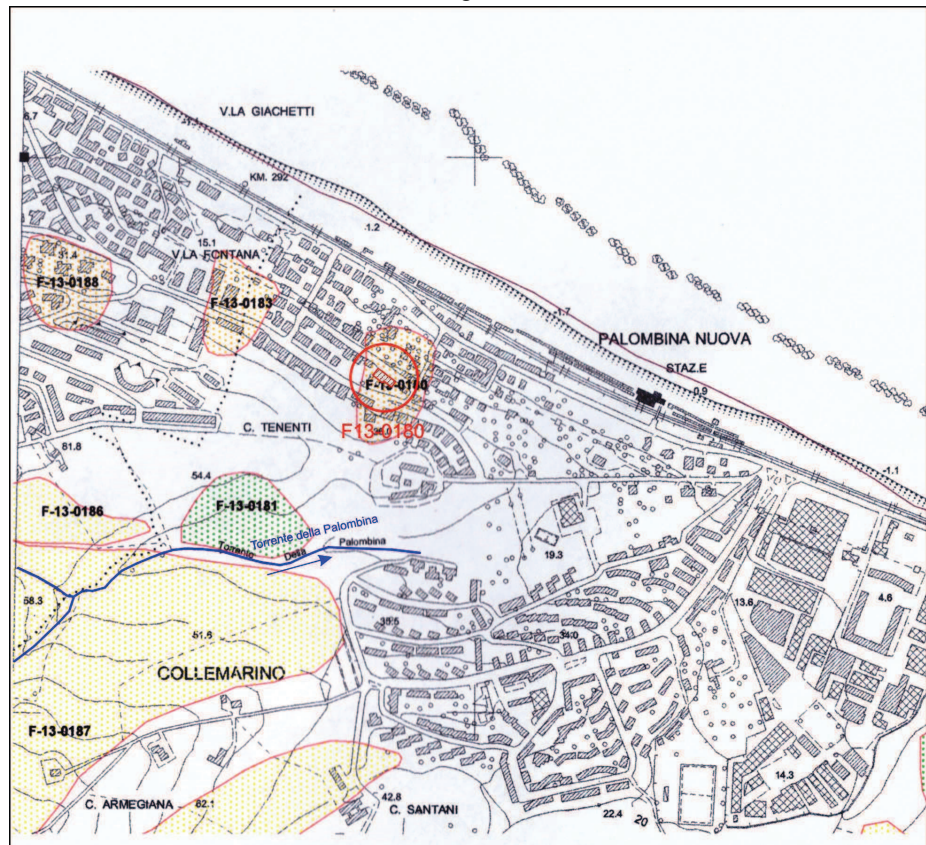


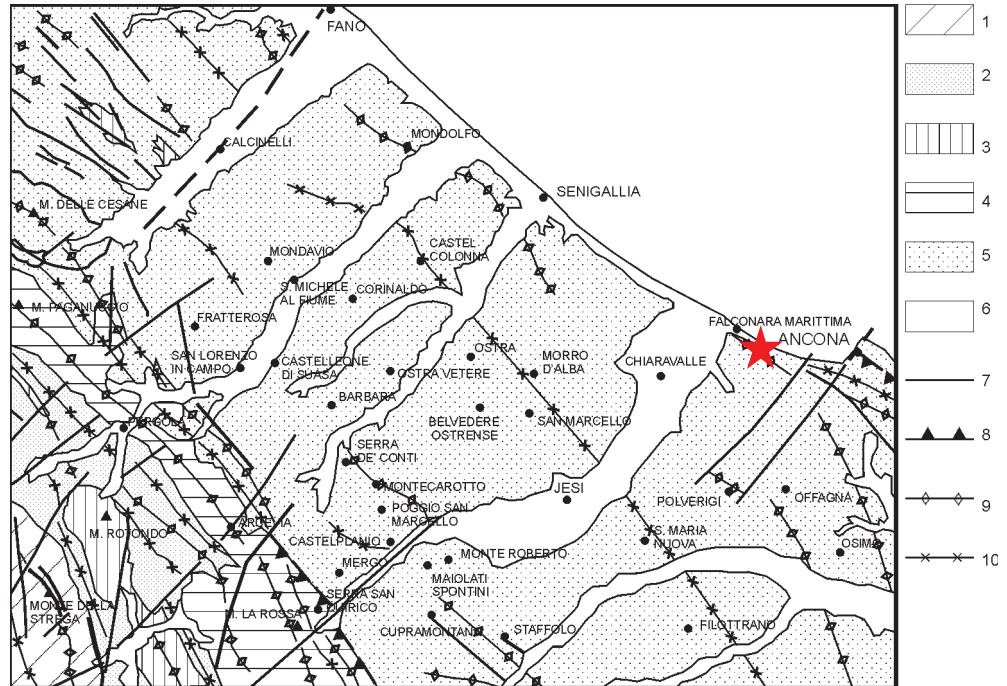
Fig. 4 –PAI: Piano Assetto Idrogeologico - Tav RI 22 b

A garanzia delle condizioni d'idoneità dell'area, nel foro di sondaggio è stato installato un tubo inclinometrico per la verifica della stabilità geomorfologica del versante nel tempo.

Ad oggi, dal punto di vista litologico e geomorfologico l'area è da ritenere senz'altro idonea per la realizzazione degli interventi in progetto.

3.3 Caratteri geostrutturali generali

Geologicamente, la zona si trova infatti in corrispondenza del bacino marchigiano esterno, confinato tra la catena appenninica ed il Mare Adriatico, caratterizzato essenzialmente da questi sedimenti plio-pleistocenici e, subordinatamente, da quelli miocenici (Figura 5)



1) dorsale umbro marchigiana; 2) bacino marchigiano interno; 3) dorsali minori; 4) dorsale marchigiana; 5) bacino marchigiano esterno; 6) pianure alluvionali; 7) principali faglie; 8) principali sovrascorimenti; 9) principali assi di anticlinali; 10) principali assi di sinclinali.

Fig. 5 –Carta geologico-strutturale della porzione di regione di interesse

I principali elementi geologico-strutturali che distinguono l'intero bacino dell'Esino, sono quelli caratteristici dell'Appennino Umbro-Marchigiano, con uno stile tettonico conseguente ad un assetto strutturale dato da una serie di falde sovrascorse e con uno stile plicativo caratterizzato da pieghe e faglie.

I lineamenti plicativi della zona risultano essere abbastanza semplici in quanto il substrato, negli affioramenti ben visibili verso il versante di Collemarino, a partire da quote comprese fra i 24.0÷25.0 m. s.l.m.m., presenta giaciture monocliniche generalmente immergenti verso NE con strati leggermente inclinati.

Dalla bibliografia disponibile non sono emerse notizie ed elementi legati ad eventi di tettonica recente, questo dato è confermato anche dal rilievo effettuato che non ha evidenziato la presenza di elementi diretti o indiretti dovuti a faglie recenti.

3.4 Schema circolazione acque superficiali e sotterranee

Le acque meteoriche sono regolarmente regimate e smaltite sia dalle canalette stradali che dal sistema fognario urbano.

Durante la campagna geognostica non sono state intercettati livelli di percolazioni idriche in profondità.

Tale dato è stato confermato anche dall'assenza idrica nelle canne in PVC inserite nei fori delle prove penetrometriche.

Da bibliografia la formazione pliocenica presenta una permeabilità bassa nei livelli argilloso-marnosi e una permeabilità media nei livelli più sabbiosi.

Durante la campagna geognostica del 2010 da parte del Geol. S. Cardellini, in prossimità del sondaggio S3 eseguito con un miniescavatore a valle del muro di contenimento di via Redi, è stata rinvenuta la presenza di un'abbondante fuoriuscita di acqua nel giunto fra la soletta di base del muro in elevazione, probabilmente dovuta ad infiltrazioni nel drenaggio controterra.

Ancora oggi si possono osservare delle fuoriuscite di acqua in prossimità della base del muro di contenimento (*Figura 6*).



Fig. 6 – fuoriuscita d'acqua alla base del muro di contenimento di via Redi

Si ricorda, in via del tutto schematica e parziale, che a monte dall'edificio scolastico, è stata realizzata una serie di drenaggi tramite pali drenanti di diametro $\varnothing = 80$ cm e $\varnothing = 60$ cm per una lunghezza di circa $L = 8$ m.

4. GEOTECNICA

4.1. Indagini effettuate

Oltre ai rilievi di superficie, geologico e geomorfologico, per l'individuazione delle caratteristiche litotecniche e sismiche dell'area è stata eseguita principalmente una ricerca dei dati esistenti, basata essenzialmente sulle fonti bibliografiche disponibili in letteratura e sui dati derivanti da indagini già eseguite nella stessa area di intervento.

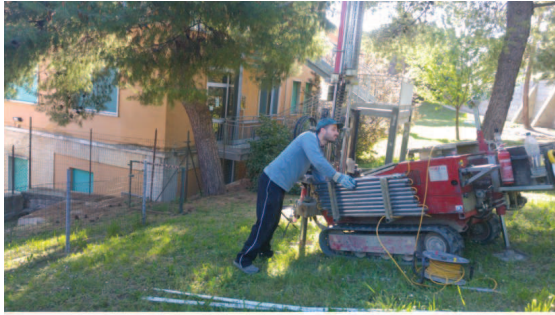
In particolare sono state consultate le relazioni geologiche, effettuate nel 2010 e nella relazione integrativa del 2014 dal Geol. S. Cardellini per la "realizzazione di un muro di contenimento di un tratto di Via Redi adiacente il cortile del plesso scolastico "Mercantini".

Per il lavoro del 2010 sono stati effettuati n. 2 (**S1=15.0 m, S2=15.0 m**) sondaggi a carotaggio continuo ed il prelievo di 2 campioni indisturbati analizzati in laboratorio dalla ditta Geomme 2 di Rimini; si è inoltre eseguito uno scavo con un miniescavatore a valle del muro **S3** fino alla profondità di 1.5 m dal p.c..

Per il lavoro di integrazione del 2014 sono stati effettuate **n. 2 prove penetrometriche statiche CPT** in prossimità del cortile della scuola Mercantini (**Ps1=8.80 m, Ps2=8.80 m**), si è inoltre effettuata un'indagine sismica Masw per la determinazione delle Vs 30 e classificazione della categoria di suolo.

I dati così ottenuti, che hanno consentito l'inquadramento geologico e idrogeologico riportato ai paragrafi precedenti, sono stati verificati e integrati mediante indagini dirette in sito, le quali sono consistite in:

- **rilevamento geologico e geomorfologico** dell'area strettamente oggetto di studio ed esteso alle zone circostanti per un intorno significativo;
- **esecuzione di n.2 prove penetrometriche statiche, una con punta meccanica (Psm) ed una con punta elettrica (Pse)** con penetrometro statico PAGANI con capacità di spinta pari a 200 kN (Ditta Intergeo s.r.l. "Via Rancaglia, 37 - 47899-Serravalle- (RSM)". Le prove, effettuate il giorno 19/04/2017, sono state spinte sino a **Psm=9.0 m** dal p.c. a **Pse=11.1 m** dal p.c., per le caratteristiche complete della strumentazione utilizzata si rimanda agli elaborati descrittivi delle prove E-Cpt (Cfr: Prove Penetrometriche).



Psm



Pse

Fig.7 –Penetrometrie in fase di esecuzione

- **esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo (S)** con apparecchiatura Trivelsonda a carotaggio continuo con sonda CMV 900 e diametro 101 mm, con prelievo di n. 2 campioni indisturbati con campionatore a pareti sottili tipo Shelby – (Ditta Intergeo s.r.l. “Via Rancaglia, 37 - 47899- Serravalle- (RSM)”. Il sondaggio, effettuato il giorno 24/04/2017, è stato spinto sino a **15.0 m** dal p.c. ed è stato strumentato con **tubo inclinometrico**.



Fig. 8: Sondaggio a carotaggio continuo in fase di esecuzione

- **esecuzione analisi di laboratorio su n. 2 campioni (Campione 1 e Campione 2)** prelevati nel sondaggio S2 (laboratorio geotecnico Geode del Dot. Geol. M. Mularoni “Via Casalecchio, 39 Rimini”)

In ogni carota del sondaggio a carotaggio continuo, sono state eseguite sia le prove di compressione libera mediante Poket Penetrometer (P.P.) per la determinazione della resistenza a compressione semplice (in Kg/cm²) sia le prove Vane Test per la resistenza al taglio.



Figura 9: Particolare delle prove Poket Penetrometer e Vane Test nelle carote

In corrispondenza del sondaggio a carotaggio continuo **S** sono prelevati due campioni di terreno **Campione 1** da 2.50 a 3.00 m dal p.c. e **Campione 2** da 7.60 a 8.00 m dal p.c. da sottoporre ad analisi di laboratorio per la determinazione dei principali parametri geotecnici (coesione efficace, angolo d'attrito, peso di volume, limiti di Atterberg e granulometrie, indice di plasticità, prova di taglio diretto "Casagrande" e la prova ad espansione laterale libera).

Oltre alle indagini geognostiche sopra citate, il giorno 20/04/2017 all'interno dell'area in oggetto, sono state effettuate **n. 2 indagini sismiche**, una **con metodologia MASW**, per la valutazione delle onde di taglio Vs nei primi 30 metri di sottosuolo, come richiesto dalle Direttive del D.M. del 14 gennaio 2008, e l'altra con **metodologia HVSR** (sismica passiva) per stimare le frequenze caratteristiche di risonanza del sito.

Per la Masw, la prospezione è stata realizzata utilizzando un SISMOGRAFO Doremi 12 canali ad accumulabilità di impulsi; la registrazione dei sismogrammi è avvenuta in forma digitale.

Per l'indagine sono state predisposte n. 3 tracce rettilinee da 12+12 Geofoni con distanza intergeofonica di 2,5 m, e generando impulsi sismici in punti stabiliti, con una mazza da 5 Kg, su di una piastra di alluminio appoggiata al terreno.

L'istante di tempo zero, cioè il segnale di inizio registrazione, è stato inviato allo strumento nel momento dell'energizzazione da un sensore (trigger) posto a pochi centimetri dalla massa battente.

Le energizzazioni effettuate e maggiormente significative all'elaborazione, sono state 6: 3 colpo a 2,5 m ed 3 a 3,75 m dal geofono n°1 e dal geofono n° 24.

La strumentazione utilizzata per le prove MASW è costituita da:



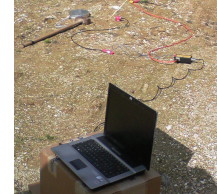
Stendimento sismico



Geofono a 4.5 Hz



Avvolgicavo per 12 canali, 12 Geofoni. 4.5Hz



Computer portatile

Figura 10: Particolari strumentazione per prova MASW

Per l'indagine sismica HVSR si è utilizzato il Tromino 3G di MOHO dotato di:

- 3 canali velocimetrici a dinamica impostabile da altissima sensibilità per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a ± 1.5 mm/s \sim);
- 3 canali accelerometrici;
- 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione);
- ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità;
- modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. sistema integrato di calibrazione e verifica della funzionalità superamento di soglie);
- sistema integrato di calibrazione e verifica della funzionalità
- intervallo di operatività (0.1, 2048] Hz su tutti canali con conversione A/D a 24 bit reali.



Figura 11: Particolare Tromino

La misura è stata eseguita a stazione singola con una durata minima di 20 minuti, mentre l'elaborazione dei dati è stata effettuata tramite il software GRILLA.

Il giorno 20/04/2017 è stato effettuato un prelievo di terreno da 0.2 a 0.4 m dal p.c. sottoposto alle analisi di laboratorio per la definizione delle caratteristiche delle terre e rocce da scavo, così come stabilito dal D. Lgs 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 9), come modificato dal D.Lgs. 205 del 03-12-2010.

Negli inserti si riporta il certificato di analisi della IGIENSTUDIO srl, laboratorio abilitato per la analisi ambientali (con sede in Jesi, Viale del Lavoro 37/b) del campione di terreno rappresentativo (Figura 12).



Foto 12: Fasi di prelievo di campioni di terreno

La figura 13 riporta lo sviluppo planimetrico dell'area di interesse con l'ubicazione di tutte le indagini e i prelievi effettuati (sia in questa fase che nelle precedenti) e l'ingombro del fabbricato da demolire e da ricostruire.

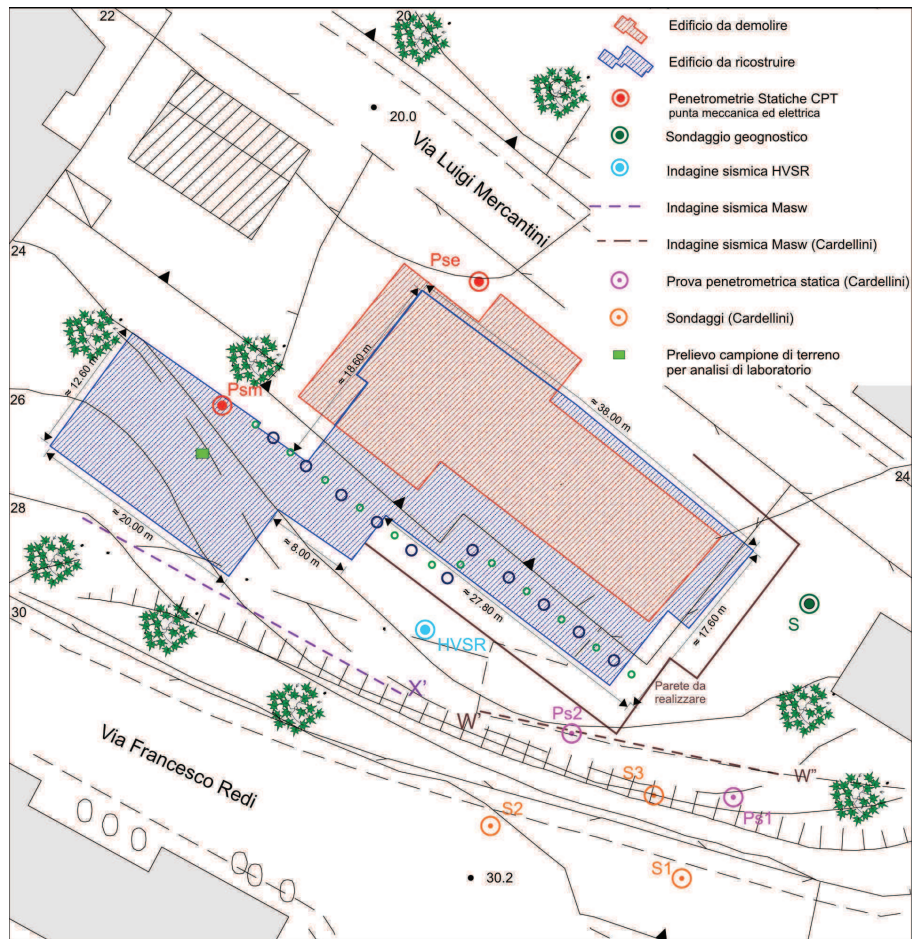


Fig. 13: Planimetria area di interesse e ubicazione indagini

4.2. Assetto litostratigrafico locale

All'interno dell'area indagata l'assetto litostratigrafico riscontrato sulle verticali di indagine è risultato sostanzialmente uniforme e omogeneo, caratterizzato, in sintesi, da una modesta coltre colluviale detritica, prevalentemente limo-argillosa e sabbiosa, che ricopre la formazione compatta del Pliocene, alterata e decompressa nei livelli di tetto.

La colonna litostratigrafica che meglio rappresenta la situazione dell'area è indicata del sondaggio a carotaggio continuo S che può essere come di seguito schematizzata :

- **riporto di livellamento e suolo vegetale (sigla Tv):** costituito da argille siltose sovraconsolidate e limi ricchi in materia organica o resti vegetali. Sismostrato caratterizzato da Vs comprese fra 70-100 m/s. Fino alla profondità di 0.4 m dal p.c;
- **limi argillosi e sabbiosi colluviali (sigla Coll.):** di colore avana grigiastro, con sottili intercalazioni limose brunastre, poco consistenti e plastiche. Sismostrato caratterizzato da Vs comprese fra 250-300 m/s. Valore medio PP 2.0 kg/cmq, valore medio VT 1.6. Da 0.4 m fino alla profondità di 3.7 m dal p.c;
- **argille marnose e limi sabbiosi eluviali (sigla Eluv.):** di colore grigio azzurro mediamente consistenti, plastiche e decompresse. Sismostrato caratterizzato da Vs comprese fra 300-400 m/s. Valore medio PP 3.5 kg/cmq, valore medio VT 1.8. Da 3.7 m fino alla profondità di 6.1 m dal p.c;
- **argille marnose e limi, formazione pliocenica (sigla Form.):** consistenti con intercalati sottili livelli maggiormente sabbiosi di colore grigio azzurro, poco plastici e consistenti. La consistenza aumenta con la profondità. Sismostrato caratterizzato da Vs maggiori di 400 m/s; Valore medio PP 6.0 kg/cmq, valore medio VT >2.0. Da 6.1 m. fino a fine sondaggio dal p.c.

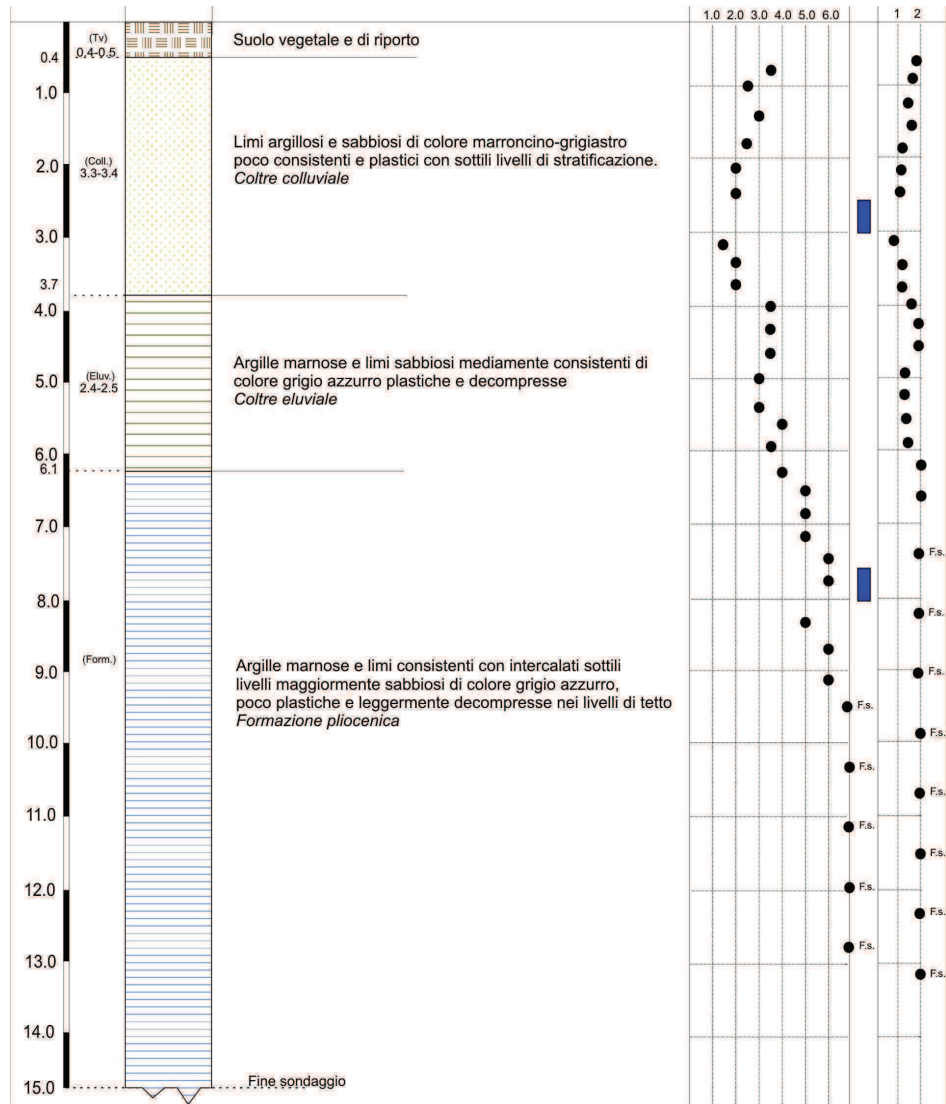


Fig. 14: Correlazione litostratigrafica del sondaggio a carotaggio continuo S

4.3 Caratterizzazione geotecnica

I principali parametri geotecnici utili per la scelta ed il dimensionamento delle strutture di fondazioni, sono caratterizzati da un'alta variabilità in funzione della natura litologica e dello stato di alterazione.

Sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche statiche (*Cfr. Inserti: Tabulati prove penetrometriche*) e dalle prove di laboratorio eseguite sul sondaggio S possono essere attribuiti i seguenti parametri geomeccanici:

litologia	Angolo di attrito φ' (°)	Coesione Efficace C' (t/m²)	<u>Coef. non Drenata</u> C_u (t/m²)	<u>Peso di volume</u> γ (t/m³)	<u>Modulo Edometrico</u> E_{ed} (t/m²)
Coltri colluviali limo argillose	18÷20	0.1÷0.3	4.0 ÷10.0	1.68÷1.92	400÷600
Coltri colluvio-eluviali argillo-marnose e sabbiose	21÷23	0.3÷0.5	15.0 ÷25.0	1.78÷2.00	600÷800
Substrato argillo marnoso e sabbioso	25÷26	2.0÷4.0	≥25	1.9÷2.1	>1.500

Tab. 1 : Principali parametri geomeccanici

I parametri geomeccanici sopra riportati sono da considerare cautelativi in quanto ridotti rispetto a quanto indicato nei risultati delle prove di laboratorio e nelle tabelle delle prove penetrometriche.

Come detto in precedenza, nel foro del sondaggio S sono stati prelevati due campioni di terreno indisturbato con campionatori a pareti sottili tipo Shelby (classe di qualità Q5): C1 fra -2.5 m e -3.0 m dal p.c. e C2 fra -7.6 m e -8.0 m di profondità dal p.c. attuale.

Successivamente sono state fatte eseguire delle analisi di laboratorio dal laboratorio geotecnico Geode.

Il terreno campionato C1 appartiene alla coltre colluviale, mentre il campione C2 è stato prelevato all'interno della formazione pliocenica delle argille azzurre.

I valori risultanti (*Cfr. Tabella riassuntiva Prove di Laboratorio Geotecnico*) sono riportati nella tabella seguente:

Sondaggio		S	S
Campione		C1	C2
Profondità	m	2.5-3.0	7.6-8.0
Litotipo		Limi argillosi Colluvioni	Argille limose Formazione
<u>Caratteristiche fisiche</u>			
Contenuto in acqua	%	33.4	26.18
Peso di volume umido	g/cmc	1.94	2.00
Peso di volume secco	g/cmc	1.46	1.59
<u>Limiti di Atterberg</u>			
Limite di liquidità	%	54.0	79.7
Limite di plasticità	%	24.6	28.6
<u>Prova di Taglio diretto</u>			
Angolo di attrito	gradi	17.1	24.4
Coesione efficace	kPa	28.6	103.4
<u>Granulometria</u>			
Ghiaia		-	-
Sabbia		5.1	1.5
Limo		56.2	55.5
Argilla		38.7	43.0
<u>Prova di ELL</u>			
Compressione semplice	kPa	94.0	-
Coesione efficace	%	4.8	-
<u>PP-VT</u>			
Poket penetrometer	kPa	da 140 a 220	>600
Vane Test	kPa	da 60 a 110	>200

Tabella 2: Riepilogo risultati prove di laboratorio geotecnico

4.4 Verifiche di stabilità

Dalle verifiche della stabilità generale dei pendii eseguite con il metodo Morgenstern-Price (*Cfr. Inserti: Calcolo di stabilità del pendio*), il versante risulta stabile per la superficie di scivolamento considerata, tangente alla superficie di separazione fra fascia di alterazione eluviale e la formazione integra.

Dall'elaborazione di **verifica stabilità del pendio** (eseguite in schema sismico delle NTC 2008 con valori ridotti in via cautelativa), il fattore di sicurezza minimo individuato risulta essere **Fs:2.05**.

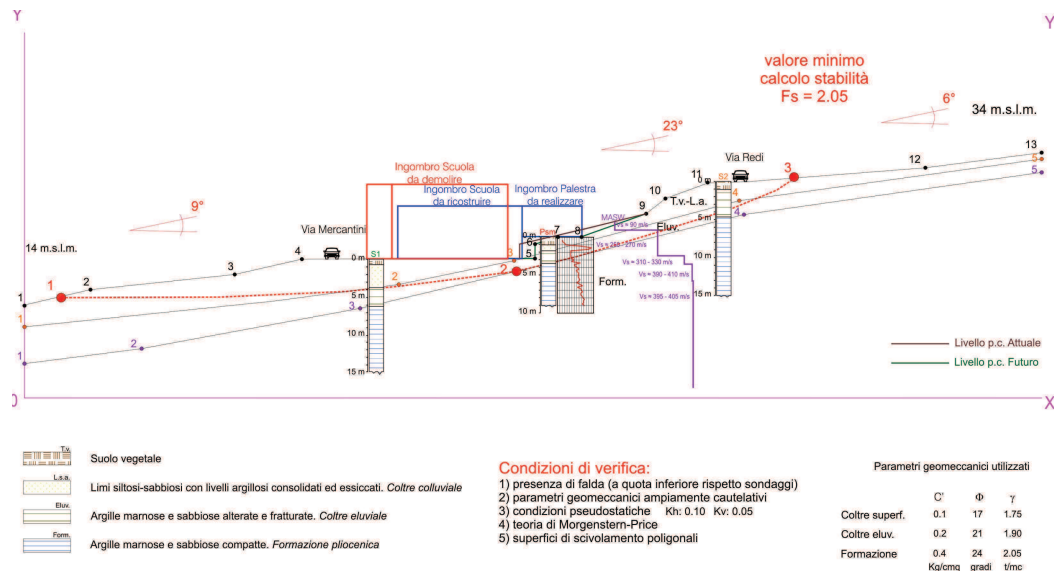


Fig. 15 –Verifica stabilità del pendio

Dal punto di vista litologico e geomorfologico l'area è da ritenere senz'altro idonea per la realizzazione degli interventi in progetto.

4.5 Indicazioni sulle fondazioni

Vista la particolare stratigrafia dei litotipi nel sottosuolo e la tipologia del progetto da realizzare, le quote di imposta del fabbricato e considerando che:

- la formazione argilloso marnosa pliocenica risulta ricoperta da una coltre colluvio-eluviale plastica per uno spessore variabile da 3.4, in corrispondenza della prova penetrometrica statica con punta meccanica **Psm**, a 6.1 m in corrispondenza del sondaggio geognostico **S**;
- le coltri di ricopertura non sono omogenee, ma presentano marcate eteropie di facies sia per quanto riguarda la granulometria, la consistenza che il grado di addensamento e le caratteristiche litotecniche;
- la particolare tipologia architettonica e le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni all'interno dell'area da edificare, sconsigliano di intervenire con fondazioni superficiali;
- l'adozione di fondazioni superficiali andrebbe, inoltre, a gravare sulle coltri detritiche superficiali provocando probabilmente cedimenti differenziali di una certa entità;

Per le fondazioni del nuovo plesso scolastico si ritiene opportuno trasferire i carichi in profondità mediante l'adozione (consigliata) di fondazioni profonde su pali.

Si ritiene idoneo che i **pali trivellati** gettati in opera dovranno avere diametri non inferiori a $\varnothing \geq 600$ mm. e lunghezze non inferiori a 12 m dal p.c. nella parte a valle e di lunghezze non inferiori a 10 m dal p.c. nella parte a monte dove sono previsti gli sbancamenti.

Pali di tale lunghezza saranno comunque sempre ben immorsati nei livelli compatti argilloso marnosi pliocenici ed inoltre sosterranno il carico dell'edificio anche per attrito laterale.

5 SISMICITA'

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

In particolare si è tenuto conto della nuova Zonazione Sismogenetica ZS9 (C. Mainetti et Alii – 2004) che suddivide il territorio nazionale in 42 zone omogenee da un punto di vista sismico-tettonico denominandole dal n. 901 al 936 e con le lettere A-F. Le zone sismogenetiche dell'Italia centrale sono riportate in figura 16.

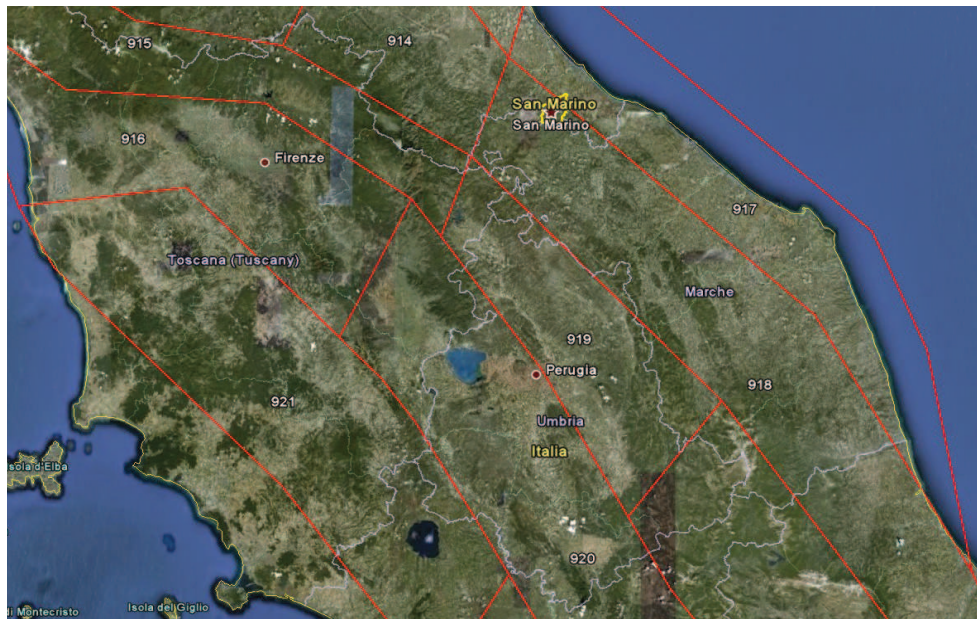


Figura 16 - Zonazione sismogenetica del territorio italiano (Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo. C Mainetti et alii – INGV; 2004)

L'area oggetto di studio ricade in corrispondenza della zona n. 917; in questa zona si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e distensivi in quella sud-orientale. Si possono avere altresì meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. La profondità ipocentrale è generalmente maggiore rispetto a quella più esterna.

Più in dettaglio, per la fascia 917 la magnitudo massima è pari a $M_{max}=4.9$, con valori della classe di profondità ipocentrale di 5.0-8.0 km.

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VIII grado MCS.

In base all'*Ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3274* del 20 marzo 2003, il comune di Ancona risulta classificato in **ZONA 2**, zone per le quali l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni è pari $a_g = 0.15 - 0.25 g$.

Relativamente al *D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni*, per la individuazione della categoria di sottosuolo necessaria per la definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche per valutare l'effetto della risposta sismica locale, si è fatto riferimento alle categorie di sottosuolo di riferimento previste dalla normativa stessa.

In base a quanto riportato nella normativa, è possibile attribuire le condizioni litostratigrafiche alla **categoria di sottosuolo C** – “*Depositi a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina)*”.

Dall'analisi dell'indagine MASW è risultato che il sito è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio (Vs30) di **Vs30= 342,08 m/s**.

Per le caratteristiche topografiche, l'intervento ricade nella **categoria topografica T1** – *pendii con inclinazione media ≤ 15°*.

I parametri di pericolosità sismica previsti dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, riportati nella tabella seguente, sono stati determinati per la **classe d'uso IV** – *funzioni pubbliche o strategiche importanti ...* per le quali è prevista una vita nominale della struttura pari 100 anni e un periodo di riferimento dell'azione sismica pari a 200 anni.

Tali valori sono stati interpolati sulla base dei valori relativi alla pericolosità sismica calcolata sul reticolo di riferimento e riportati nella tabella dell'allegato B della normativa.

Latitudine
43.618360

Longitudine
13.424904

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T _r [anni]	a _g [g]	F _o [-]	T* _c [s]
Operatività (SLO)	120	0,097	2,447	0,283
Danno (SLD)	201	0,125	2,441	0,286
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,297	2,502	0,316
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,327	2,502	0,319

Tab. 3: Parametri di pericolosità sismica in base al D.M. 14/01/2008

La risposta sismica locale, come previsto dalla normativa vigente, può essere determinata, in mancanza di dati sperimentali, utilizzando la relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

S_S = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria B

Categoria sottosuolo		S_s
A		1,00
B		$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$
C		$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$
D		$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$
E		$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$

Tabella 4 – coefficienti di amplificazione stratigrafica (tabella 3.2.V delle Norme)

Categoria topografica		S_T
T1		1,0
T2		1.2
T3		1.2
T4		1.4

Tabella 5 – valori massimi coefficiente di amplific. topografica (tab. 3.2.VI delle norme)

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,029	0,045	0,104	0,111
Kv	0,015	0,022	0,052	0,055
Amax	1,433	1,836	3,641	3,879
Beta	0,200	0,240	0,280	0,280

Tabella 5 – valori massimi coefficiente sismici

Negli inserti in allegato si riporta il calcolo della risposta sismica locale.

6 QUALITA' E UTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO

Questo capitolo si configura anche come relazione qualitativa sullo stato dei luoghi ed il suo passato prevista dalla normativa.

L'attuale Testo Unico Ambientale introdotto con il D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006, così come modificato dalle successive modifiche ed integrazioni tra le quali si ricorda quelle introdotte con il D.Lgs 205 del 3 dicembre 2010, recependo le Direttive europee, ha modificato le definizioni di rifiuti e sottoprodotto.

Con queste nuove norme, l'art. 185 viene modificato nel modo seguente:
"Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del seguente decreto:

- a.
- b. *il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno fermo restando quanto previsto dall'art. 239 e ss relativamente alla bonifica di siti contaminati;*
- c. *il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato;*
4. *il suolo escavato non contaminato e altro materiale allo stato naturale, utilizzati in siti diversi da quelli in cui sono stati escavati, devono essere valutati ai sensi, nell'ordine, degli articoli 183, comma 1, lettera a), 184-bis e 184-ter.*

Con l'Art. 184 bis la norma introduce la seguente definizione di sottoprodotto *"E' un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:*

- a. *la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;*
- b. *è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;*
- c. *la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- d. *l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.*

Tendendo presente anche le linee guida dell'APAT - *Indirizzi guida per la gestione delle terre e rocce da scavo* -, le terre da scavo non sono dunque escluse automaticamente dall'ambito dei rifiuti, tanto che il non ancora abrogato art. 186 comma 5 puntualizza che *"le terre e rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti (...)"*. A meno che non si verifichino le condizioni del già ricordato art. 185.

Le terre da scavo possono essere dunque sottratte alla normativa sulla gestione dei rifiuti, solo se si intende servirsi di tale materiale per rinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati e per interventi di miglioramento ambientale e di siti anche non degradati.

Per poter essere riimpiegate, le terre da scavo non devono contenere sostanze inquinanti, non provenire da siti contaminati, non modificare le caratteristiche chimico

fisiche ed ambientali del sito finale. Inoltre il luogo e le modalità d'impiego debbono essere previsti nell'ambito del progetto, e dunque debbono essere autorizzati.

Dai rilievi effettuati risulta una configurazione sia morfologica che geologica compatibile con l'assetto naturale della zona. Si ritiene dunque che le terre ivi presenti, per le loro caratteristiche geologiche, mineralogiche, idrogeologiche rispecchiano i valori di naturalità:

- in quanto hanno qualità intrinseche tali da essere esenti da fondo naturale superiore ai valori tabellari del D.Lgs. 152/06 a seconda dell'uso a verde pubblico o residenziale o industriale.
- possono avere mineralizzazioni tali da superare sia i valori di colonna A e di colonna B da ricondurre a fenomeni geologici-sedimentari naturali.

Non è dunque ipotizzabile che il sito sia contaminato tantomeno non è sottoposto a bonifica ne mai lo è stato (art. 186 comma 1 lettera e).

Per quanto su esposto si ritiene che le terre siano qualitativamente non contaminate e possano dunque essere riimpiegate per gli scopi propri previsti dalla normativa sia in aree a verde pubblico/residenziali che industriali, sia nell'area in oggetto che in siti diversi da quello di origine.

Per avere comunque conferma della qualità dei terreni sono stati prelevati due campioni di terreno in fase di indagine rappresentativi dei primi 2 metri di carotaggio (oggetto di sbancamento). I certificati delle analisi debitamente firmati da un chimico sono riportati in allegato.

Da tale certificazione risulta che gli analiti esaminati rientrano tutti entro i limiti indicati da D.Lgs 152/06 parte quarta, Tab 1 All. 5 al titolo V, sia per i siti ad uso verde pubblico, privato o residenziale, sia per i siti ad uso commerciale e industriale.

Nei certificati di analisi, si legge infatti: *"i campioni analizzati risultano conformi ai limiti per i siti destinati sia ad uso verde pubblico, privato e residenziali, sia ad uso commerciale e industriale, riportati dal D. Lgs. 152/06 parte quarta, Tab. 1 All. 5 al titolo V"*

Dai lavori previsti dal progetto esecutivo, relativamente alla realizzazione del nuovo sedime della scuola, della palestra e all'esecuzione delle fondazioni, si prevede di movimentare circa 300 mc di terreno prevalentemente argilloso limoso e sabbioso; prima dell'inizio dei lavori, sarà cura del progettista-direttore lavori comunicare all'Amministrazione Comunale e all'Ufficio Tecnico il nominativo della ditta che eseguirà i movimenti terra, i tempi massimi di sbancamento e accumulo, dove saranno stoccati i cumuli temporanei, dove verrà trasportato il terreno di risulta scavato e non riutilizzato in loco (impianti di recupero terre da scavo).

7 COMPATIBILITA' ED INVARIANZA IDRAULICA

Nel presente capitolo vengono discusse le indicazioni circa le misure compensative per l'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica trattata nel presente studio, come previsto dalla L.R. n. 22/2011, conformemente ai criteri e alle indicazioni tecniche stabilite dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.

L'intervento in progetto ricade all'interno di un lotto di terreno dalla superficie di 2.400 m².

In base alle soglie dimensionali per quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento (Cfr: Titolo III, paragrafo 3.4 della D.G.R. n. 53 del 27/01/2014), quanto in progetto ricade nella Classe d'Intervento: Modesta impermeabilizzazione potenziale – Intervento su superfici comprese tra 0.1 e 1.0 ha.

Per le norme regionali, nel caso di modesta impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente che i volumi disponibili per la laminazione della piena soddisfino i requisiti dimensionali della formula (1) ed è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

La misura del **volume minimo d'invaso (w)** da prevedere per aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I + P = 100% dell'area) è data dal valore convenzionale:

$$(1) w = w^{\circ} \left(\frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{\left(\frac{1}{1-n} \right)} - 15I - w^{\circ}P$$

Dove:

$w^{\circ} = 50 \text{ mc/ha}$

ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione: $\phi = 0.9I_{mp} + 0.2P_{er}$

ϕ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione: $\phi^{\circ} = 0.9I_{mp}^{\circ} + 0.2P_{er}^{\circ}$

I = area sottoposta alla trasformazione in %

P = area non sottoposta alla trasformazione in %

n = 0.48 esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora

Il volume così calcolato è espresso in m³/ha e va calcolato per l'area totale dell'intervento (*superficie territoriale St*) a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

L'edificio da demolire ricopre una **superficie in pianta di circa 480.0 mq**, mentre l'area da ricostruire ricopre una **superficie in pianta di circa 925.0 mq**.

La misura del volume minimo di invaso rivolta al perseguimento dell'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica oggetto di intervento è pertanto:

Calcolo dell'invarianza idraulica

Area totale

At= 2400,00 m²

Situazione areale PRIMA dell'intervento

Superficie totale IMPERMEABILE	Simp°=	970	m ²
Superficie totale PERMEABILE	Per°=	1430	m ²

Situazione areale DOPO l'intervento

Superficie totale IMPERMEABILE	Simp=	1500	m ²
Superficie totale PERMEABILE	Per=	900	m ²

Variazione area (impermeabile= perm.)	Δ=	1500	m ²
---------------------------------------	----	------	----------------

Area lasciata inalterata	Ainalt=	900,00	m ²
--------------------------	---------	--------	----------------

Volume d'invaso relativo all'area tot. di intervento	V=	13,72	m ³
--	----	-------	----------------

Tab. 4- Calcolo dell'invarianza idraulica e del volume di invaso

Volume minimo d'invaso **w = 13.27 m³**

Portata ammissibile sul corpo ricettore **Q = 4.8 l/sec**

Sarà cura dei progettisti stabilire le più appropriate soluzioni progettuali, tra quelle tecnicamente adottabili, per il perseguimento dell'invarianza idraulica sulla base delle cubature sopra definite, suddividendo, ad esempio, il volume d'invaso di laminazione o su vari punti dell'area o attraverso un volume unico (vasca in c.a. o altro materiale "rigido" posta a monte del punto di scarico) e/o sovradimensionando le condotte di raccolta delle acque bianche, in quanto anche il volume totale delle condotte di fognatura è efficace all'80% ai fini dell'invarianza idraulica.

In questa fase e in maniera del tutto indicativa, possono essere suggeriti i seguenti interventi, oltre a quelli prima menzionati:

- aumentare le scoline e i drenaggi perimetrali la sede stradale;
- creare volumi riempiti con materiale granulare poroso al di sotto delle aree a verde;
- utilizzare pavimentazioni filtranti costituite da superfici alveolari di materiale lapideo o sintetico.

8 CONCLUSIONI TECNICHE E RACCOMANDAZIONI

Le indagini eseguite hanno consentito di determinare la fattibilità dell'opera e di dare indicazioni per la scelta e il dimensionamento delle fondazioni.

Dallo studio effettuato non sono emersi particolari impedimenti o limitazioni per l'edificazione del manufatto in progetto; in ogni modo si dovrà aver cura di adottare le seguenti precauzioni tecniche e in particolare si fa presente che:

- i pali di fondazione dovranno avere diametri non inferiori a $\varnothing \geq 600$ mm. e lunghezze non inferiori a 12 m dal p.c. nella parte a valle e di lunghezze non inferiori a 10 m dal p.c. nella parte a monte dove sono previsti gli sbancamenti;
- dall'esperienza maturata in altri cantieri limitrofi non si segnalano particolari difficoltà tecniche per l'esecuzione del preforo dei pali. Sporadicamente potranno essere incontrati livelli sabbiosi poco/niente coesivi e cogoli o livelli di percolazioni idriche che comunque non inficeranno significativamente la produttività del cantiere se affrontati con idonee attrezzature (camicie di rivestimento);
- anche gli eventuali problemi derivanti dalla presenza idrica (non riscontrata in fase di indagine, ma evidente in prossimità del muro di contenimento di via Redi) potranno essere facilmente superati utilizzando semplicemente un tubo convogliatore, avendo però l'accortezza di gettare il calcestruzzo immediatamente dopo l'esecuzione del foro e dell'inserimento della gabbia armata;

In base alle indagini si è potuto determinare la fattibilità dell'opera e di dare indicazioni per la scelta e il dimensionamento delle fondazioni. Dallo studio effettuato non sono emersi particolari impedimenti, in ogni modo si dovrà aver cura di adottare alcune precauzioni tecniche e in particolare si fa presente che:

- lo sgrondo delle acque dall'area e da quelle circostanti, anche per piogge di particolare intensità e durata, avvenga regolarmente senza dar luogo a ristagni e impaludamenti superficiali;
- è preferibile eseguire gli scavi durante la stagione asciutta e con una certa accuratezza, evitando crolli e smottamenti delle pareti;
- verificare, in fase esecutiva, l'effettiva natura e consistenza dei terreni di imposta in corrispondenza di tutto la superficie del nuovo plesso scolastico;

Questo studio rimane a disposizione sia per approfondimenti di indagine sia per eventuali problemi di carattere geologico che dovessero sopraggiungere in fase esecutiva.

Serra San Quirico, Aprile 2017

Il geologo



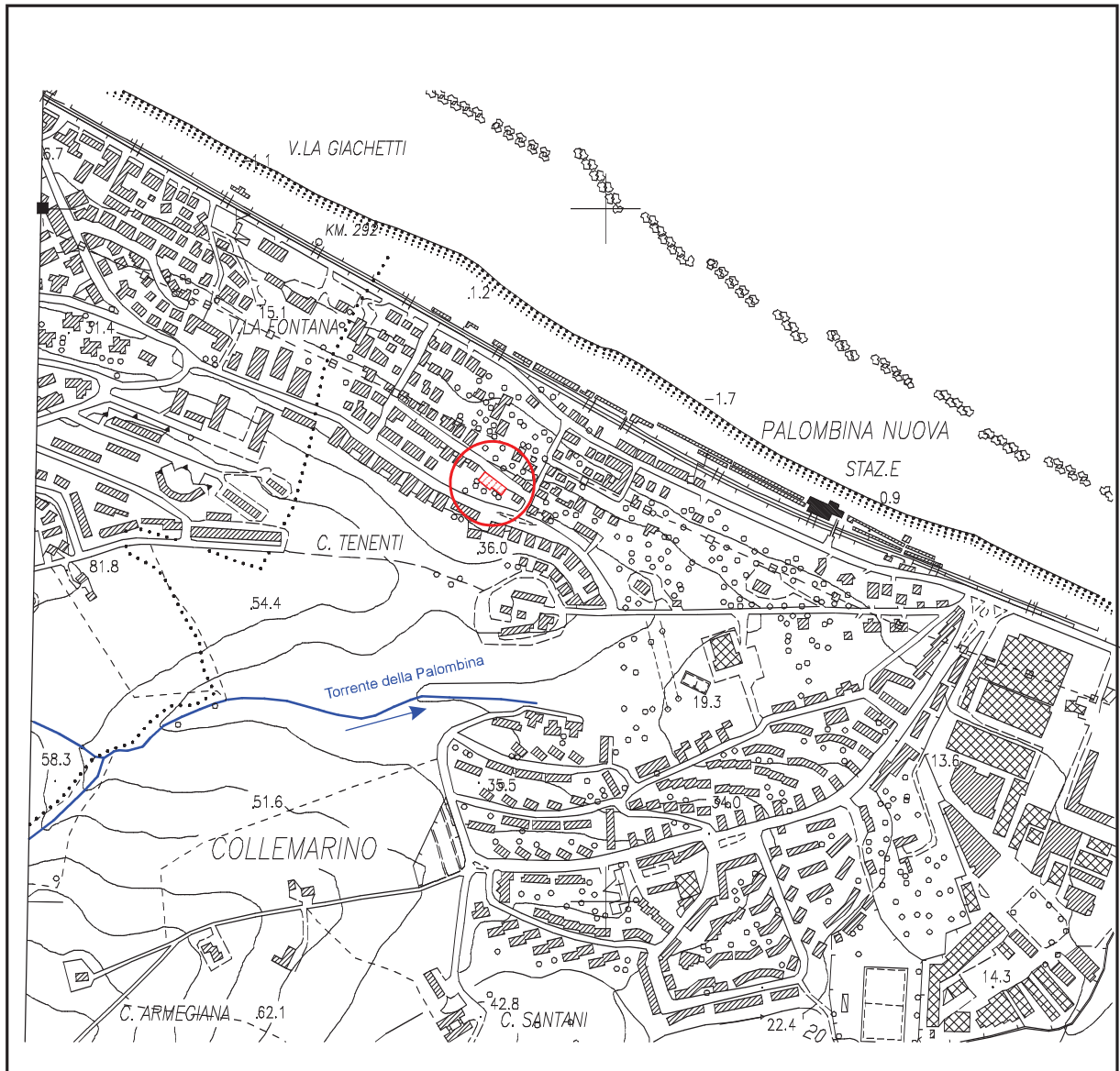
Scala 1:25.000

STRALCIO CARTA IGM
Serie 25V - Quadrante 117 I NE
FALCONARA MARITTIMA
Scala 1: 25.000

Comune di Ancona
Loc. Palombina Nuova, Via Mercantini



Edificio oggetto di demolizione e ricostruzione



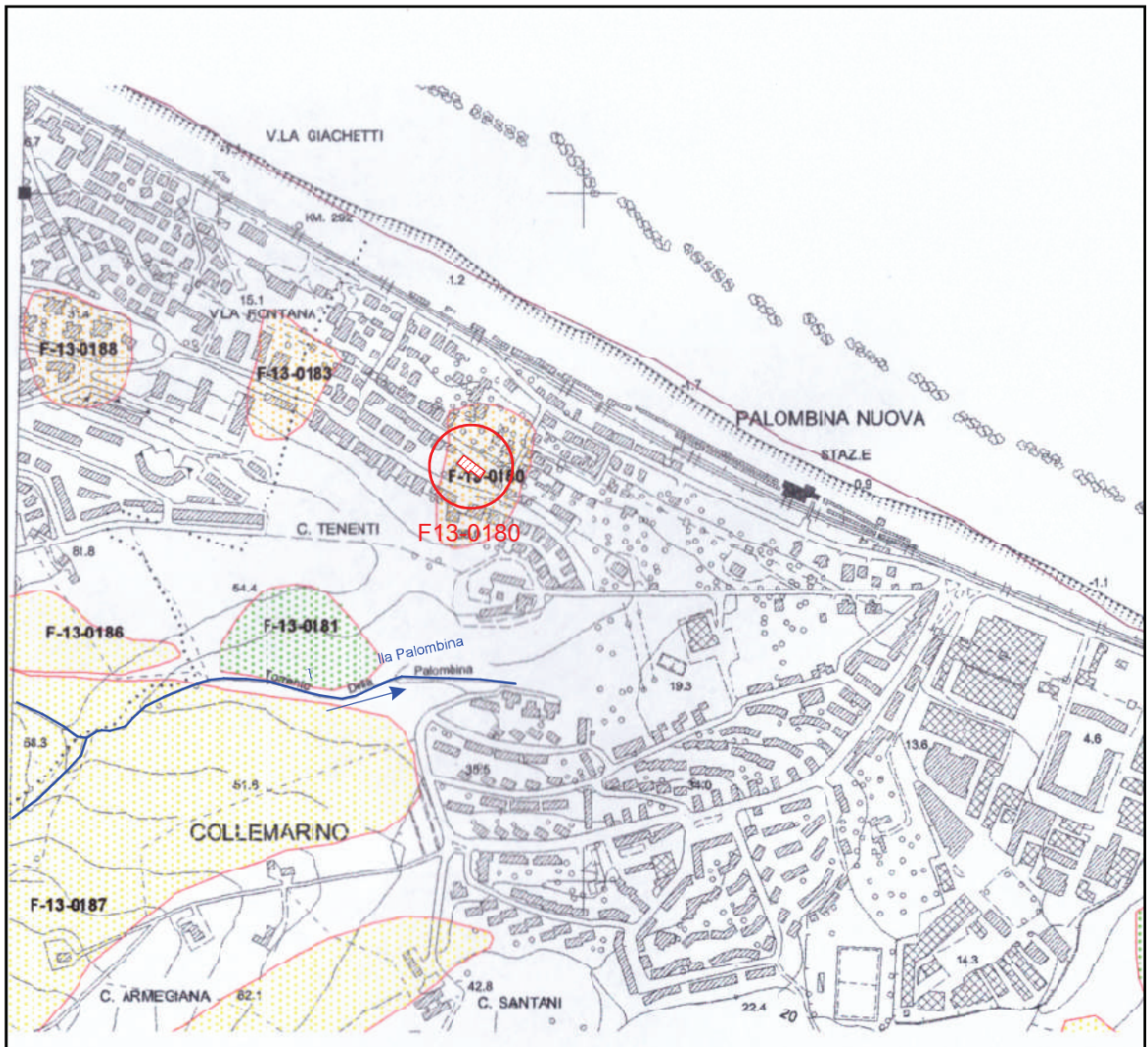
Sezione 282140 "Palombina Nuova"

CARTA TECNICA REGIONALE
Fig. 282 "Ancona" - scala 1: 10.000

Comune di Ancona
Loc. Palombina Nuova, Via Mercantini



Edificio oggetto di demolizione e ricostruzione



Scala 1:10.000

REGIONE MARCHE
 Autorità di Bacino Regionale
 Piano Assetto Idrogeologico (PAI)
 CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Comune di Ancona

Loc. Palombina Nuova, Via Mercantini





TAVOLA RI 22 b

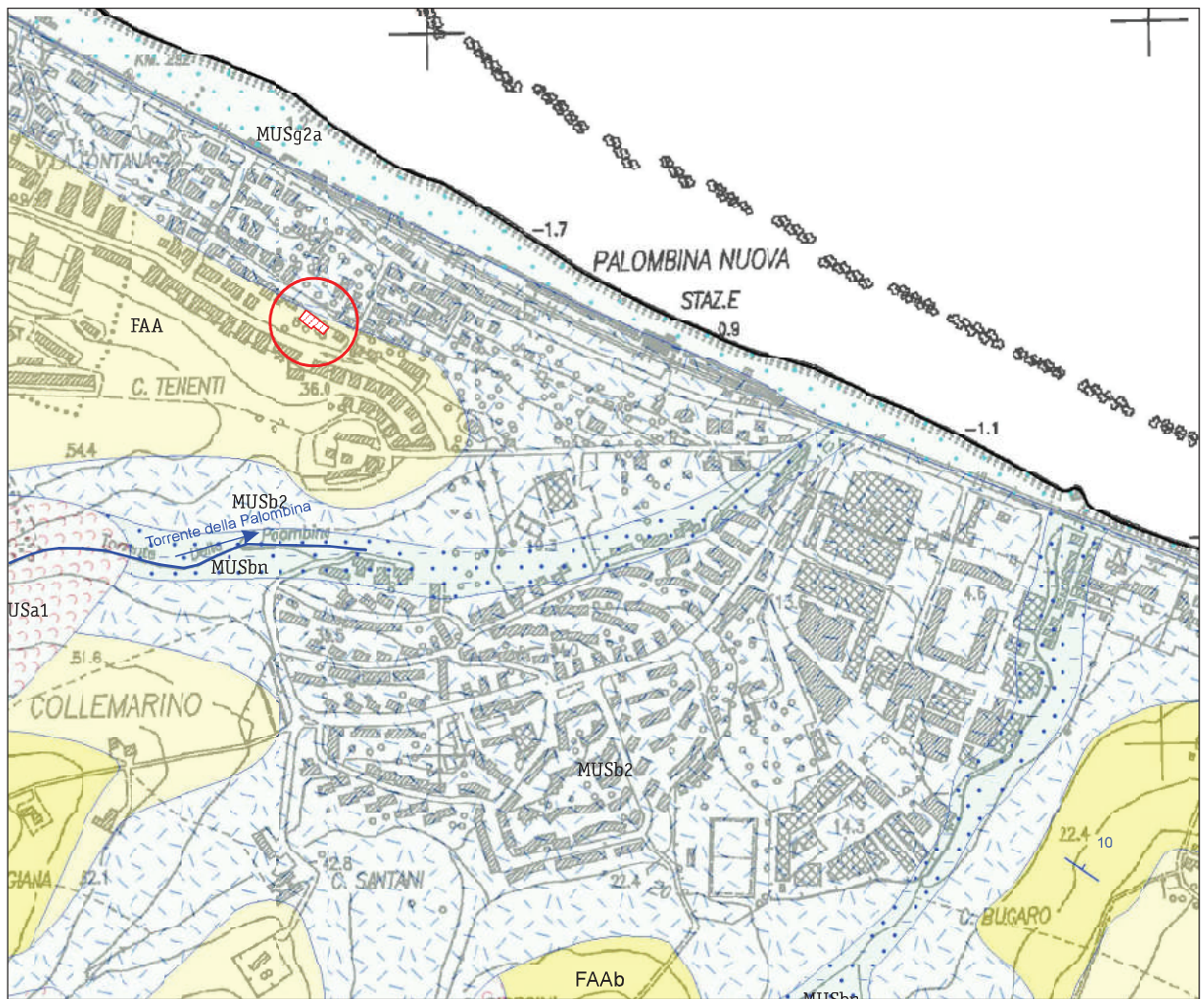


Edificio oggetto di demolizione e ricostruzione

Legenda

Aree a rischio frana (codice F-xx-yyyy)

-  Rischio moderato (R1)
-  Rischio medio (R2)
-  Rischio elevato (R3)
-  Rischio molto elevato (R4)



Sezione 282140 "Palombina Nuova"

CARTA GEOLOGICA REGIONALE

Edizione CTR scala 1:10.000

Comune di Ancona

Loc. Palombina Nuova, Via Mercantini



Edificio oggetto di demolizione e ricostruzione

SINTEMA DEL MUSONE (OLOCENE)



MUSb2 Depositi eluvio-colluviali



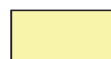
MUSbn Depositi alluvionali terrazzati sabbie e limi prevalenti



MUSg2a Depositi di spiaggia attuale sabbie prevalenti

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE PLOCIENICA



FAA ARGILLE AZZURRE Zandeano p.p. - Emiliano p.p.



FAAb ARGILLE AZZURRE Litofacies arenaceo-pellica



Contatto stratigrafico o litologico



Orlo di scarpata di frana


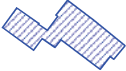



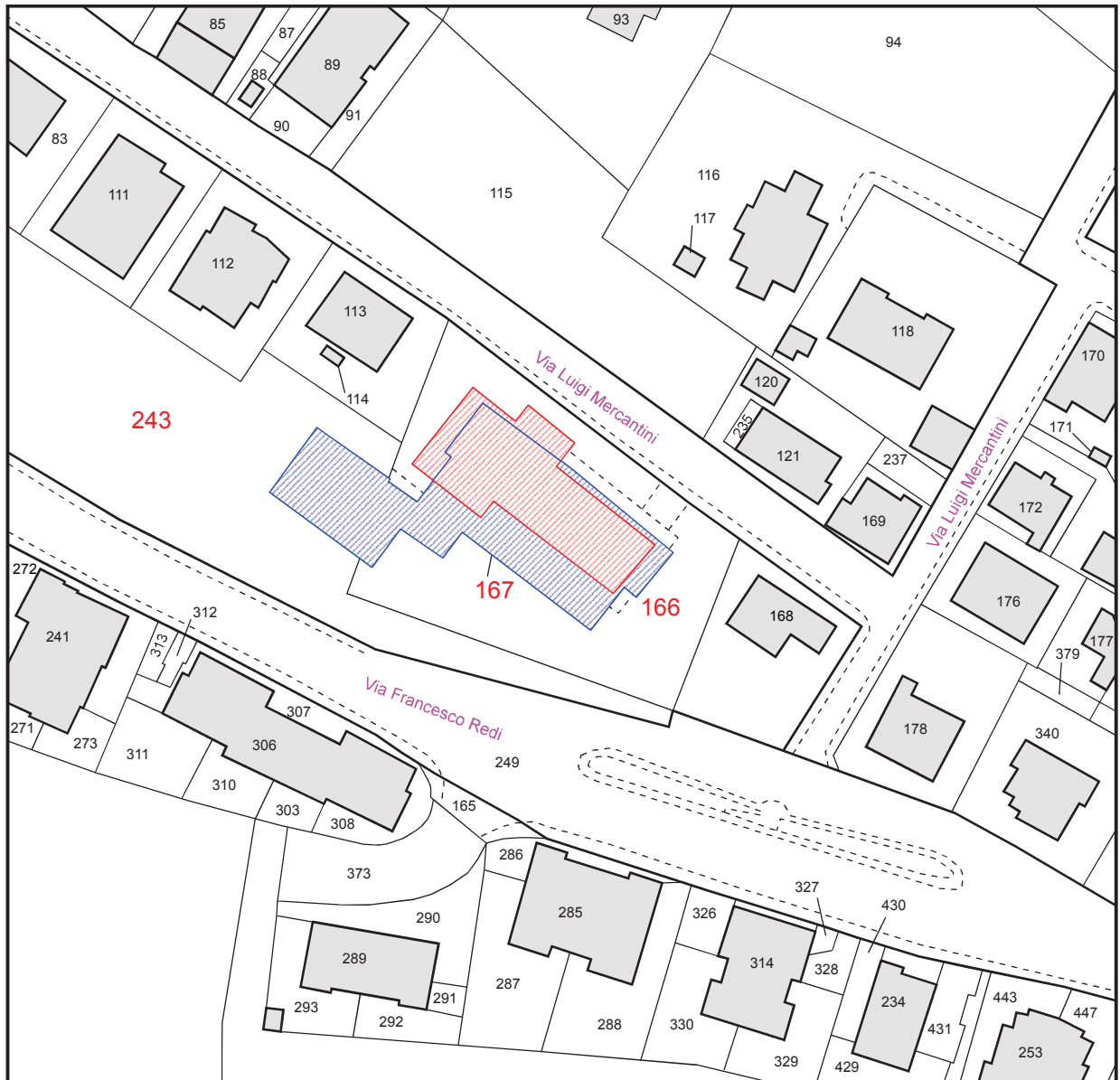
Stratificazione diretta



Scala 1:2.000

CARTA TECNICA COMUNALE
Mappa n. 282140Q
Collemarino - Palombina


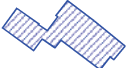
-  Edificio da demolire
-  Edificio da ricostruire
-  Limite PAI
Cod. Area: **F-13-0180**
Rischio: **R3**
Pericolosità: **P2**

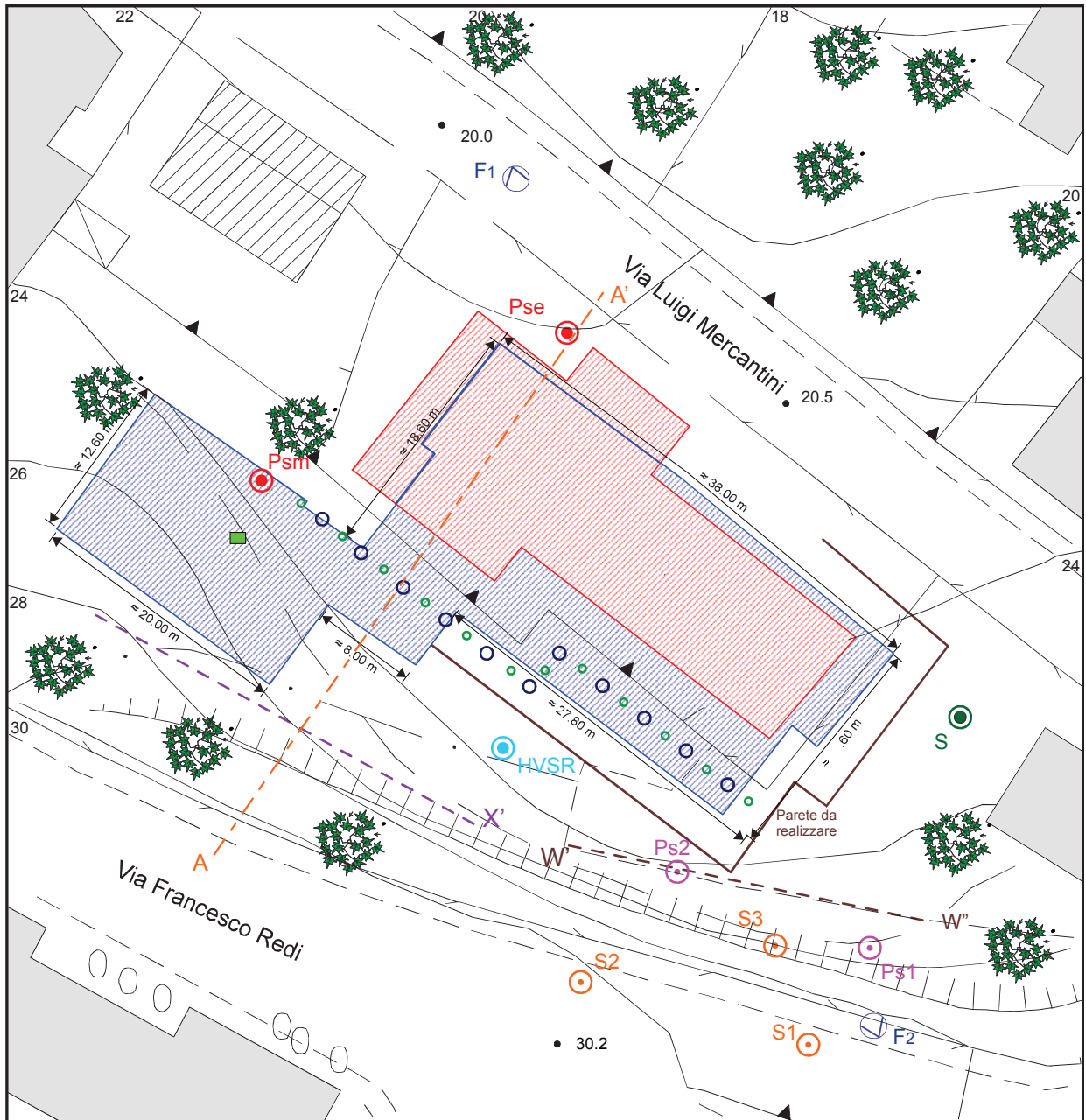


Scala 1:1.000

ESTRATTO MAPPA CATASTALE












Comune di Ancona - Loc. Palombina Nuova, Via Mercantini
Fig. 22, particelle 166, 167, 243

-  Edificio da demolire
-  Edificio da ricostruire



Scala 1:500

PLANIMETRIA DI DETTAGLIO

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Edificio da demolire |  | Indagine sismica Masw (Geol. Cardellini) |
|  | Edificio da ricostruire |  | Prova penetrometrica statica (Geol. Cardellini) |
|  | Penetrometrie Statiche CPT "punta meccanica ed elettrica" |  | Sondaggi (Geol. Cardellini) |
|  | Sondaggio geognostico |  | Pozzi drenanti (L ≈ 8 m; Ø 80 cm - Ø 60 cm) |
|  | Indagine sismica HVSR |  | Punti di ripresa fotografici |
|  | Indagine sismica Masw |  | Traccia sezione |
|  | Prelievo campione di terreno per analisi di laboratorio "da 0.2 a 0.4 m dal p.c. " | | |

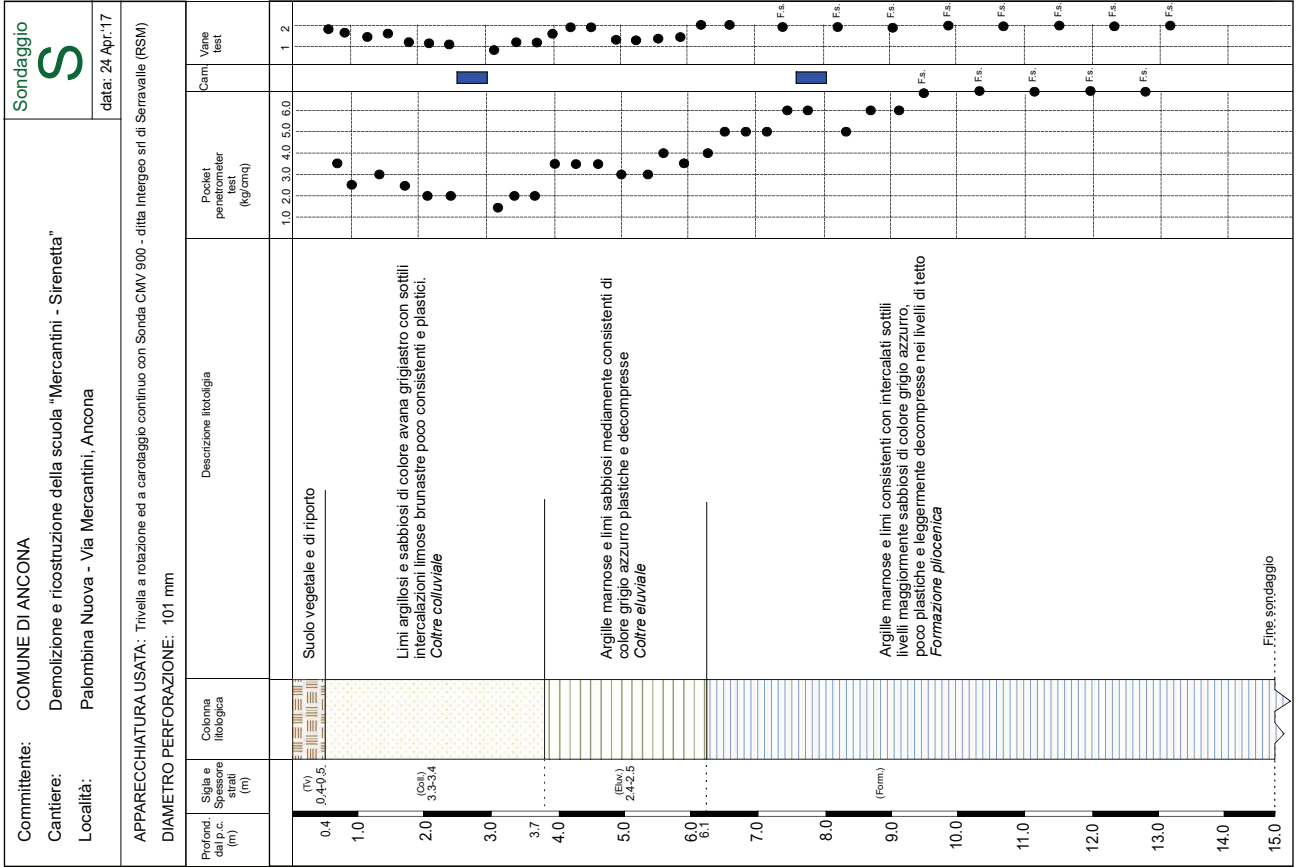


FOTO 1: Particolare del sondaggio S in fase di esecuzione.



FOTO 2 - SONDAGGIO S: Ogni carota di terreno rappresenta un metro di profondità, a partire dall'alto a sinistra verso destra. Il sondaggio è terminato ad una profondità di circa 15 metri dal p.c. nella formazione delle argille azzurre. Il campione n.1 è stato prelevato da 2.5 m a 3.0 m, mentre il campione n. 2 da 7.6 m a 8 m dal p.c.



FOTO 3-4: A sinistra un particolare della coltre colluvio-eluviale limoso-sabbiosa ed argillosa (-3.0 m), mentre nella foto a destra un particolare della formazione delle argille azzurre (-8.0 m).

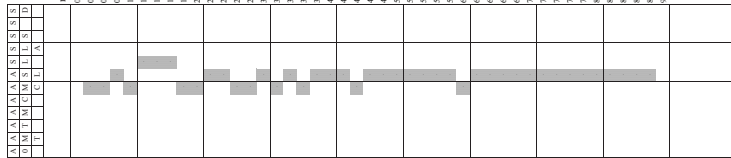
Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 1
 Cantiere: Ancona (AN) - Palombina - Scuola Mercantini
 Data: Aprile 2017

Intergo s.r.l. - Servizi Geologici - info@intergeom.com

Ortoia inizio: piano campagna
 IV. falli: assente
 Note: Piezometro

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Profondità (m)	RI (Kg/cm²)	Rp (Rp/RI)	φ°	Dr	Cu (Kg/cm²)	Np(PI)
0.2	21	1260	/	/	/	/
0.4	21	1627	/	/	1.05	/
0.6	31	127	/	/	1.55	/
0.8	31	2114	/	/	1.75	/
1	35	147	/	/	1.75	/
1.2	103	440	/	/	28.25	/
1.4	141	380	/	/	33.25	/
1.6	129	480	/	/	31	/
1.8	58	337	/	/	2.9	/
2	57	380	/	/	2.85	/
2.2	54	327	/	/	2.7	/
2.4	56	213	/	/	2.8	/
2.6	56	287	/	/	2.8	/
2.8	58	337	/	/	2.9	/
3	57	380	/	/	2.85	/
3.2	59	340	/	/	2.98	/
3.4	94	353	/	/	4.7	/
3.6	71	480	/	/	3.55	/
3.8	73	480	/	/	3.65	/
4	83	407	/	/	4.15	/
4.2	89	370	/	/	4.65	/
4.4	84	420	/	/	3.4	/
4.6	84	437	/	/	4.2	/
4.8	89	547	/	/	4.45	/
5	87	593	/	/	4.15	/
5.2	86	511	/	/	4.3	/
5.4	89	557	/	/	4.45	/
5.6	90	550	/	/	4.45	/
5.8	89	530	/	/	4.45	/
6	80	673	/	/	4	/
6.2	93	613	/	/	4.05	/
6.4	104	673	/	/	5.2	/
6.6	83	637	/	/	4.15	/
6.8	87	620	/	/	4.15	/
7	99	631	/	/	4.85	/
7.2	104	647	/	/	5.2	/
7.4	96	647	/	/	4.8	/
7.6	97	640	/	/	4.85	/
7.8	100	709	/	/	5.15	/
8	102	830	/	/	5.6	/
8.2	107	767	/	/	5.35	/
8.4	109	813	/	/	5.45	/
8.6	109	813	/	/	5.45	/
8.8	103	720	/	/	5.15	/
9	111	820	/	/	/	/

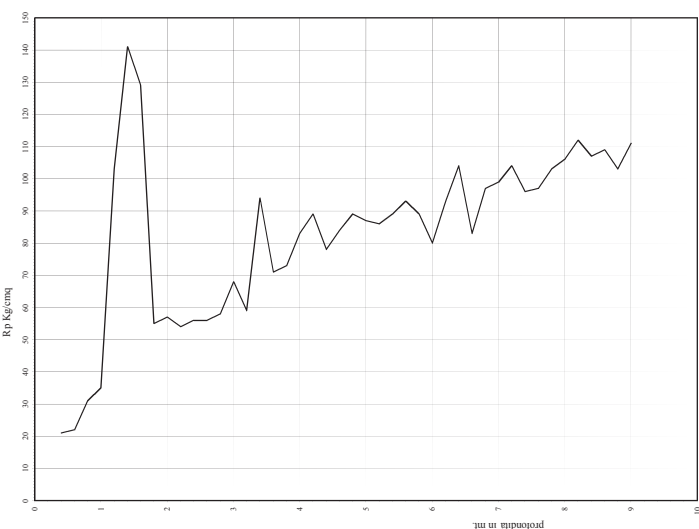
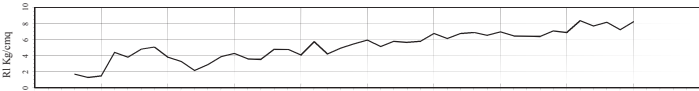
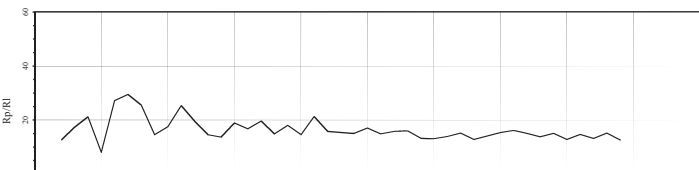
Verifica alla liquefazione
 impostando di 0 g
 accelerazione
 (Secchi et al 1983)

Angolo d'attrito interno, decimale
 relativo e eccesso

φ°

Cu (Kg/cm²)

Np(PI)



Cu media (Kg/cm²) 3.96

Np(PI) media n. colpi 11.053

Legend:

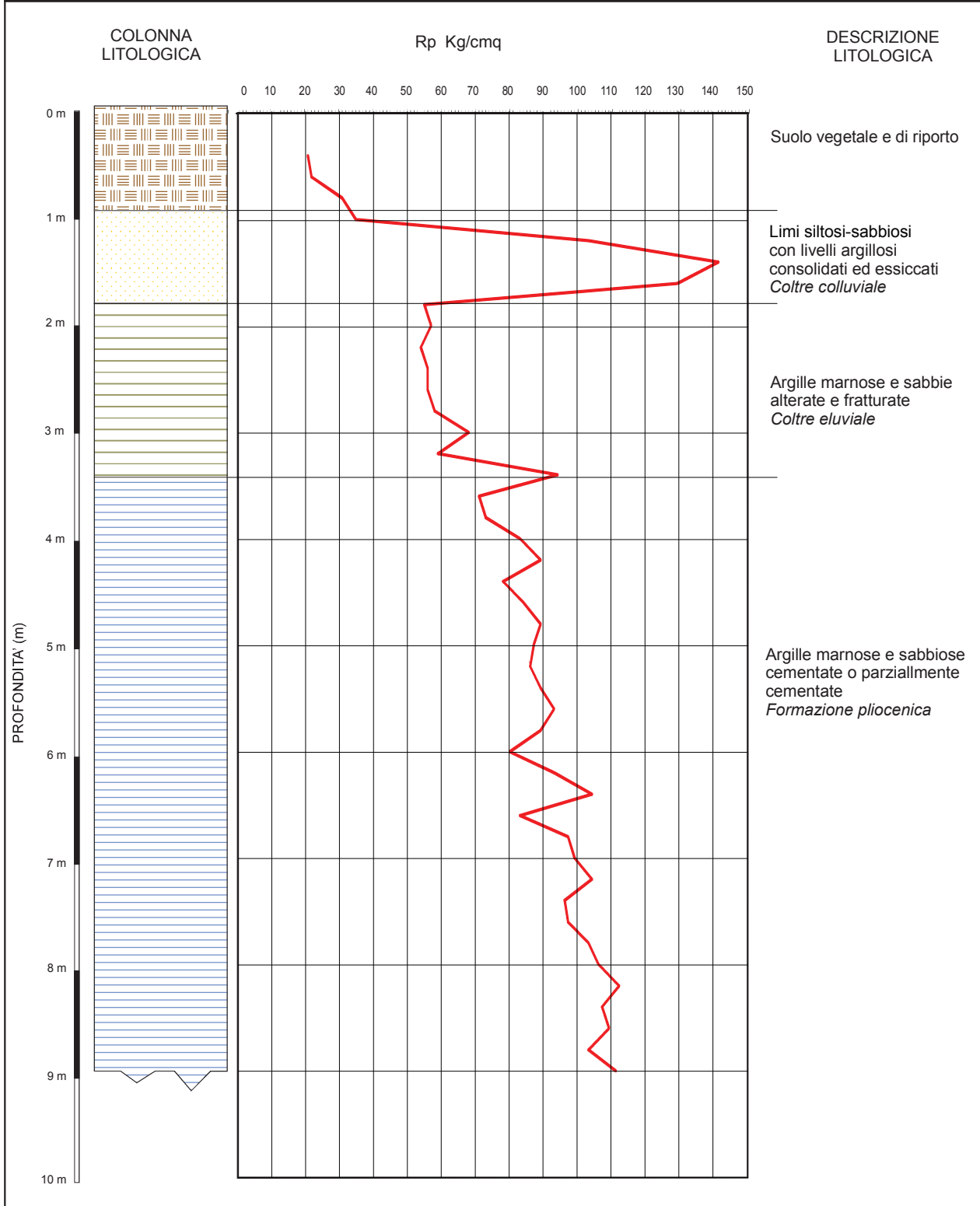
Caratteristiche strumento penetrometro statico semipermanente, 200kN, spinta

AO argilla organica e ceneri misti, AMT argilla molto tenera,

COLONNA LITOSTRATIGRAFICA ORIENTATIVA

(in corrispondenza della Prova Penetrometrica Statica **Psm**)

Committente: COMUNE DI ANCONA
 Cantiere: Demolizione e ricostruzione della scuola "Mercantini - Sirenetta"
 Località: Palombina Nuova - Via Mercantini, Ancona



Intergeo srl

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 14/04/2017

Site: Ancona (AN)-Palombina - Scuola Mercantini - Test: CPTU 1



INTERGEO s.r.l. - Servizi Geologici
Strada Acquasalata,9 47899 Serravalle - RSM
Codice Operatore Economico - SMD1197
Tel. 333 2208376
www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com

Company information

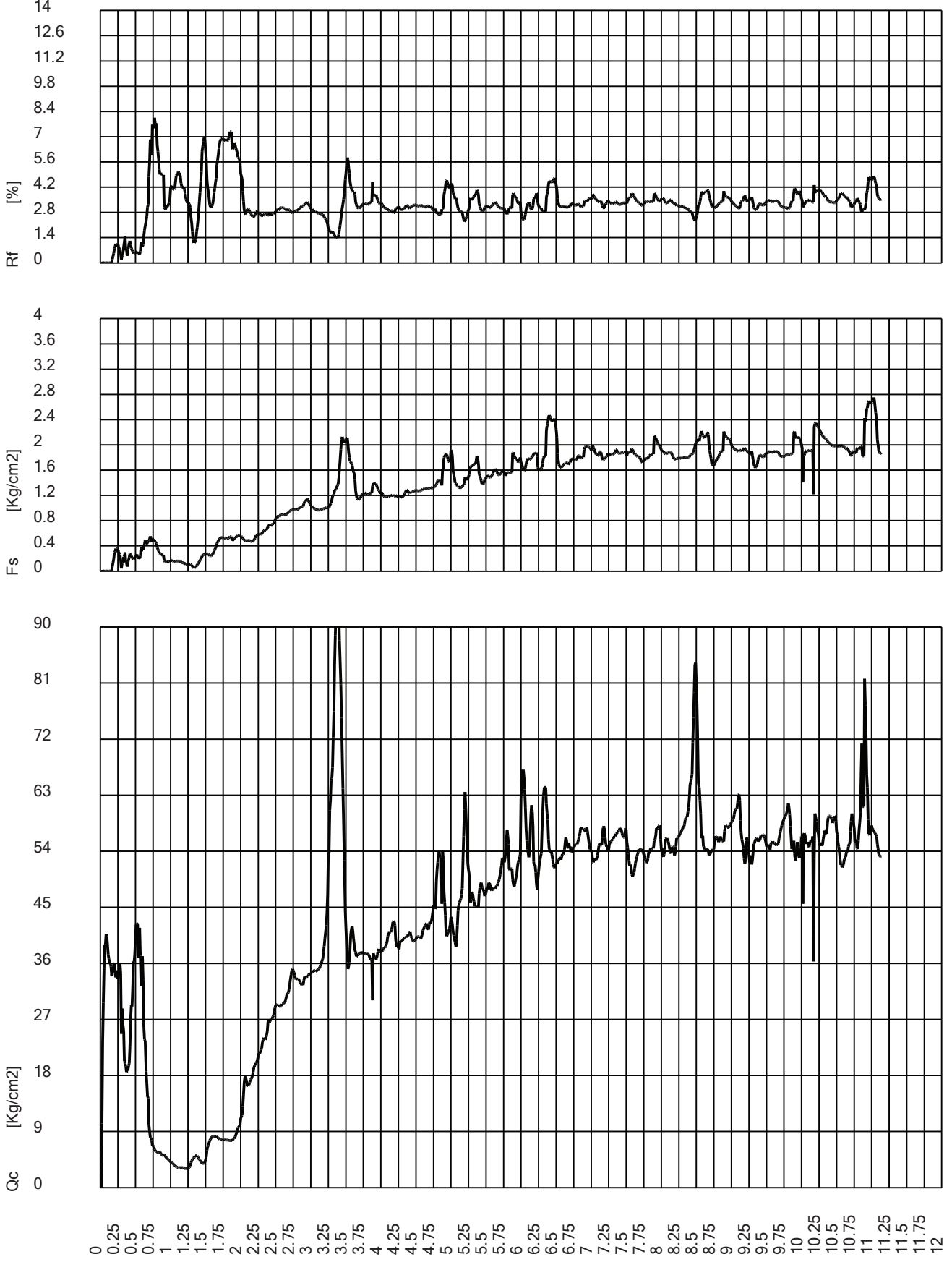
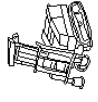
Name: Intergeo srl
Address: Strada Acquasalata, 9
Zip code:
City: Serravalle
P.IVA: C.O.E: SM 21197
E-Mail: info@intergeosm.com
Phone number:
Fax number:

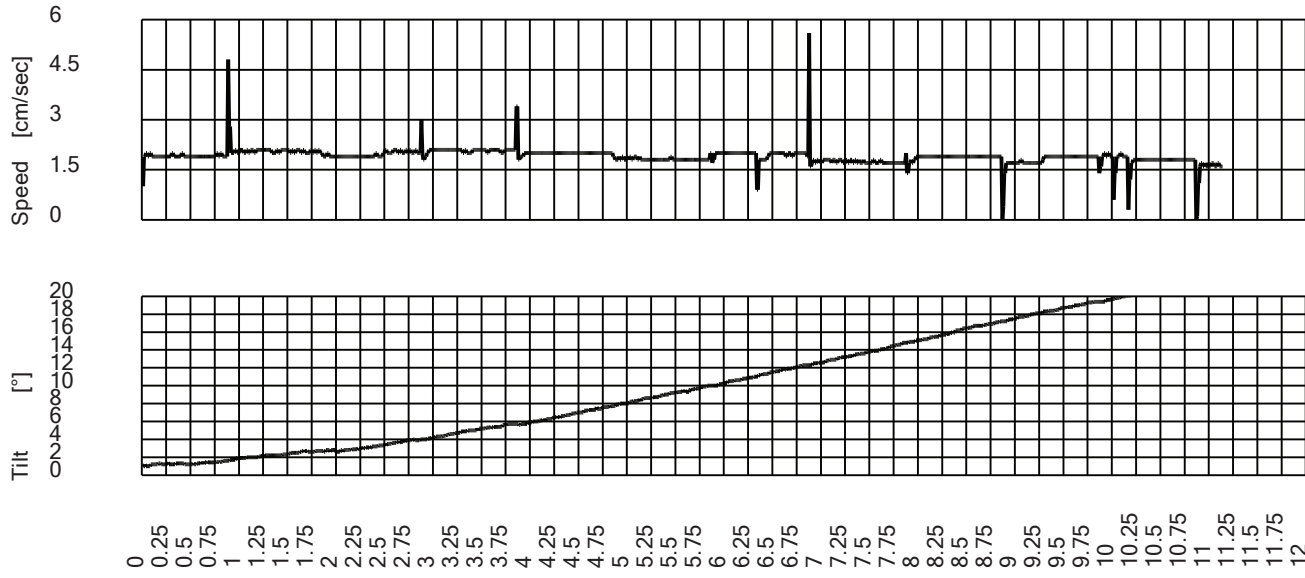
Site information

Name: Ancona (AN)-Palombina - Scuola Mercantini
Date: 14/04/2017
Commissioner: Dott. Geol. Mantovani Marco
Locality:

Test information

Name: CPTU 1
Location: CPTU 1
Date: 14/04/2017
Prehole mode:
Prehole depth [cm]: 0
Hydrostatic line [cm]: 9999
Ground level [m]: 0
Latitude: 43 37.0492 N
Longitude: 13 25.4290 E
Operator:
Comments:
Probe code: MKJ321

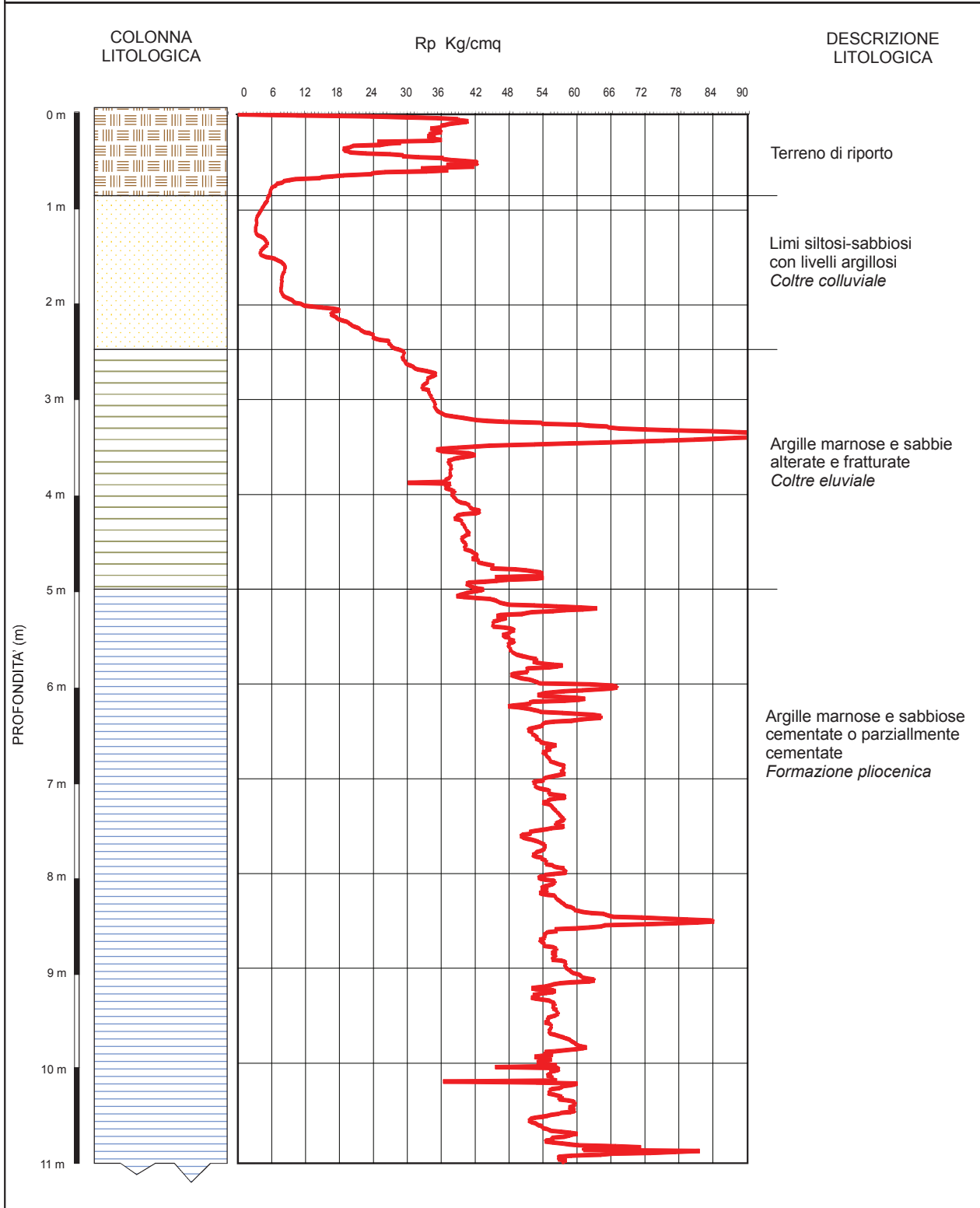




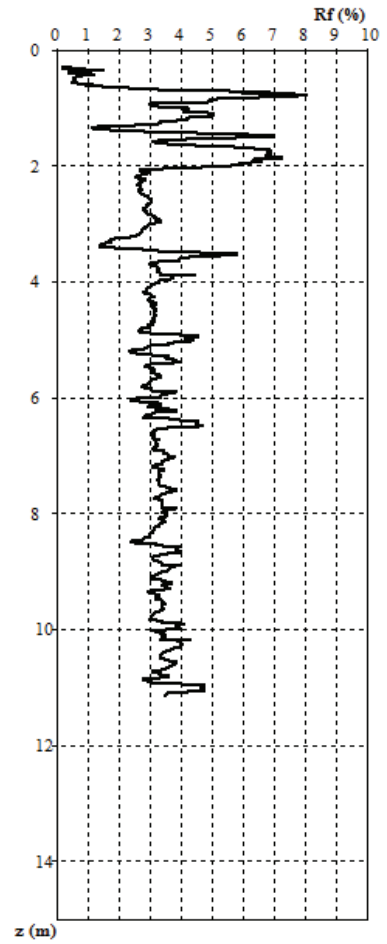
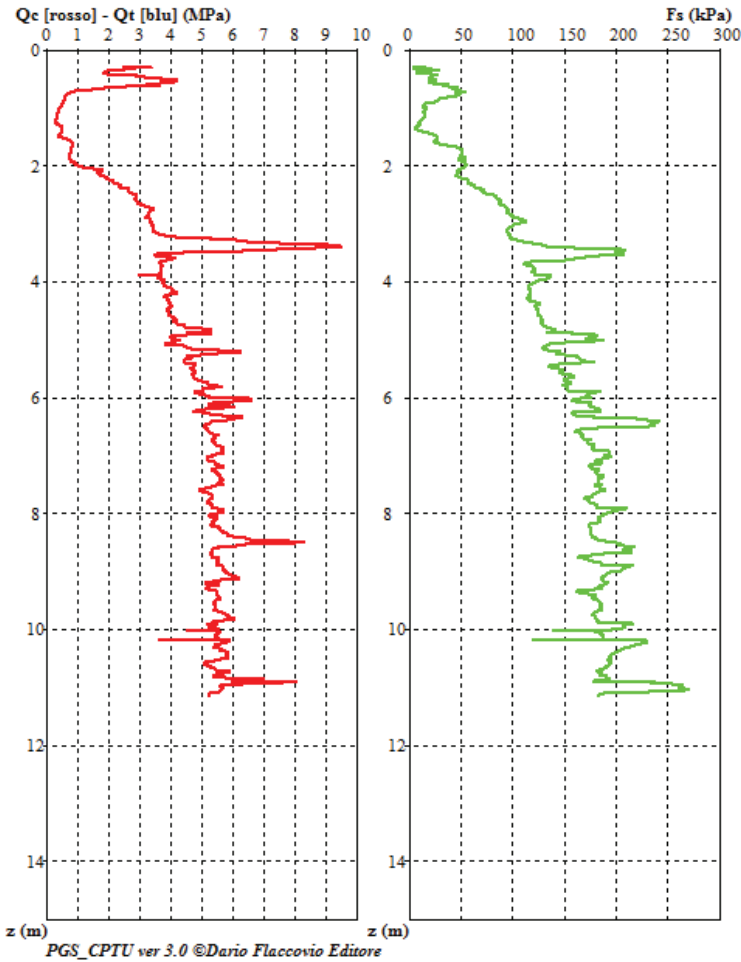
COLONNA LITOSTRATIGRAFICA ORIENTATIVA

(in corrispondenza della Prova Penetrometrica Statica **Pse**)

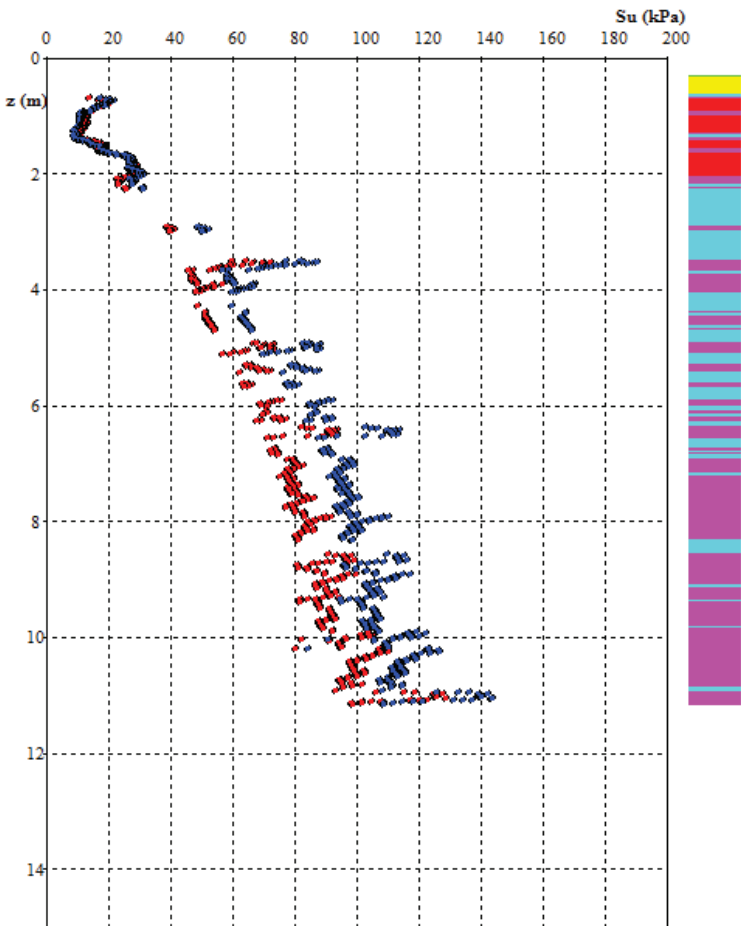
Committente: COMUNE DI ANCONA
 Cantiere: Demolizione e ricostruzione della scuola "Mercantini - Sirenetta"
 Località: Palombina Nuova - Via Mercantini, Ancona



Prova Penetrometrica Statica CPTU - Profili CPT



Prova Penetrometrica Statica CPTU



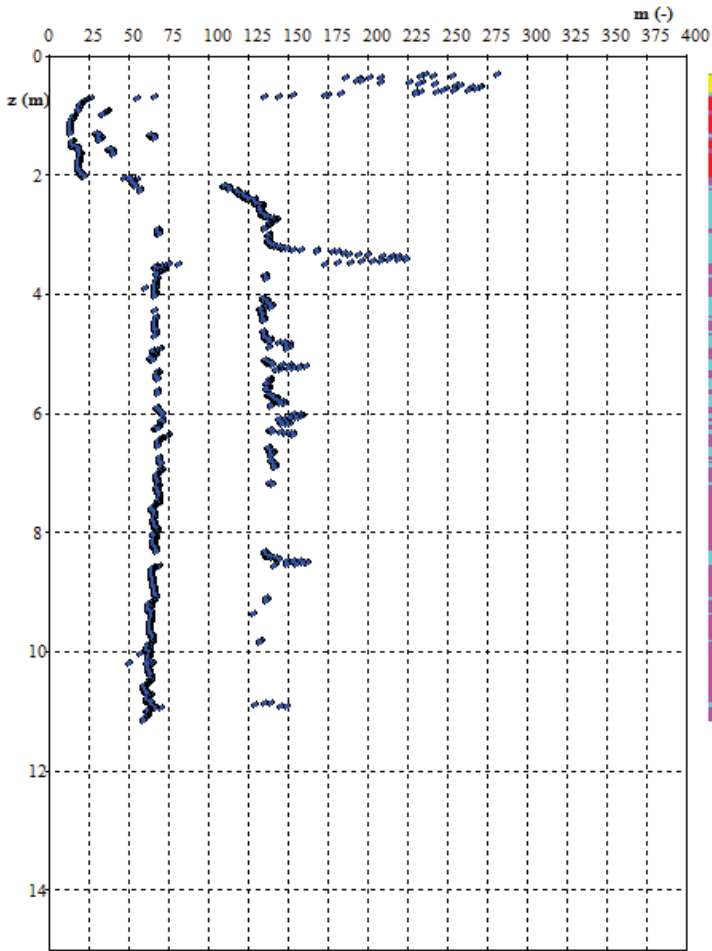
Resistenza al taglio non drenata

- Ladd (1991, Ladd e DeGroot, 2003)
- Modello Cam Clay modificato (Mayne, 2001)

Litologia

Argilla organica
Argilla limosa
Limo argilloso
Sabbia limosa
Sabbia
Sabbia e Ghiaia

Prova Penetrometrica Statica CPTU



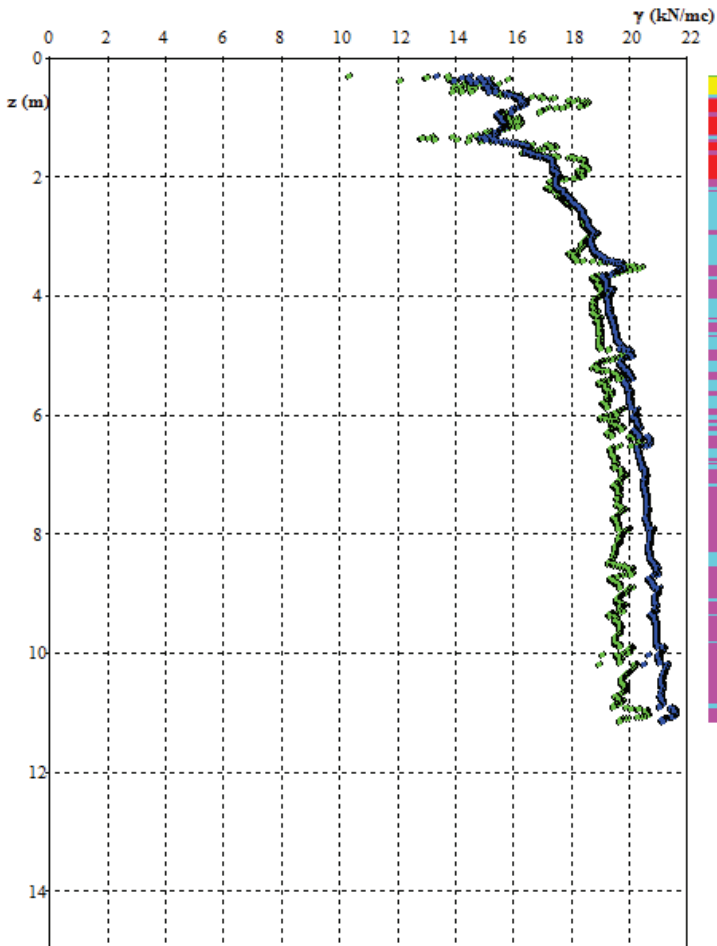
Modulo m di Janbu

• (Massarsch, 1997)



PGS_CPTU ver 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

Prova Penetrometrica Statica CPTU



Peso di Volume

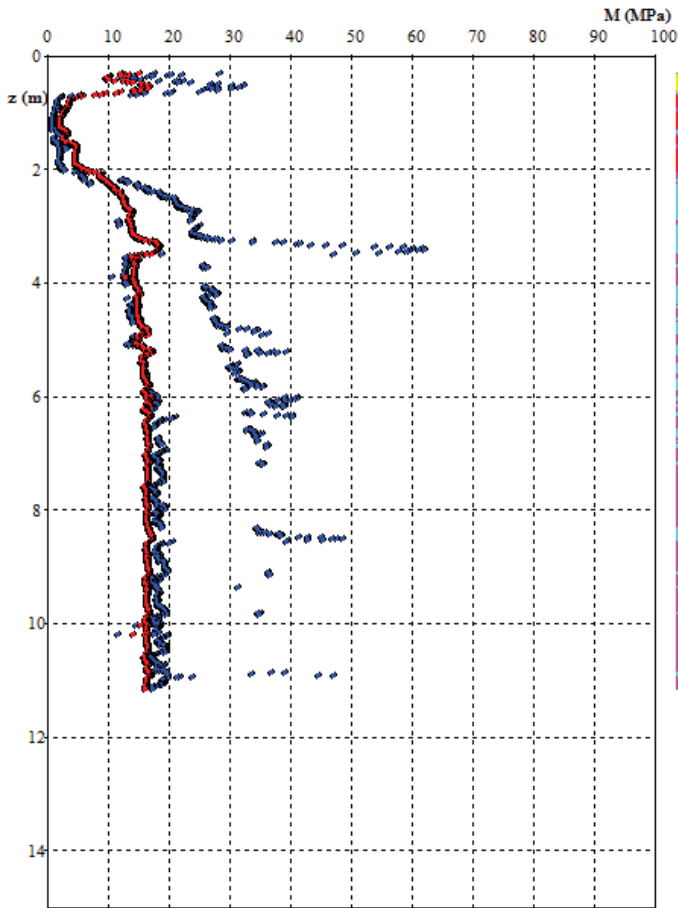
• Robertson & Cabal, 2010

• Mayne et al., 2010



PGS_CPTU ver 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

Prova Penetrometrica Statica CPTU



PGS_CPTU ver 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

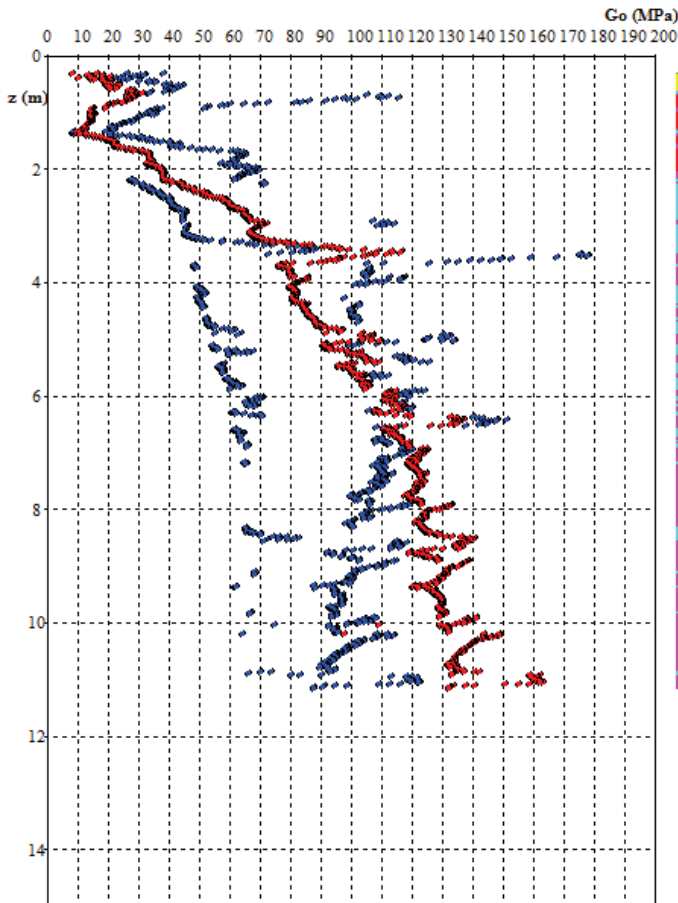
Modulo confinato

- Togliani, 2010
- (Robertson, 2009)

Litologia

Argilla organica
Argilla limosa
Limo argilloso
Sabbia limosa
Sabbia
Sabbia e Chiaia

Prova Penetrometrica Statica CPTU



PGS_CPTU ver 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

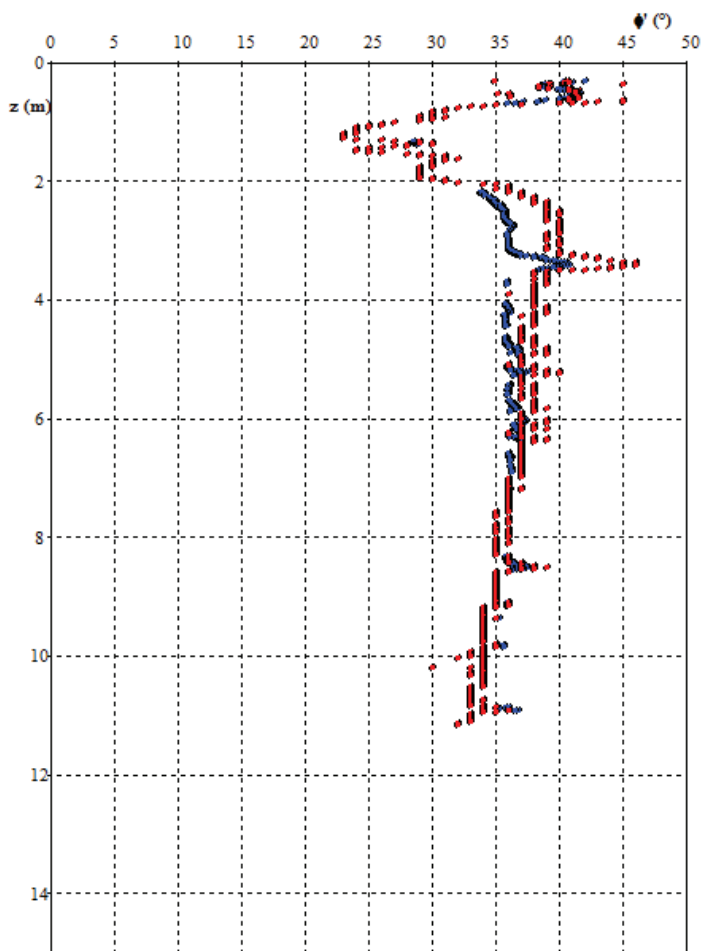
Modulo di taglio

- Vs da Madiati & Simoni mod. Togliani, 2002
- Vs da Robertson, 2009

Litologia

Argilla organica
Argilla limosa
Limo argilloso
Sabbia limosa
Sabbia
Sabbia e Chiaia

Prova Penetrometrica Statica CPTU



PGS_CPTU ver 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

Angolo d'attrito drenato (sforzi efficaci)

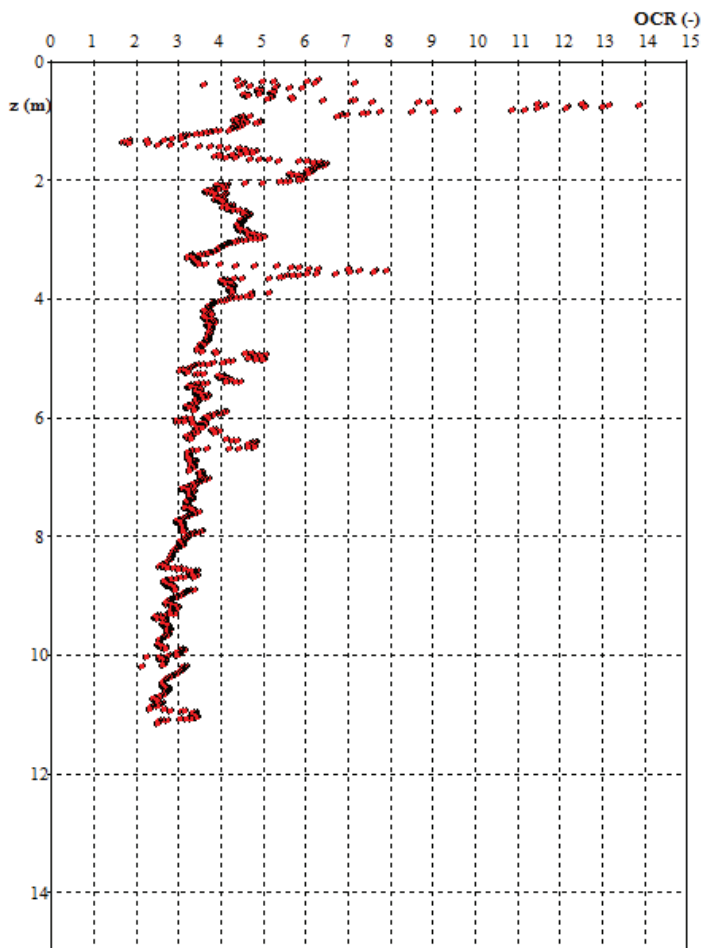
♦ Mayne, 2001 (terreno incoerente)

• Senneiset, 1982 - 1988 - Senneiset & Janbu, 1985

N.B.: L'angolo d'attrito è corretto in funzione della curvatura dell'involuppo di rottura secondo quanto suggerito da Meigh, 1987 e Chen & Juang, 1996



Prova Penetrometrica Statica CPTU



PGS_CPTU ver 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

Grado di sovraconsolidamento

♦ Mayne, 2009

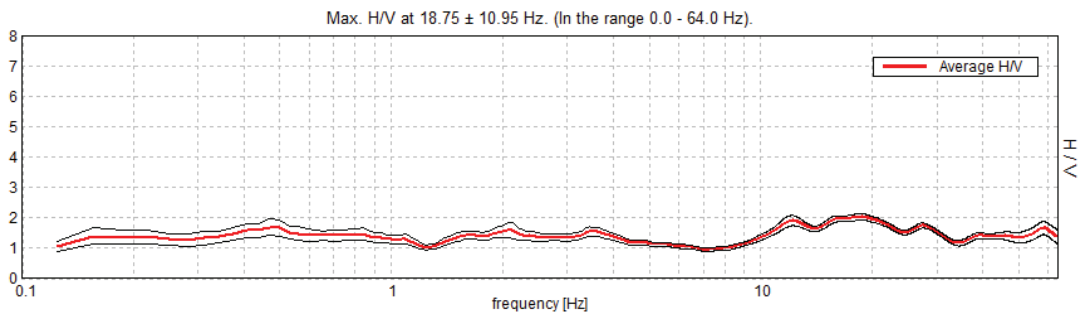


Committente: COMUNE DI ANCONA
 Cantiere: Demolizione e ricostruzione della scuola "Mercantini - Sirenetta"
 Località: Palombina Nuova - Via Mercantini, Ancona

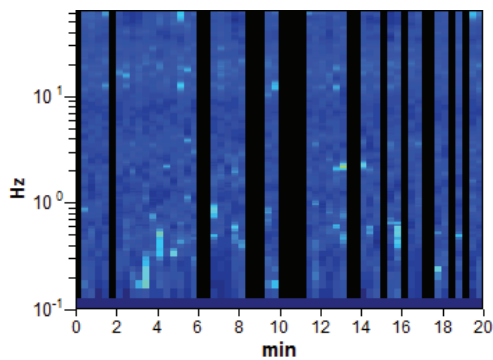
Instrument: TE3-0060/01-14
 Data format: 32 byte
 Full scale [mV]: 51
 Start recording: 05/04/17 09:34:04 End recording: 05/04/17 09:54:04
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
 GPS location: 013°25.4301 E, 43°37.0375 N (-8.0 m)
 (UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 + 0 samples
 Satellite no.: 5
 Trace length: 0h20'00". Analyzed 68% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

TROMINO® Grilla
 www.tromino.eu

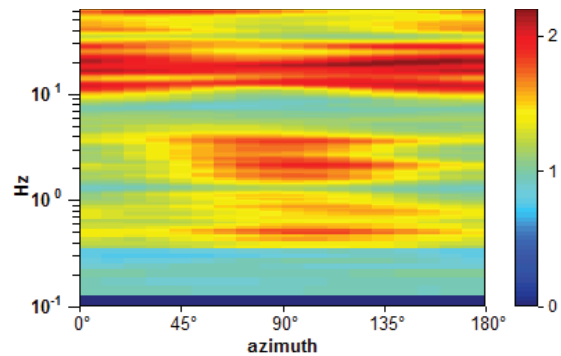
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



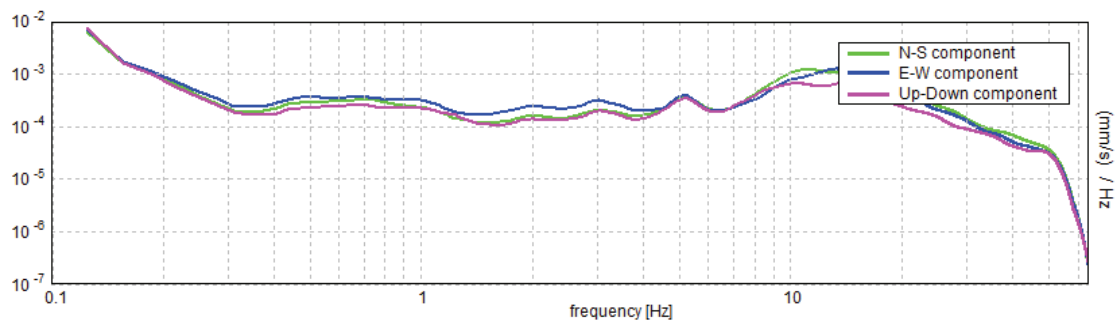
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Committente:	COMUNE DI ANCONA
Cantiere:	Demolizione e ricostruzione della scuola "Mercantini - Sirenetta"
Località:	Palombina Nuova - Via Mercantini, Ancona

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

TROMINO® Grilla
www.tromino.eu

Max. H/V at 18.75 ± 10.95 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
f^- / L_w	18.75 > 0.50	OK	
$n_c(f^-) > 200$	15375.0 > 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 901 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.219 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.03 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.58388 < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	10.94767 < 0.9375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f)$.0987 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w \cdot n_w \cdot f_0$	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	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 $A_{H/V}(f^-) < A$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A/2$
$\sigma_A(f)$	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
$\varepsilon(f)$	0.25 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

Prova HVRS in fase di esecuzione

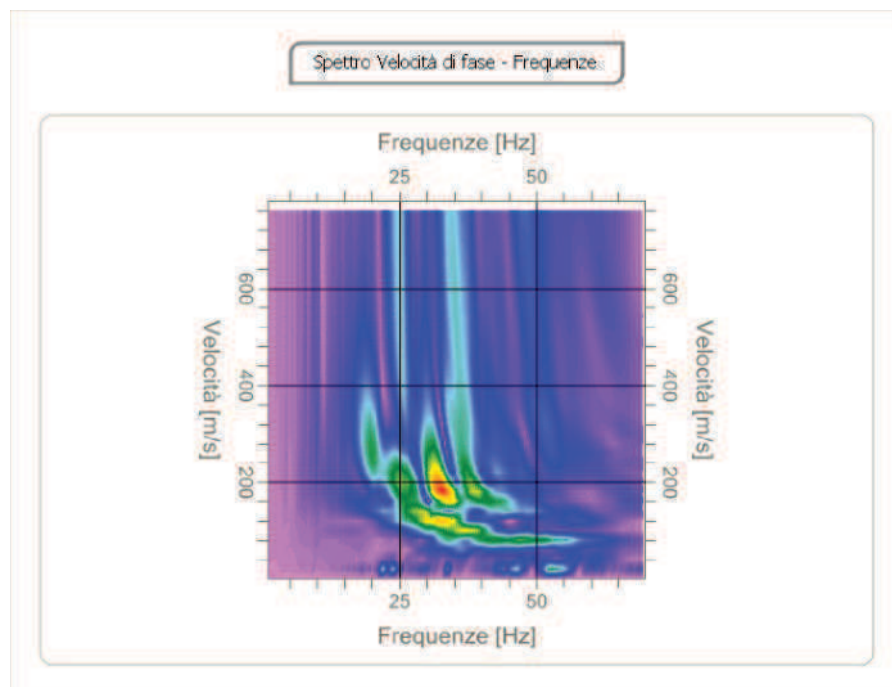


Committente: COMUNE DI ANCONA
Cantiere: Demolizione e ricostruzione della scuola "Mercantini - Sirenetta"
Località: Palombina Nuova - Via Mercantini, Ancona

Prova MASW - Stendimento geofoni

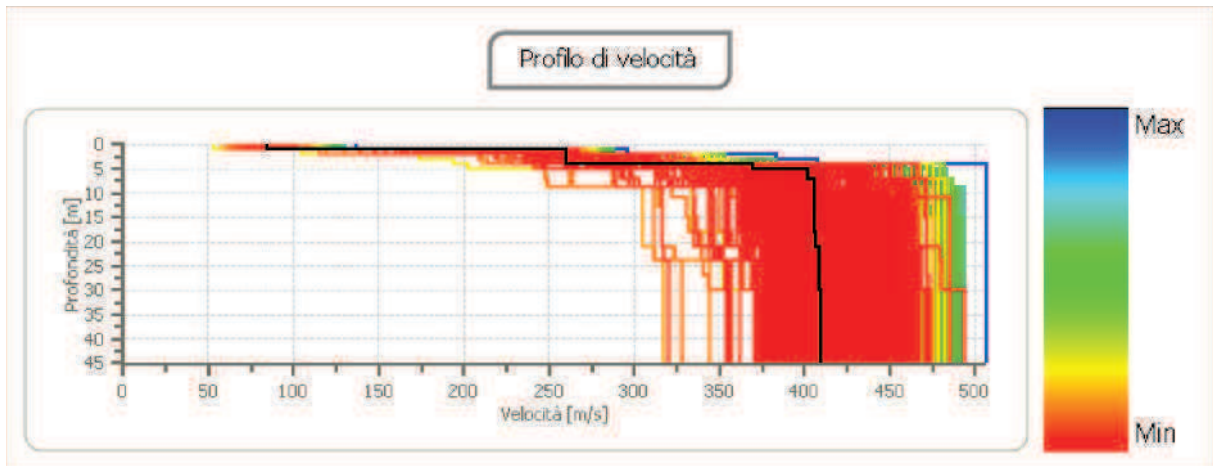


Spettro di velocità FK

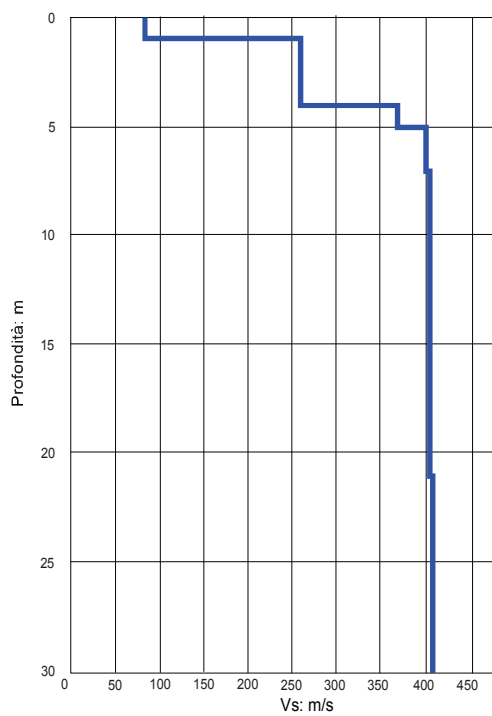


Committente: COMUNE DI ANCONA
 Cantiere: Demolizione e ricostruzione della scuola "Mercantini - Sirenetta"
 Località: Palombina Nuova - Via Mercantini, Ancona

Grafici Masw: Profili del terreno

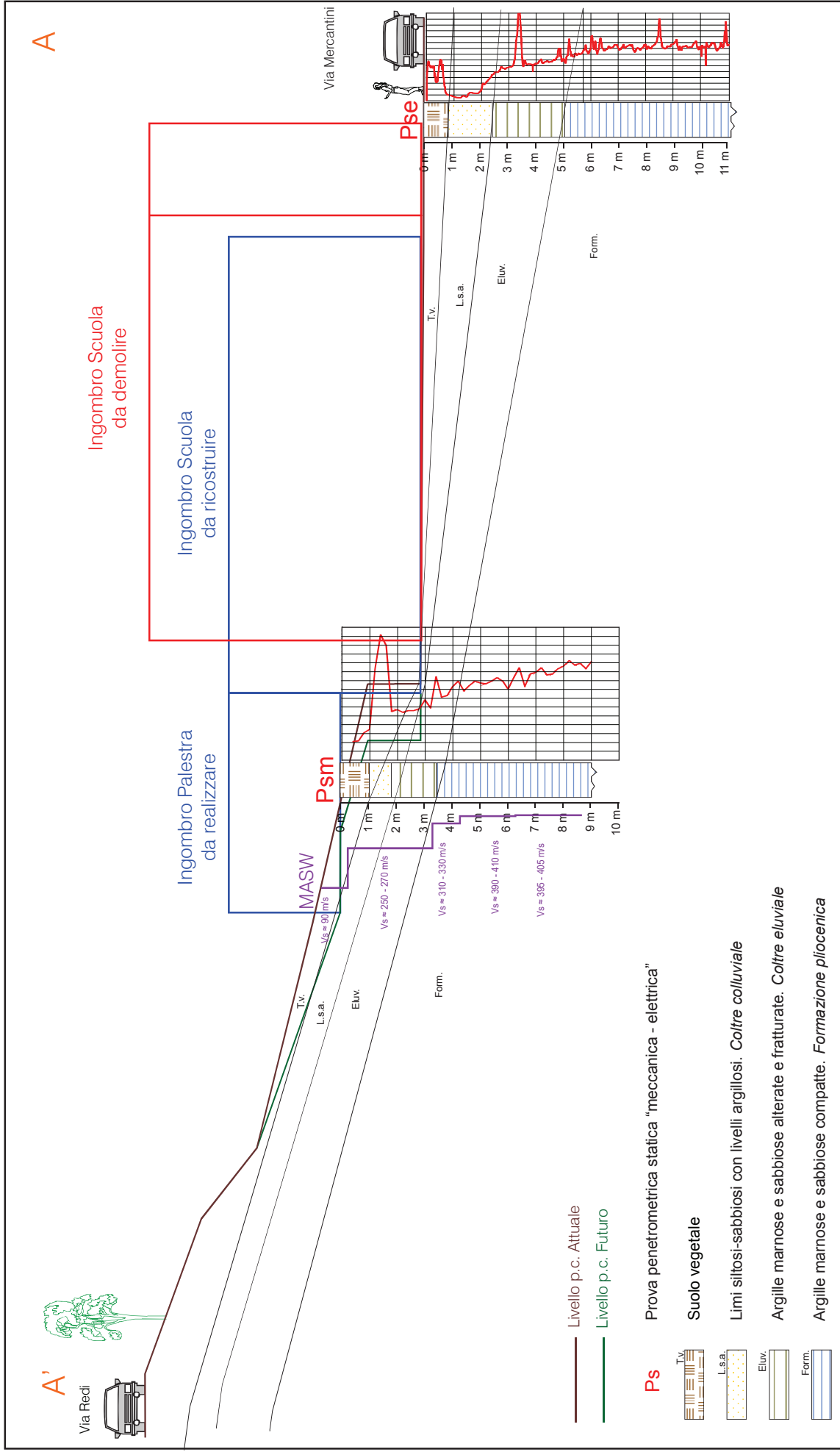


Colonna profondità/velocità onde S



0	H: 1.0 m - Vs ≈ di 70 - 90 m/s
3	H: 3.0 m - Vs ≈ di 250 - 270 m/s
4	H: 1.0 m - Vs ≈ di 310 - 330 m/s
9	H: 2.0 m - Vs ≈ di 390 - 410 m/s
14	H: 14.0 m - Vs ≈ di 395 - 405 m/s
21	H: 9.0 m - Vs ≈ di 400 - 410 m/s
30	

Vs30 = 342.08 m/s



PROFILO LITOSTRATIGRAFICO SCHEMATICO
Sezione A - A'

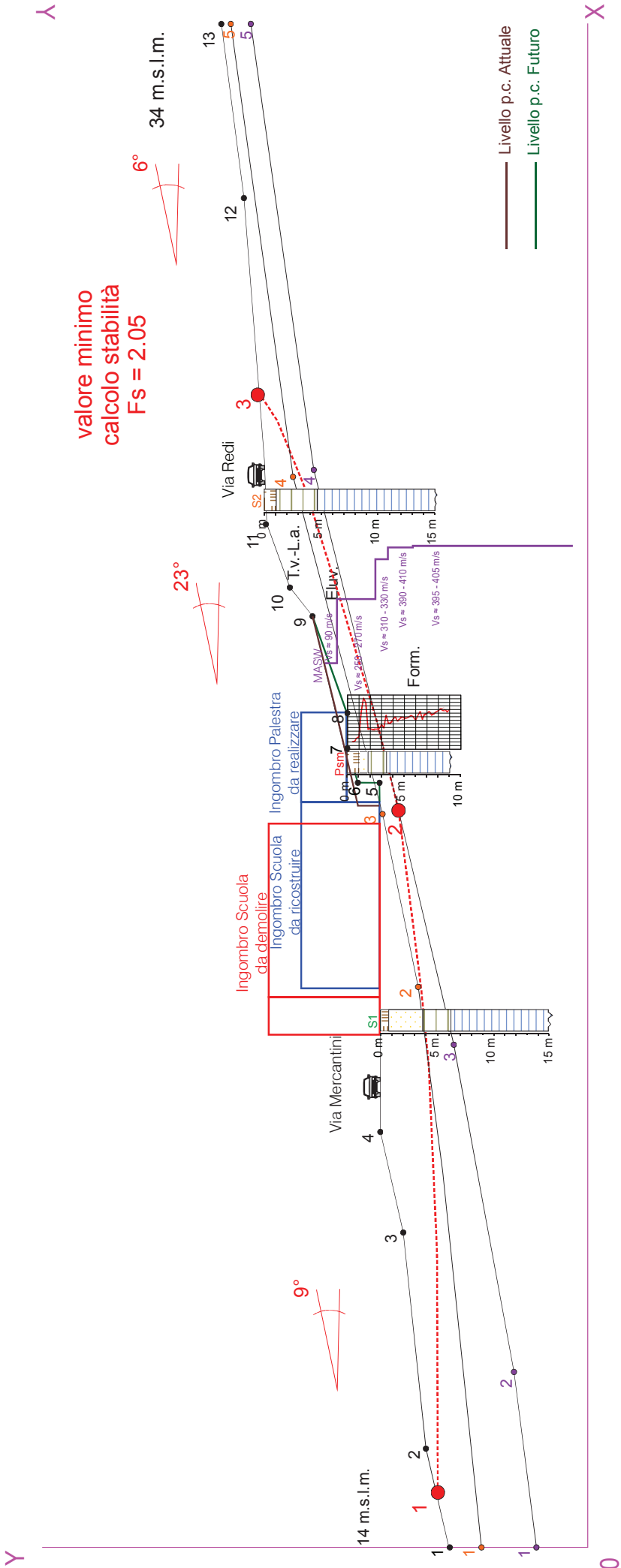
Scala 1:200



Foto 1 : Particolare della scuola Mercantini da demolire e ricostruire ripresa da via Mercantini.



Foto 2 : Particolare della scuola Mercantini ripresa da via Redi



valore minimo
calcolo stabilità
Fs = 2.05

Condizioni di verifica:

- 1) presenza di falda (a quota inferiore rispetto sondaggi)
- 2) parametri geomeccanici ampiamente cautelativi
- 3) condizioni pseudostatiche Kh: 0.10 Kv: 0.05
- 4) teoria di Morgenstern-Price
- 5) superfici di scivolamento poligonali

Suolo vegetale		Parametri geomeccanici utilizzati	
	Limi siltosi-sabbiosi con livelli argillosi consolidati ed essiccati. Coltre colluviale	C'	Φ
	Argille marnose e sabbiose alterate e fratturate. Coltre eluviale	Coltre superf.	γ
	Argille marnose e sabbiose compatte. Formazione pliocenica	Coltre eluv.	17
		Formazione	21
			24
			2.05
			Kg/cmq gradi t/mc

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1.3
Analisi	Condizione drenata
Normativa	NTC 2008
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	24.23 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	174.74 m
Ascissa vertice destro superiore xs	123.61 m
Ordinata vertice destro superiore ys	243.15 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	43.62
Longitudine:	13.42
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	100.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.95	2.45	0.28
S.L.D.	101.0	1.23	2.44	0.29
S.L.V.	949.0	2.91	2.5	0.32
S.L.C.	1950.0	3.21	2.5	0.32

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1.425	0.2	0.0291	0.0145
S.L.D.	1.845	0.24	0.0452	0.0226
S.L.V.	3.6517	0.28	0.1043	0.0521
S.L.C.	3.8808	0.28	0.1108	0.0554

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.104
Coefficiente azione sismica verticale	0.052

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	23.0
2	17.0	28.0
3	55.0	32.0
4	73.0	36.0
5	134.0	36.0
6	134.0	40.0
7	140.0	42.0
8	147.0	42.0
9	164.0	48.0
10	169.0	52.0
11	180.0	56.0
12	238.0	60.0
13	269.0	64.0

Vertici strato1

N	X m	y m
1	0.0	18.0
2	99.0	29.0
3	129.0	35.0
4	188.0	51.0
5	269.0	62.0

Vertici strato2

N	X m	y m
1	0.0	9.0
2	31.0	12.0
3	89.0	23.0
4	190.0	48.0
5	269.0	59.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0.1	17	1750	1900	0.00	Limo o limo con sabbia
2	0.2	21	1900	2050	0.00	Argilla o argilla limosa media
3	0.4	24	2050	2300	0.00	Argilla o argilla limosa consistente

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2.06
Ascissa centro superficie	48.02 m
Ordinata centro superficie	394.73 m
Raggio superficie	370.69 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali .

Analisi dei conc. Superficie...xc = 48.016 yc = 394.734 Rc = 370.688 Fs=2.0579

Lambda = 0.243

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	6.85	-5.33	6.88	16108.11
2	38.0	-1.86	38.02	383020.3
3	18.0	2.47	18.02	304651.9
4	13.86	4.94	13.92	259673.5
5	19.18	7.51	19.34	298852.8
6	28.01	11.21	28.55	248426.9
7	10.35	14.25	10.68	117690.7
8	19.6	16.65	20.46	176814.9
9	18.76	19.77	19.93	256163.3
10	19.18	22.92	20.82	119250.3

Sforzi sui conc

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	3100.91	12774.64	0.0	0.0	12753.62	5238.65	0.0
2	13980.41	57594.27	3100.91	12774.64	391689.4	76664.98	0.0
3	22130.92	91171.43	13980.41	57594.27	312134.3	75731.59	0.0
4	26702.61	110005.1	22130.92	91171.43	266903.3	63308.91	0.0
5	27737.1	114266.9	26702.61	110005.1	307164.4	76095.31	0.0
6	25290.14	104186.3	27737.1	114266.9	251772.0	74711.24	0.0
7	24989.15	102946.3	25290.14	104186.3	116978.0	32198.08	0.0
8	20496.04	84436.31	24989.15	102946.3	171939.3	51953.09	0.0
9	8677.87	35749.71	20496.04	84436.31	239230.2	63996.0	0.0
10	808.84	3332.11	8677.87	35749.71	105332.7	25767.1	0.0

ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Le coordinate del sito sono.

	WGS84	ED50
Latitudine	43.617453	43.618369
Longitudine	13.423927	13.424858

I parametri di pericolosità sismica previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, riportati nella tabella seguente, sono stati determinati per la **classe d'uso IV** – *costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente dannose per l'ambiente.*

Per questa struttura si è prevista cautelativamente, vista la destinazione d'uso, una vita nominale di **$V_N = 100$ anni**. I valori sono stati ricavati interpolando quelli di pericolosità sismica calcolata sul reticolo di riferimento e riportati nella tabella dell'allegato B dell'*Ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003*.

Per queste strutture è prevista una vita nominale (V_N) della struttura pari 100 anni. In base alla relazione:

$$V_R = V_N \times C_U$$

il periodo di riferimento dell'azione sismica risulta pari a 200 anni. Dove i valori del coefficiente d'uso C_U sono riportati nella Tabella 1.

Classe d'Uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Tabella 1 – valori del coefficiente d'uso C_U (tabella 2.4.11 delle NTC)

Tali valori sono stati interpolati sulla base dei valori relativi alla pericolosità sismica calcolata sul reticolo di riferimento e riportati nella tabella dell'allegato B della normativa.

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	120	0,099	2,414	0,279
Danno (SLD)	201	0,127	2,396	0,293
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,325	2,437	0,354
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,361	2,435	0,361

Tabella 2 – parametri di pericolosità sismica in base al D.M. 14/01/2008

La risposta sismica locale, come previsto dalla normativa vigente, può essere determinata, in mancanza di dati sperimentali, utilizzando la relazione:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

S_S = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A

Categoria sottosuolo	S_S
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$

Tabella 3 – coefficienti di amplificazione stratigrafica (tabella 3.2.V delle Norme)

Categoria topografica	S_T
T1	1,0
T2	1.2
T3	1.2
T4	1.4

Tabella 4 – valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica (tabella 3.2.VI delle NTC)

Nel nostro caso si hanno i parametri indipendenti dello spettro di risposta elastico:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1.20	1.20	1.08	1.05
Cc * Coeff. funz categoria	1.42	1.41	1.35	1.35
St * Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 5 – parametri indipendenti dello spettro di risposta elastico

Da cui derivano i principali coefficienti sismici riportati nella tabella seguente:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,024	0,036	0,098	0,106
kv	0,012	0,018	0,049	0,053
Amax [m/s ²]	1,165	1,490	3,439	3,720
Beta	0,200	0,240	0,280	0,280

Tabella 6 – principali coefficienti sismici

Per quello che riguarda le verifiche di stabilità, condotte con il metodo dell'equilibrio limite in condizioni pseudostatiche, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza sismica sono state espresse con le seguenti formule (cfr.: D.M. 14.01.08):

$$F_h = k_h \times W \quad F_v = k_v \times W$$

Dove W è il peso del volume di terreno e k_h e k_v sono i coefficienti sismici orizzontali e verticali pari a:

$$K_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

β_s = Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

Le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni (**depositi coesivi**), infine, permettono di escludere l'instaurarsi di fenomeni di alterazione locale (liquefazione) delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni.

La verifica a liquefazione è stata omessa in quanto ricorre almeno una delle condizioni di esclusione previste nel § 7.11.3.4.2 del D.M. 14 gennaio 2008 – *Norme tecniche per le costruzioni*.

Introduzione alla RSL

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata in prima approssimazione con riferimento alle categorie di sottosuolo di cui al § 3.2.2. Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione $a_{max} = S_s \cdot a_g$ dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

L'analisi della risposta sismica locale presuppone un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, che sono state determinate mediante specifiche indagini e prove.

Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A).

L'analisi della risposta sismica locale è stata effettuata attraverso:

- definizione dell'input sismico;
- stima dell'accelerazione di base (a_g);
- dati di disaggregazione;
- estrazione degli accelerogrammi di input
- analisi della risposta sismica locale.

Nell'analisi si sono utilizzati i seguenti strumenti/software:

geostru ps	www.geostru.com
spettri-NTCver.1.0.3.xls	Consiglio Superiore dei lavori Pubblici
REXEL v3.5	(REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis; Iervolino I., Galasso C., Cosenza E.)
STRATA	Geotechnical Engineering Center – University of Texas

Definizione dell'input sismico

Per la scelta delle coordinate nel sistema ED50 del sito si è utilizzato l'applicativo di GEOSTRU.

L'opera è stata attribuita alla classe IV al quale si è attribuito una vita nominale $V_n = 100$ anni, a cui corrisponde un periodo di riferimento per l'azione sismica di anni 200.

- Categoria del sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1

Da cui deriva un tempo di ritorno per la salvaguardia della vita (SLV) pari a 1898 anni. Per lo stato limite dell'operatività (SLO) il tempo di ritorno è invece pari a 120 anni.

In base a tali dati si hanno i seguenti spettri di risposta per quello che riguarda la pericolosità del sito.

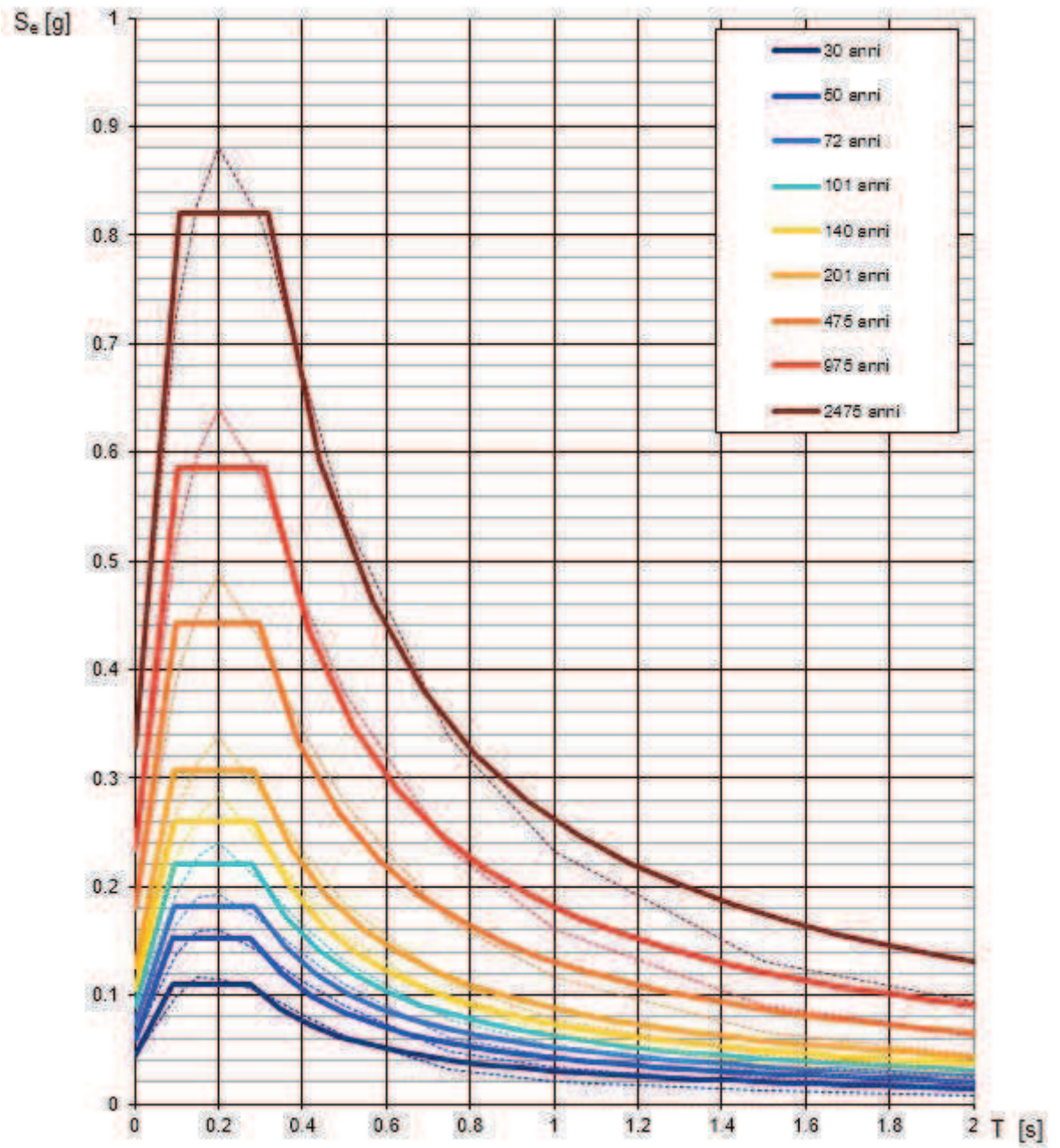


Figura 1 – spettri di risposta rappresentativi della pericolosità del sito

Da cui si hanno i seguenti spettri di risposta elastica per quello che riguarda la definizione dei parametri di progetto per lo SLV.

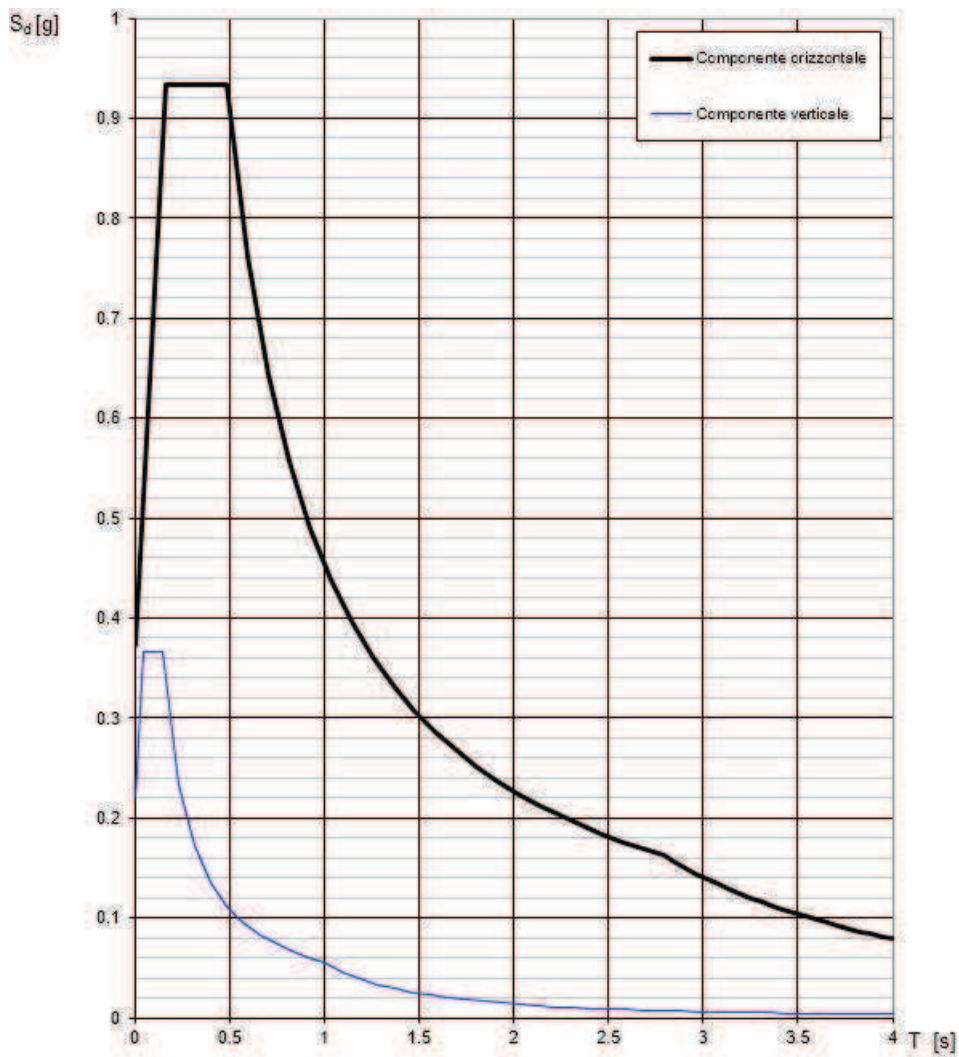


Figura 2 – Spettri di risposta elastico per la SLV

Sulla base di questa analisi derivano i seguenti parametri indipendenti e dipendenti dello spettro di risposta elastico per lo SLV:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.298 g
F_o	2.502
T_C^*	0.316 s
S_S	1.253
C_C	1.535
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.253
η	1.000
T_B	0.162 s
T_C	0.485 s
T_D	2.792 s

Figura 3 – Parametri dipendenti e indipendenti dello spettro di risposta elastico (SLV)

Per quello che riguarda gli spettri di risposta elastici per lo stato limite SLO si hanno gli spettri di risposta riportati nella figura seguente con i relativi parametri dipendenti ed indipendenti.

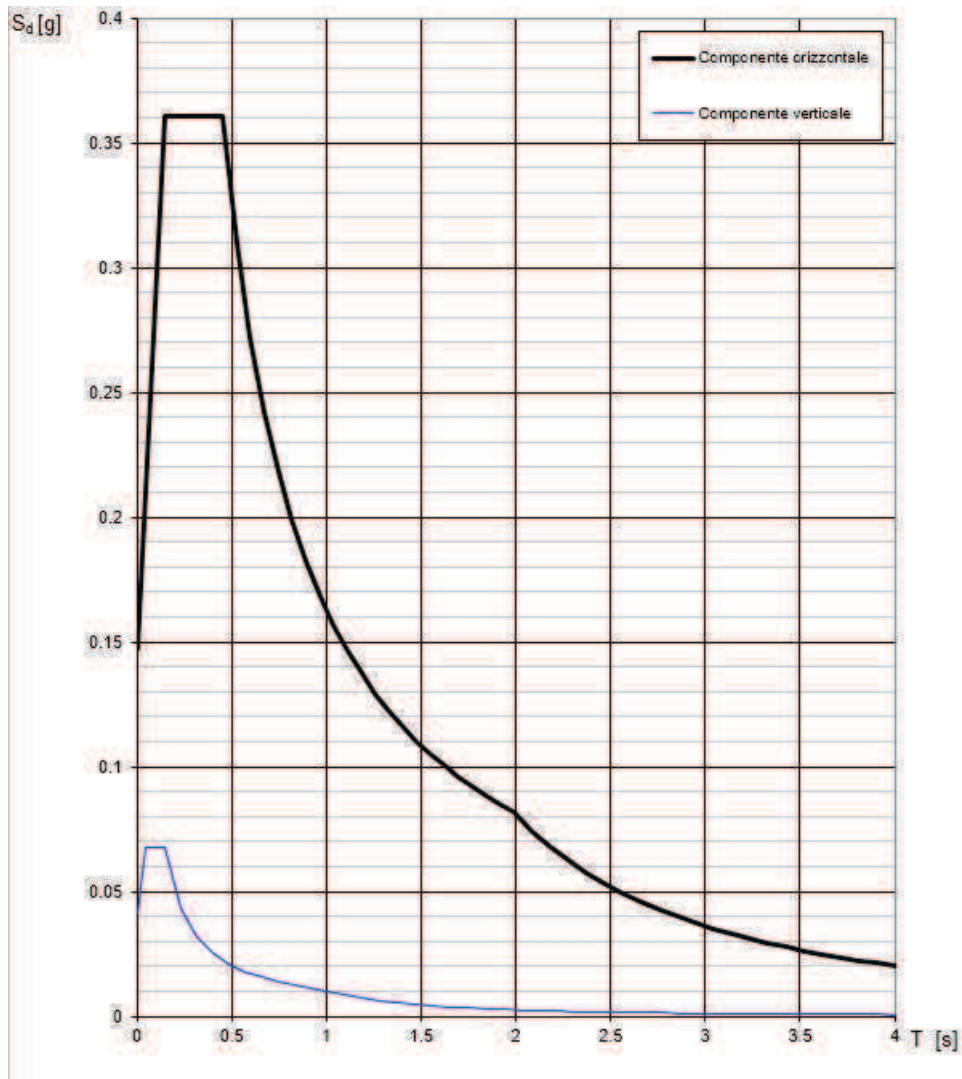


Figura 4 – Spettri di risposta elastici per lo SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_2	0.098 g
F_0	2.447
T_C	0.283 s
S_S	1.500
C_C	1.592
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.150 s
T_C	0.451 s
T_D	1.993 s

Figura 5 – parametri indipendenti e dipendenti dello spettro di risposta elastico per la componente orizzontale per lo SLO

Definizione dei dati di disaggregazione

L'estrazione degli accelerogrammi di input sismo-compatibili prevede la determinazione la definizione delle magnitudo attese e delle distanze ipocentrali relative ai terremoti da prendere come riferimento.

Devono essere dunque definiti i dati di disaggregazione sismica (variabilità in termini di magnitudo e distanza) ottenuti consultando il database dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia al sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>.

Dalla mappa interattiva di pericolosità sismica, dove sono rappresentati sui nodi di riferimento alcuni parametri, tra cui l'accelerazione al sito a_g , è possibile osservare i valori dell'accelerazione a_g relativa ad una determinata probabilità di superamento in funzione di un dato numero di anni.

Stato limite SLV

Nella figura seguente sono rappresentati i nodi relativi all'accelerazione a_g con probabilità di superamento del 2% in 50 anni, che corrisponde ad un periodo di ritorno pari a $T_R = 2474$ anni (valore superiore e più prossimo al periodo di riferimento per lo SLV di 1898 anni).

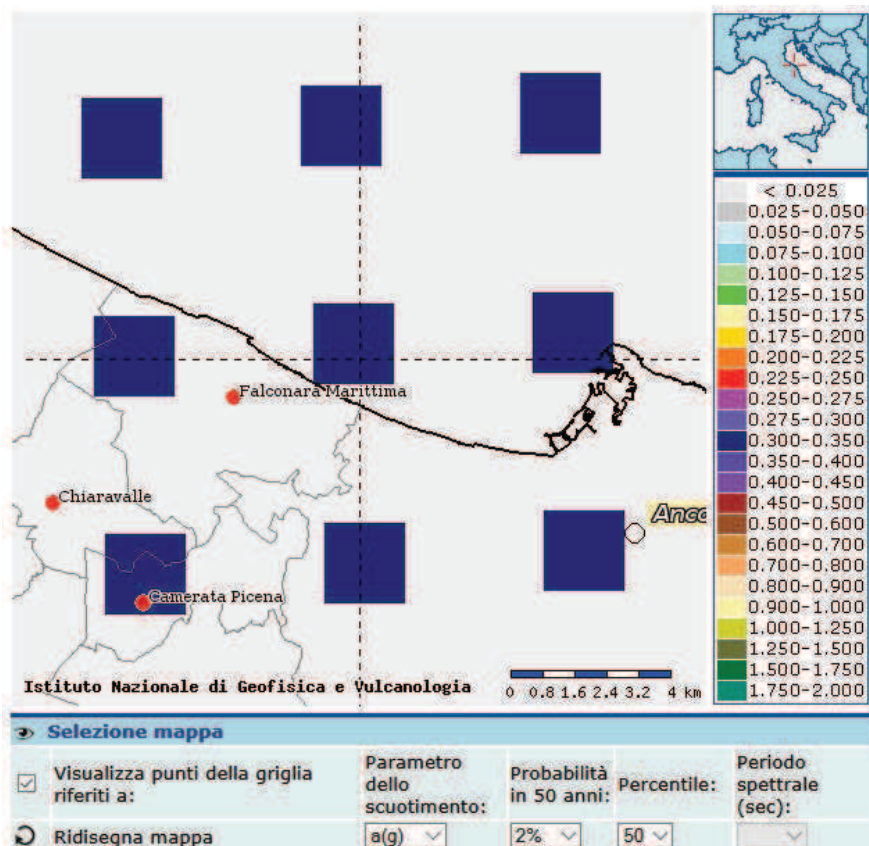


Figura 6 – Nodi con rappresentati i valori di a_g con probabilità di superamento del 5% in 50 anni (da Mappe interattive di pericolosità sismica; INGV).

I dati di disaggregazione dei valori di $a(g)$ in corrispondenza del nodo prossimo all'impianto in oggetto sono riportati nella matrice e nella tabella seguenti:

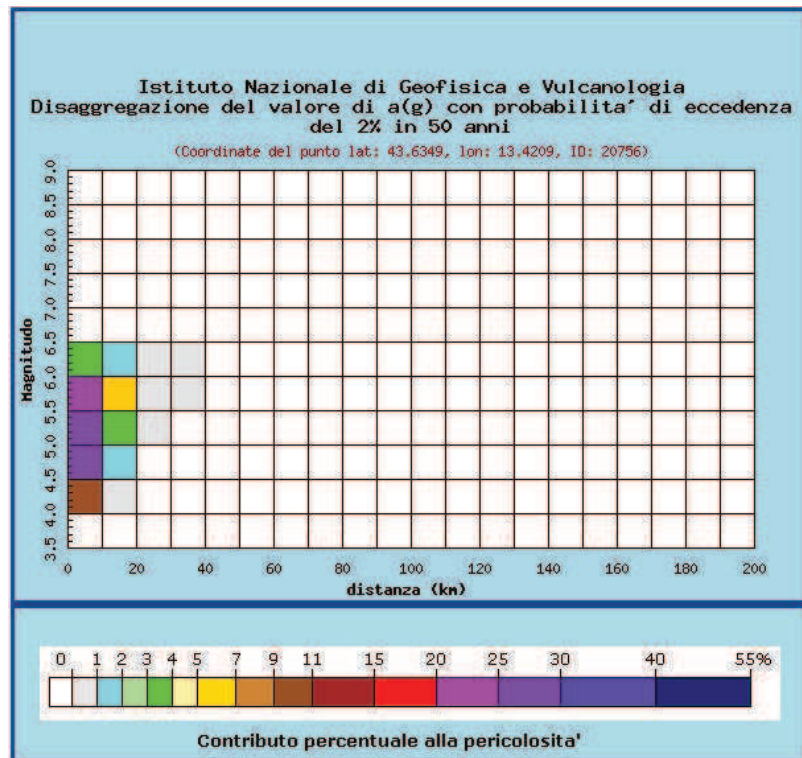


Figura 7 – dati di disaggregazione del valore di $a(g)$ (valido per un tempo di ritorno di 2474 anni)

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilita' di eccedenza del 2% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.6349, lon: 13.4209, ID: 20756)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.030	25.900	26.300	22.000	3.640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.035	1.100	3.630	6.170	1.440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.022	0.472	0.261	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.230	5.750	1.170

Figura 8 – tabella dei valori di $a(g)$ disaggregati

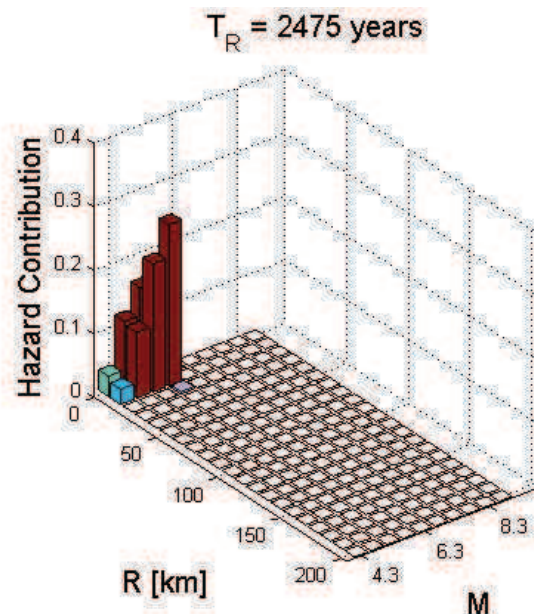


Figura 9 – rappresentazione grafica dei valori di disaggregazione di $a(g)$

Dalla disaggregazione dei valori di $a(g)$ si può dunque ricavare i seguenti dati della pericolosità sismica:

- Accelerazione massima al sito $a(g) = 0.35g$
- Magnitudo M compresa tra 4 e 6.5
- Distanza R compresa tra 0 e 20 km

Stato limite SLO

Nella figura seguente sono rappresentati i nodi relativi all'accelerazione a_g con probabilità di superamento del 30% in 50 anni, che corrisponde ad un periodo di ritorno pari a $T_R = 140$ anni (valore superiore e più prossimo al periodo di riferimento per lo SLO di 120 anni).

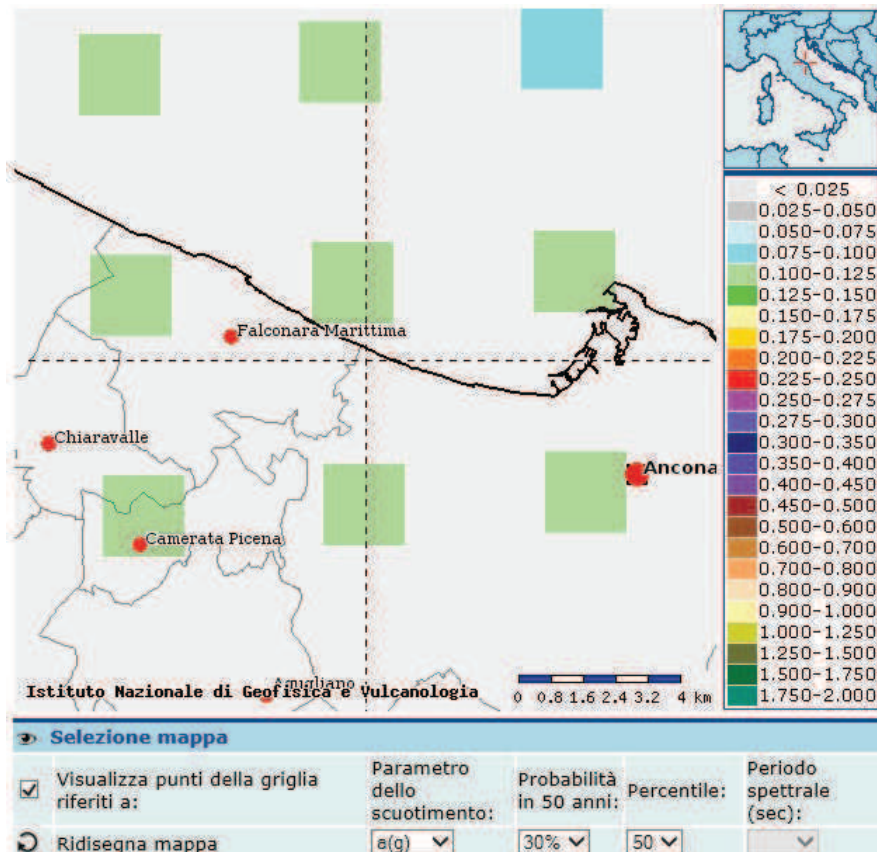


Figura 10 – Nodi con rappresentati i valori di a_g con probabilità di superamento del 30% in 50 anni (da Mappe interattive di pericolosità sismica; INGV).

I dati di disaggregazione dei valori di $a(g)$ in corrispondenza del nodo prossimo all'impianto in oggetto sono riportati nella matrice e nella tabella seguenti:

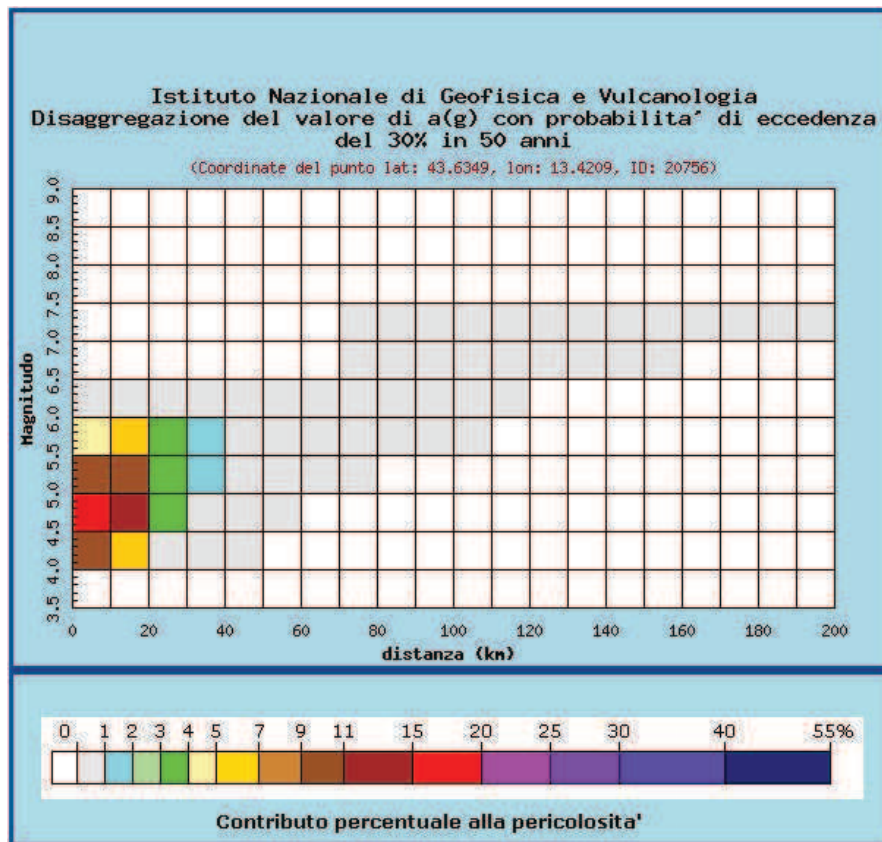


Figura 11 – dati di disaggregazione del valore di $a(g)$ (valido per un tempo di ritorno di 140 anni)

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilita' di eccedenza del 30% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.6349, lon: 13.4209, ID: 20756)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	10.200	18.200	9.970	4.840	0.587	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.010	12.200	9.960	6.710	0.967	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.924	3.180	3.840	3.610	0.894	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.102	0.765	1.420	1.770	0.760	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.113	0.509	0.853	0.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.005	0.154	0.419	0.312	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.028	0.195	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.002	0.072	0.128	0.016	0.015	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.072	0.033	0.032	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.032	0.033	0.036	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.027	0.034	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.020	0.029	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.021	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.014	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.009	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.070	14.500	0.403

Figura 12 – tabella dei valori di $a(g)$ disaggregati

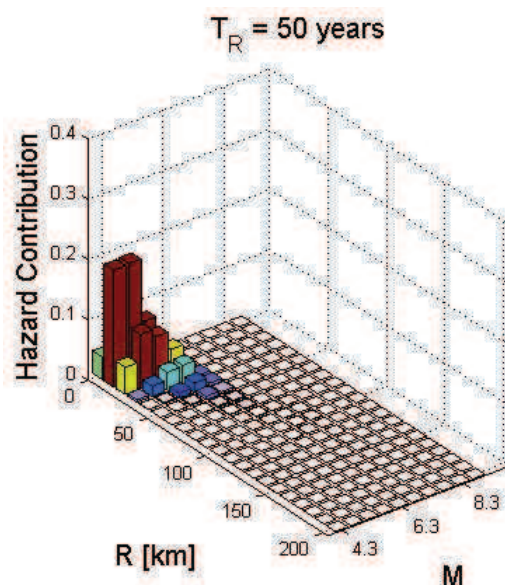


Figura 13 – rappresentazione grafica dei valori di disaggregazione di $a(g)$

Dalla disaggregazione dei valori di $a(g)$ si può dunque ricavare i seguenti dati della pericolosità sismica:

- Accelerazione massima al sito $a(g) = 0.125g$
- Magnitudo M compresa tra 4.0 e 6.0
- Distanza R compresa tra 0 e 40 km

Determinazione accelerogrammi di input

Sulla base dei parametri individuati nella fase precedente, si è proceduto all'estrazione degli accelerogrammi di input.

Per tale procedura si è utilizzato il software Rexel v3.5 sviluppato dalla ReLuis di Napoli da Iervolino, Galasso e Cosenza¹.

Il software consente l'estrazione di accelerogrammi di input per applicazioni ingegneristiche, derivanti da registrazioni di eventi naturali disponibili in più banche dati italiane o europee.

Sulla base dei dati di input si sono individuati 2 x 126 records, relativi a 89 eventi (la ricerca è stata focalizzata sugli eventi più critici con magnitudo compresa tra $M = 4.0$ e $M = 6.0$ in un raggio di 40 km).

La rappresentazione preliminare degli spettri di risposta individuati sono riportati nella figura seguente.

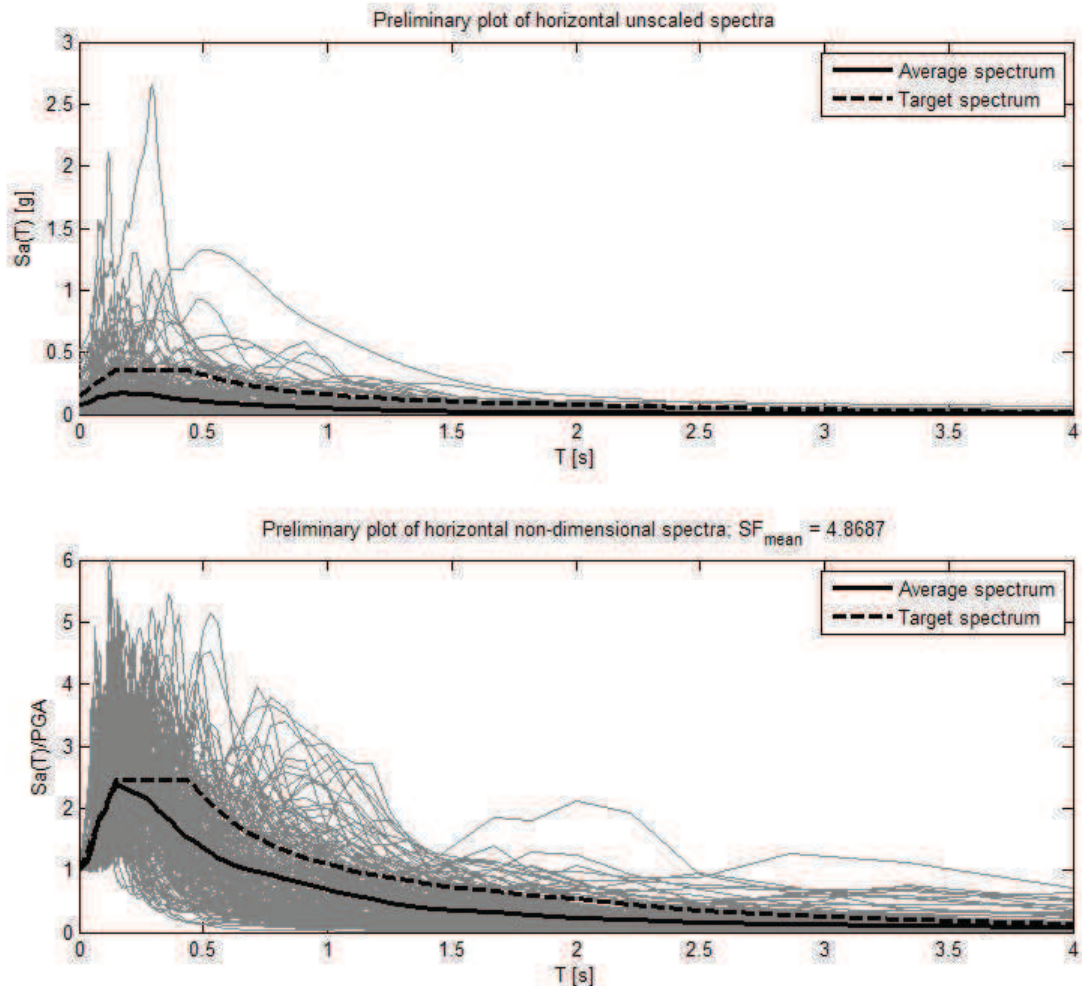


Figura 14 – spettri di risposta individuati (non scalati e scalati)

¹ REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structure analysis; Iervolino I., Galasso C., Cosenza E.)

Gli accelerogrammi di riferimento sono stati ricercati nell'intervallo compreso tra 0.1 s e 2 s, intervallo significativo per la struttura in progetto, con una tolleranza superiore del 30% e del 10% per quella inferiore.

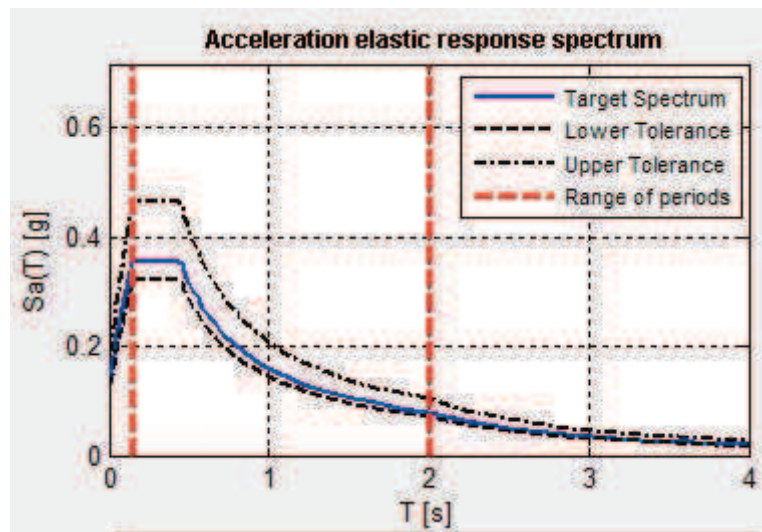


Figura 15 - rappresentazione grafica dei limiti imposti al programma per la determinazione degli accelerogrammi di riferimento.

In Figura 16 sono riportati i risultati ottenuti con gli spettri di risposta relativi ai 7 accelerogrammi individuati ed i relativi fattori di scala.

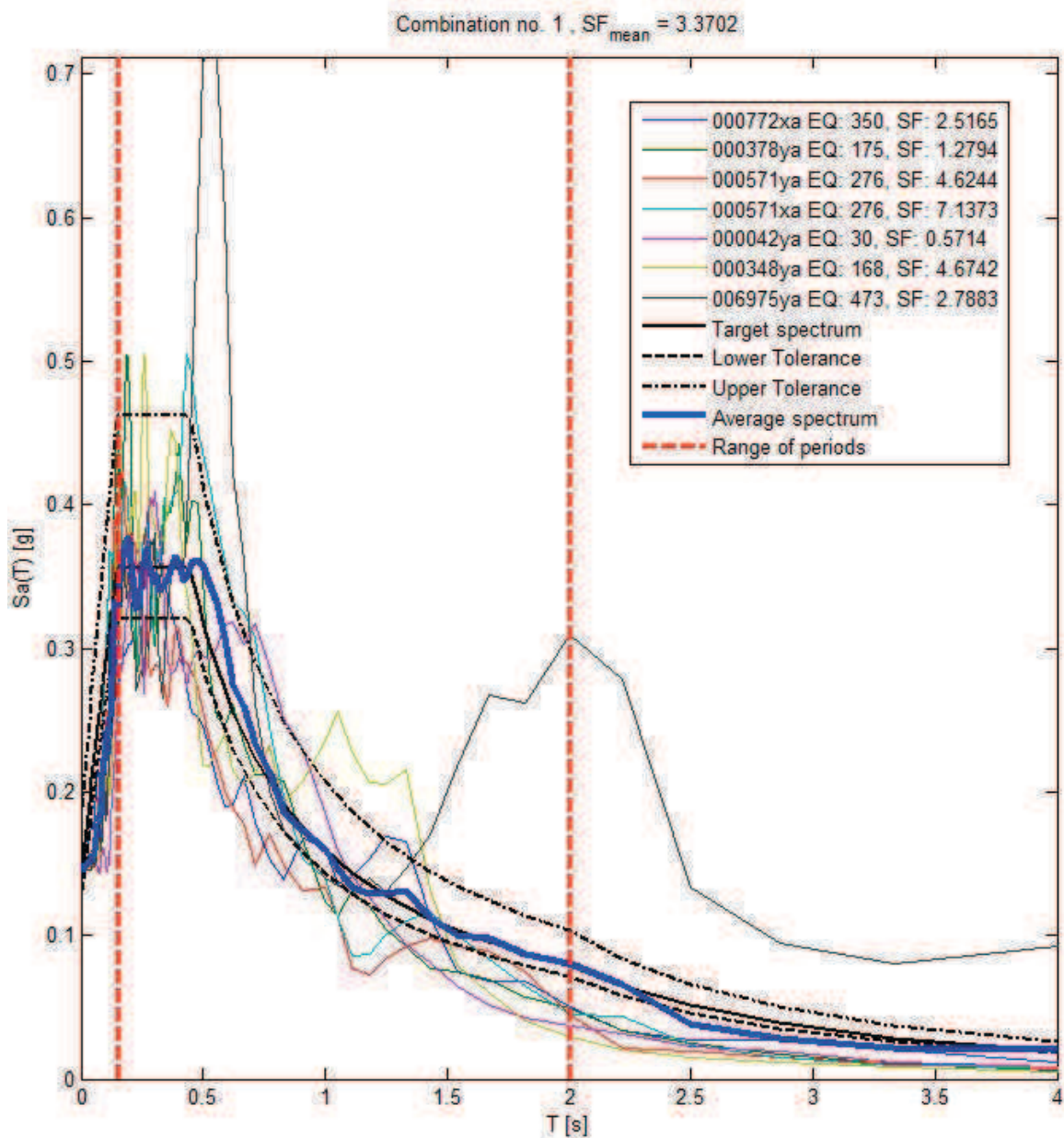
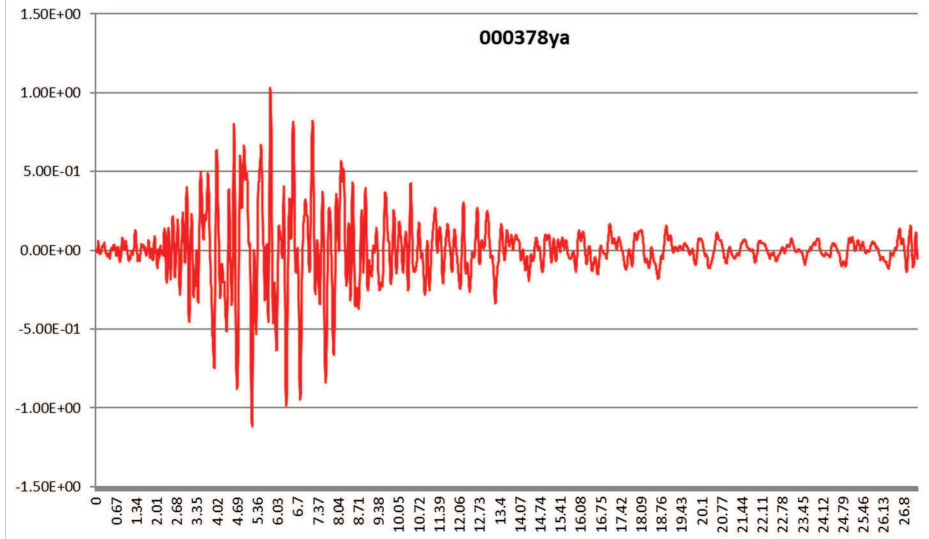
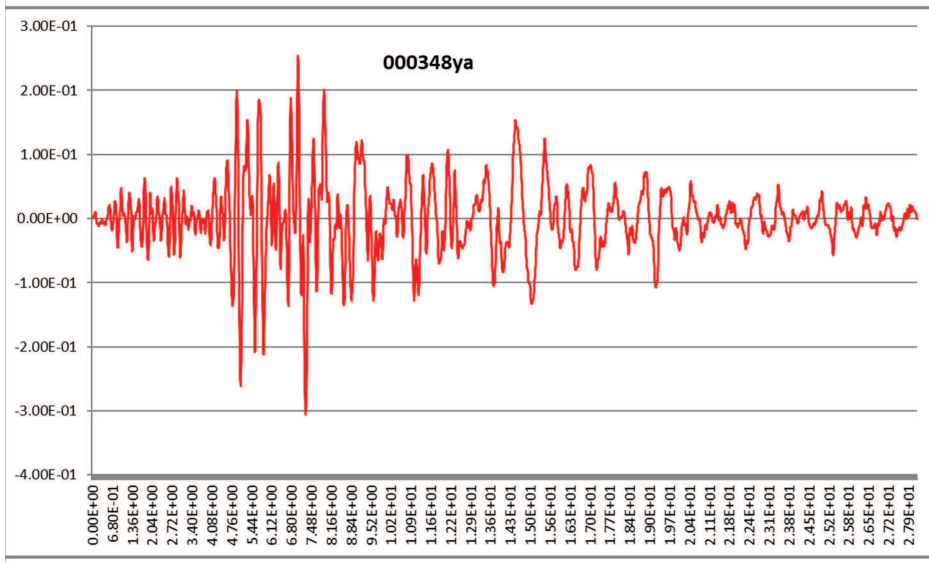
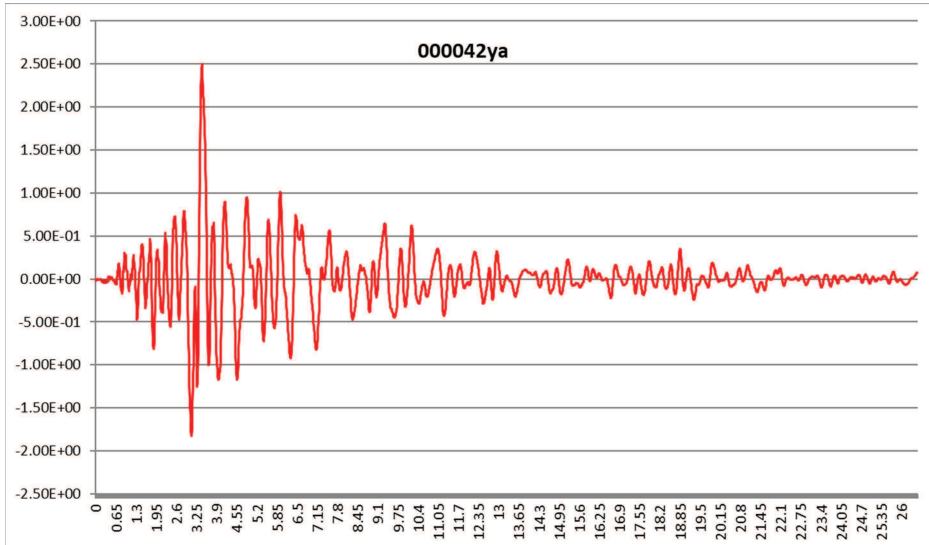
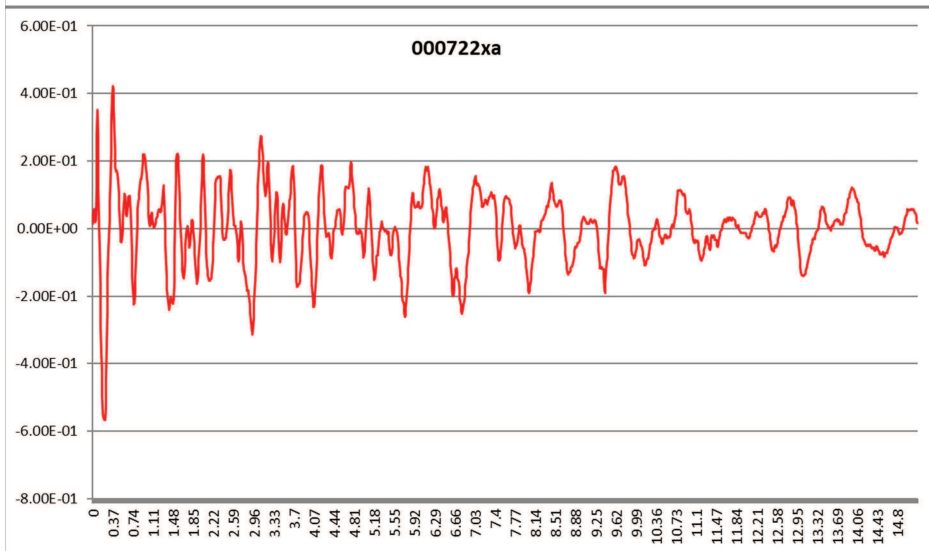
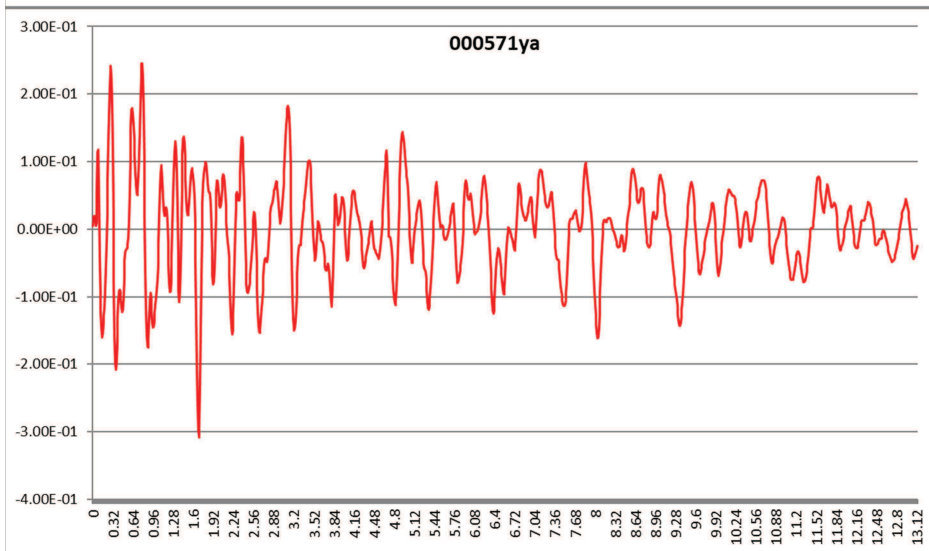
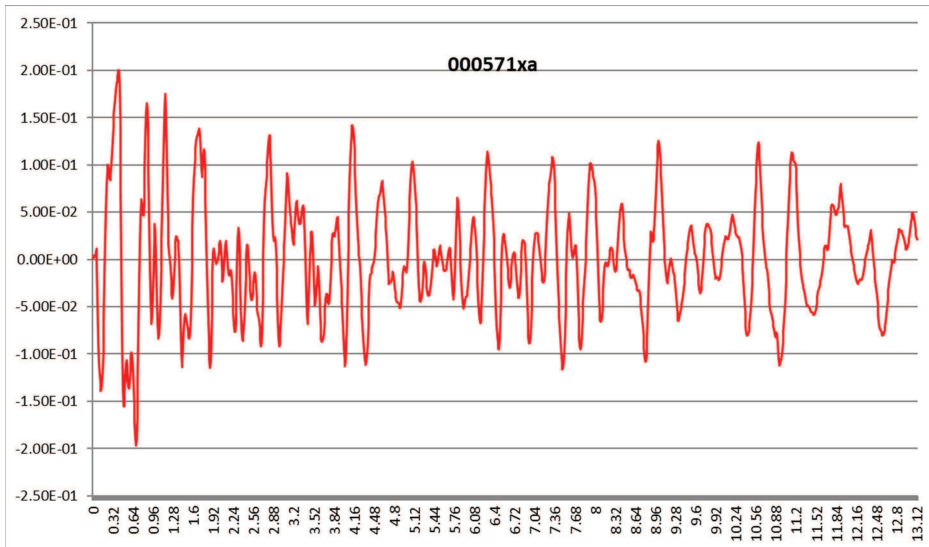


Figura 16 – spettri di risposta elastica dei 7 sismogrammi individuati rapportati con quello target ed i relativi limiti imposti nell'analisi

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s ²]	PGA_Y [m/s ²]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
772	350	ST223	Umbria Mar	03/10/1997	5.3	normal	20	0.5673	0.405	0.0475	0.0284	6.5182	9.2891	0.75623	0.72316	C
378	175	ST152	Lazio Abruz:	07/05/1984	5.9	normal	16	1.4437	1.1158	0.1117	0.0789	7.9277	12.3247	1.286	0.6418	C
571	276	ST215	Patras	14/07/1993	5.6	strike slip	37	0.2	0.3087	0.0215	0.0181	11.0752	10.7341	0.64345	0.69563	C
571	276	ST215	Patras	14/07/1993	5.6	strike slip	37	0.2	0.3087	0.0215	0.0181	11.0752	10.7341	0.64345	0.69563	C
42	30	ST8	Ionian	04/11/1973	5.8	thrust	15	5.1459	2.4983	0.57	0.255	2.8916	4.9196	0.80772	0.94349	C
348	168	ST126	Kefallinia (a	23/03/1983	5.2	normal	11	0.4999	0.3054	0.0418	0.0231	8.4672	12.4102	0.96984	0.99857	C
6975	473	ST3272	Izmit (afters	13/09/1999	5.8	oblique	26	0.6464	0.512	0.0613	0.0735	10.4374	13.0052	0.44748	0.48349	C
mean:					5.6		23.142857	1.243314	0.779129	0.125043	0.070729	8.341786	10.48814	0.793451	0.740256	

Figura 17 – eventi selezionati dall'analisi, dai quali sono stati ricavati gli accelerogrammi





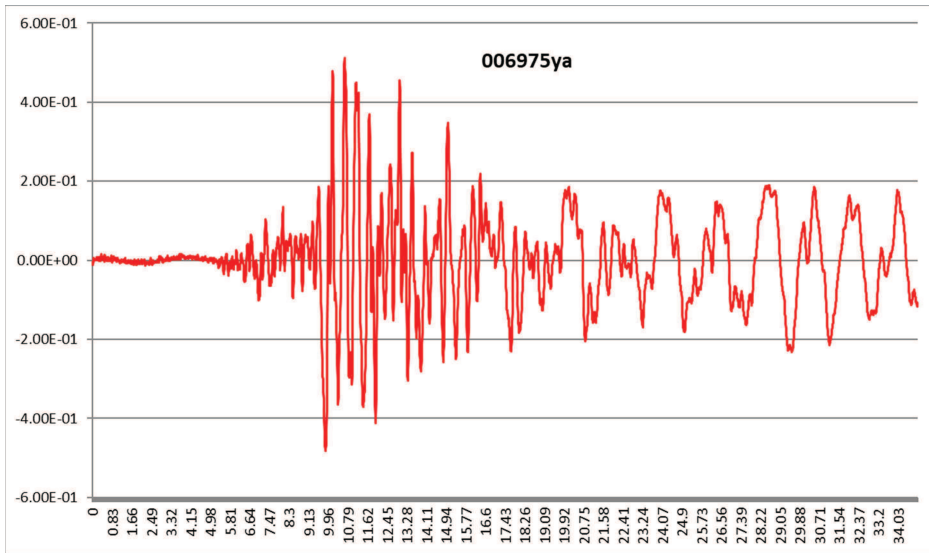


Figura 18 – n. 7 accelerogrammi selezionati nell'analisi come rappresentativi della sismicità del sito (m/s^2)

Risposta sismica locale

L'analisi della risposta sismica locale è stata eseguita con il software STRATA della Geotechnical Engineering Center – University of Texas.

I parametri generali presi in considerazione sono:

- Metodo lineare equivalente o EGL – analisi 1D;
- Parametri di input: n. 7 accelerogrammi selezionati come da paragrafo precedente;
- Smorzamento del bedrock sismico pari al 1%;
- Modellazione terreni secondo Idris (1990);
- Falda presente alla profondità di 34 m dal p.c.

Dalle indagini risulta inoltre il tetto del bedrock sismico alla profondità di 16 m dal p.c. ($V_s = 994$ m/s) “metodo cautelativo”.

Al tetto del bedrock sismico lo spettro elastico atteso della risposta sismica locale agli SLV è riportato nella figura 19. Nella tabella successiva sono riportati i parametri indipendenti e dipendenti di tale spettro di risposta.

Analogamente, per la profondità di 2.0 m dal p.c, lo spettro di risposta elastica è riportato nella figura 20. In questo caso, per lo spettro di risposta normalizzato si sono utilizzati i parametri indipendenti ricavati dall'analisi territoriale con il foglio di calcolo: spettri-NTCver.1.0.3.xls del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici.

Ottimizzando lo spettro di risposta normalizzato per meglio approssimare quello medio ricavato dall'analisi di risposta sismica locale, si ha lo spettro riportato in Figura con i relativi parametri indipendenti e dipendenti della tabella successiva.

Stato Limite Salvaguardia Vita (SLV)

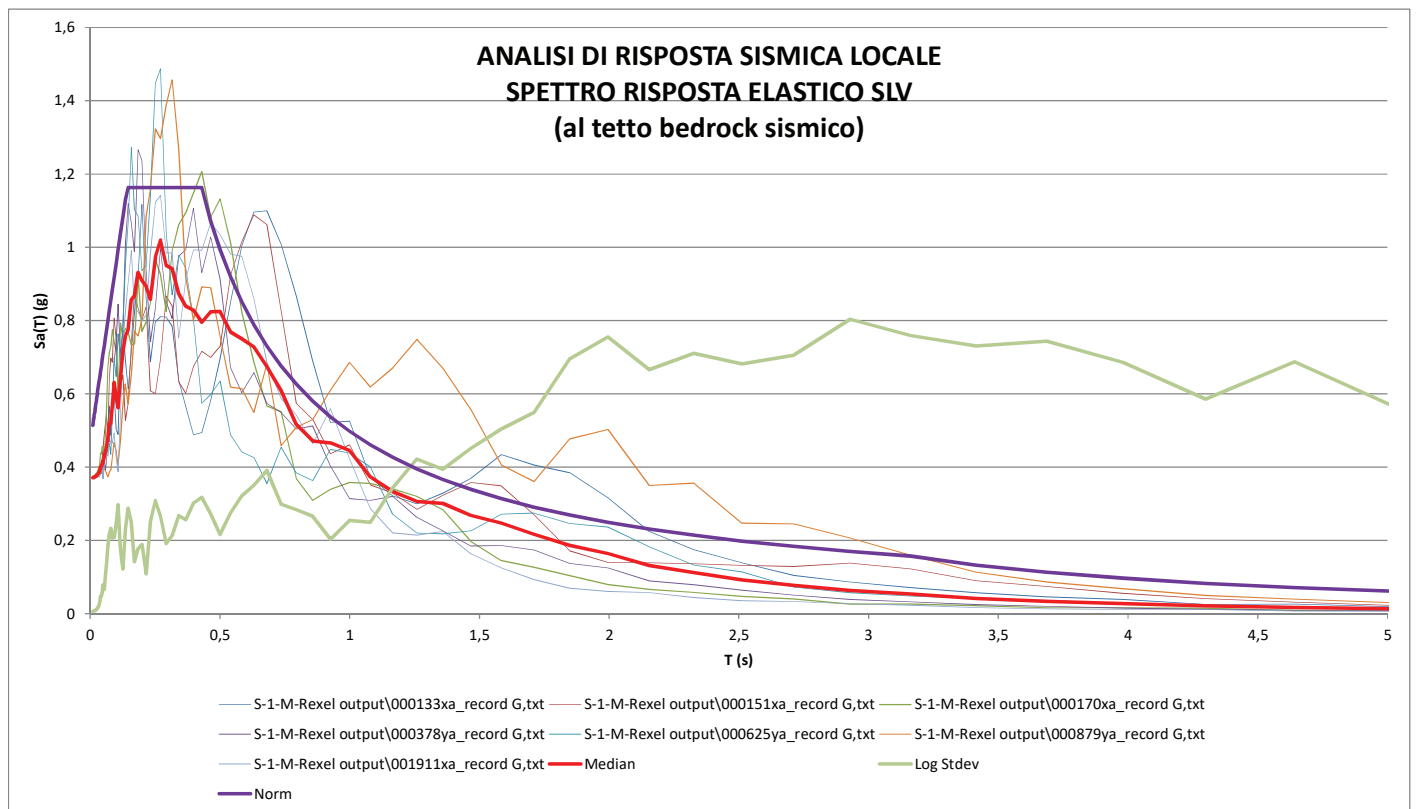


Figura 19 – spettro di risposta sismica elastico agli SLV al tetto del bedrock sismico

Ag	0,371
F0	2,502
Tc*	0,316
Ss	1,253
Cc	1,354
St	1
q	1
S	1,253
h	1
Tb	0,142621 s
Tc	0,427864 s
Td	3,084 s

Tabella 7 – principali parametri indipendenti e dipendenti dello spettro di risposta elastico al bedrock sismico (SLV)

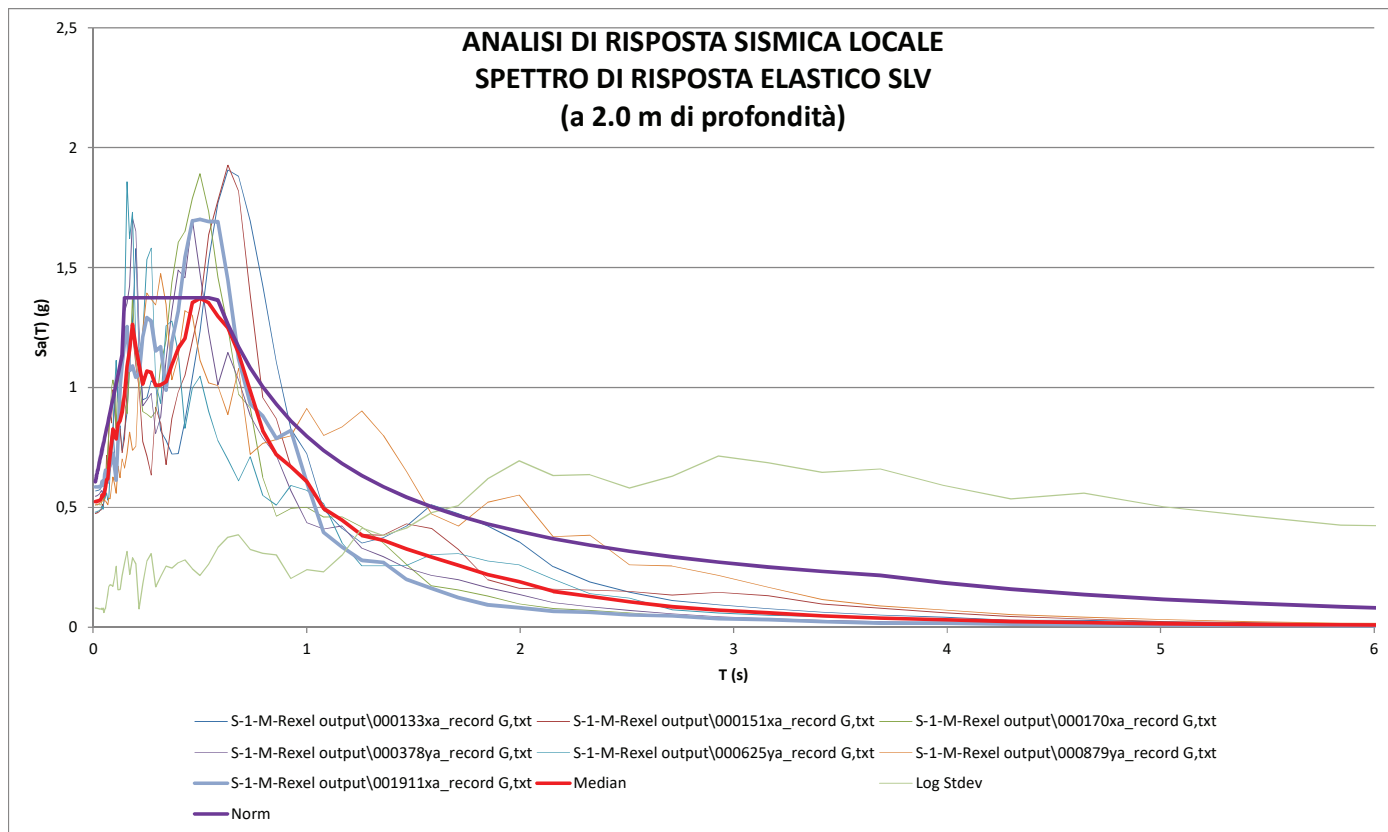


Figura 20 - spettro di risposta sismica elastico agli SLV a 2 m di profondità. Lo spettro normalizzato è stato ottimizzato iterativamente per approssimare lo spettro medio ricavato dall'analisi di risposta sismica locale.

Ag	0,523881
F0	2,431
Tc*	0,354
Ss	1,079
Cc	1,354
St	1
q	1
S	1,079
h	1
Tb	0,193333 s
Tc	0,58 s
Td	3,695525 s

Tabella 8 – principali parametri indipendenti e dipendenti dello spettro di risposta elastico normalizzato a -2 m di profondità ottimizzando lo spettro su quello medio.

Stato Limite Operativo (SLO)

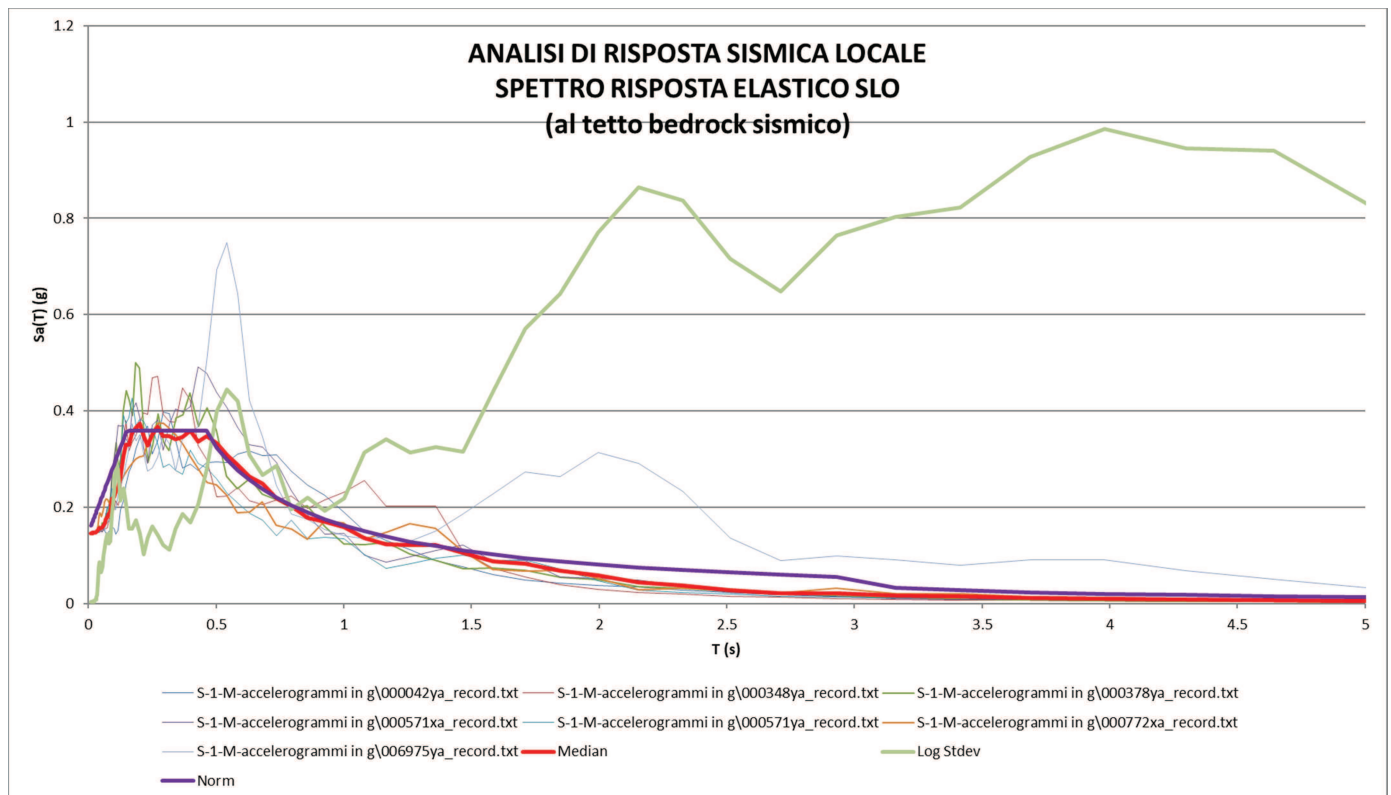


Figura 21 - spettro di risposta sismica elastico agli SLV al tetto del bedrock sismico

Ag	0.098
F0	2.447
Tc*	0.283
Ss	1.5
Cc	1.592
St	1
q	1
S	1.5
η	1
Tb	0.150 s
Tc	0.451 s
Td	1.992 s

Tabella 9 – principali parametri indipendenti e dipendenti dello spettro di risposta elastico normalizzato al tetto del bedrock ottimizzando lo spettro su quello medio per lo SLO.

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00
Data ricevimento campione	28.04.2017	Verbale accettazione	432/17
Data certificati	05.05.2017	Procedura operativa	

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG				
Contenuto in acqua	Wn	33,40	%	Limite di liquidità	LL	54	%	
Peso di volume umido	γ	1,94	g/cmc	Limite di plasticità	LP	24,6	%	
Peso di volume secco	γ_d	1,46	g/cmc	Limite di ritiro	LR		%	
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL	0,30		
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	29,4		
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	0,7		
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS			
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A			
Tenore CaCO ₃			%	Sensibilità	St			
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE				
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc	94	KPa	
Ghiaia	G		%		Deformazione a rottura	ev	4,8	%
Sabbia	S	5,1	%	PP-VT				
Limo+argilla	L+A		%	Pocket penetrometer	da		a	
Limo	L	56,2	%		PP	140	220	KPa
Argilla	A	38,7	%	Vane Test	VT	60	110	KPa
Coeff. di uniformità	U							
Classificazione CNR-UNI 10006								
PROVA DI TAGLIO DIRETTO								
Test CD	Angolo di attrito	f'	17,1	°	Coesione efficace	c'	28,6	KPa
Test CU	Angolo di attrito	f _{cu}		°	Coesione non drenata	cu		KPa
Test CR	Angolo di attrito	f _r		°	Coesione residua	cr		KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE								
Test CD	Angolo di attrito	f'		°	Coesione efficace	c'		KPa
Test CU	Angolo di attrito	f _{cu}		°	Coesione non drenata	ccu		KPa
Test CR	Angolo di attrito	f _{uu}		°	Coesione non drenata	cuu		KPa
PROVA EDOMETRICA								
Modulo edometrico	Ed		KPa	Gradino di carico	s		KPa	
Coeff. di consolidazione	Cv		cmq/sec	Indice di rigonfiamento	Cs			
Coeff. di compress. edom.	Mv		mq/KN					
Coeff. di permeabilità	K		m/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%	

Note:

Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	02.05.2017	Procedura operativa	IST 06/01

APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)

Contenitore	fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	58 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
1,9	2,2	0,9	1,1	Volumetria	10 cm	Limo argilloso variegato da grigio scuro a nocciola - verdastro.
				Aerometria	20 cm	
				Limiti di Atterberg		
				Taglio Casagrande CD	30 cm	
1,4	1,6	0,6	0,8	ELL	40 cm	
					50 cm	
1,8	2,0	0,8	0,9		60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICACertificato n. **432/17.1**Data certificato **05.05.2017**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00
Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	02.05.2017	Procedura operativa	

PARAMETRI CALCOLATI*sulla base dei risultati di prova*

DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	γ	1,94	Mg/m ³
<i>Umidità allo stato naturale</i>	W	33,40	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	T	19	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	γ_r		Mg/m ³

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	δ_w	1,00	Mg/m ³
----------------------------------	------------	------	-------------------

PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	γ_w		Mg/m ³
<i>peso di volume secco</i>	γ_d	1,46	Mg/m ³
<i>indice dei vuoti</i>	e		
<i>porosità</i>	n		%
<i>grado di saturazione</i>	S_r		%

Certificato n. **432/17.2**Data certificato **05.05.2017**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00
Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	02.05.2017	Procedura operativa	IST 06.03

PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

<i>volume (cm³)</i>	<i>peso umido (g)</i>
62,19	121,03
62,19	120,76
62,19	120,72

Peso di volume ρ **1,94** Mg/m³



Certificato n. **432/17.2**

Data certificato **05.05.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	02.05.2017	Procedura operativa	IST 06.02

UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
121,03	90,48
120,76	90,57
120,75	90,72

Umidità allo stato naturale **W** **33,40** %Certificato n. **432/17.2**Data certificato **05.05.2017**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

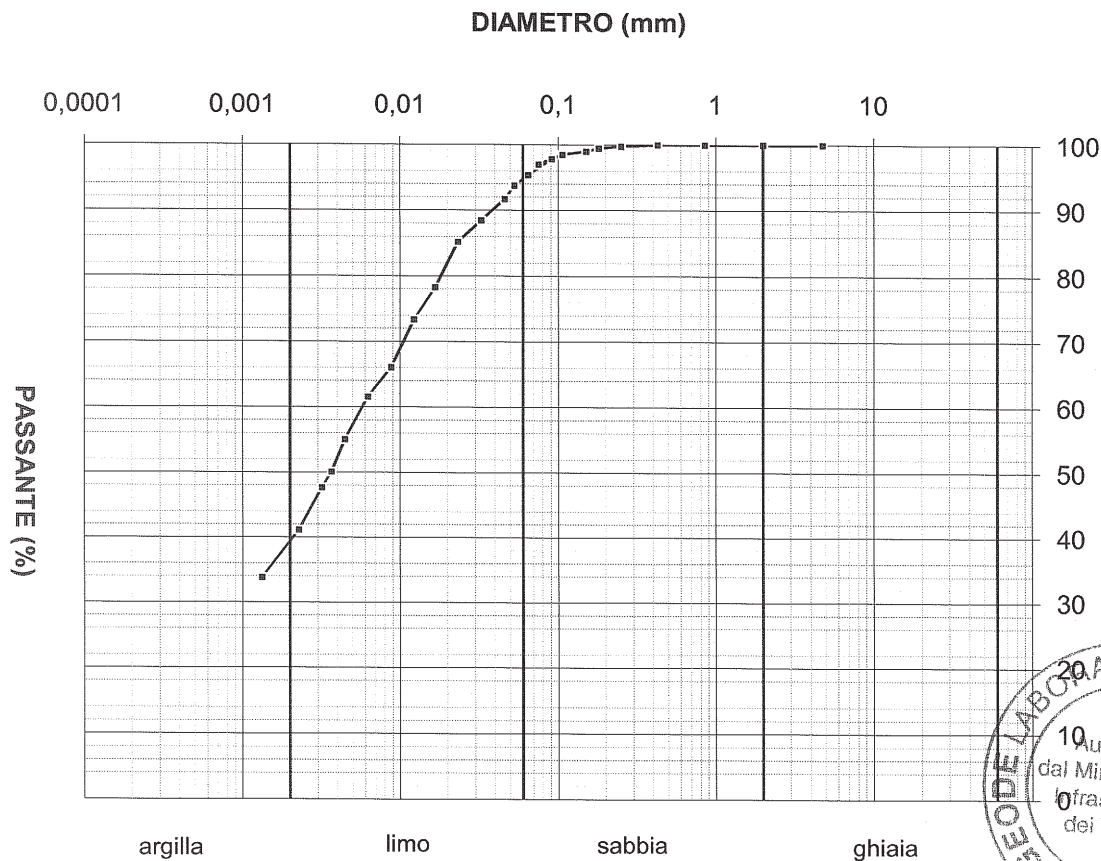
Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	02.05.2017	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)



Descrizione AGI	LIMO CON ARGILLA DEB. SABBIOSO	d10 (mm)	0,0000	d15 (mm)	0,0000
		d60 (mm)	0,0056	d85 (mm)	0,0220

Classificazione UNI-CNR 10006 Coefficiente di uniformità
(d60/d10) **U =**

Certificato n.	432/17.3	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
Data certificato	05.05.2017	Dr. Geol. Marino Mularoni	Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	02.05.2017	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)

peso campione alla sedimentazione (g):	40,00	densimetro utilizzato:	ASTM 151 H
temperatura di prova (°C):	20,0	peso specifico:	2,72

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,091	27,90	97,84
0,5	0,065	27,30	95,39
0,75	0,053	26,90	93,76
1	0,046	26,40	91,72
2	0,033	25,60	88,46
4	0,023	24,80	85,19
8	0,017	23,10	78,26
15	0,012	21,90	73,36
30	0,009	20,10	66,02
60	0,006	19,00	61,53
120	0,004	17,40	55,01
180	0,004	16,20	50,11
240	0,003	15,60	47,66
480	0,002	14,00	41,14
1440	0,001	12,20	33,79
1440	0,001	12,20	33,79

*correzioni applicate:

 $C_m = 0,5$ $C_d = 5$ $C_t = 0,6$

composizione granulometrica	
% ghiaia	0,0
% sabbia	5,1
% limo	56,2
% argilla	38,7

Certificato n. **432/17.3**Data certificato **05.05.2017**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00
Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	02.05.2017	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

SETACCIATURA

peso terreno setacciato (g): 40

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,00	40,00	100,00
0,85	0,00	40,00	100,00
0,425	0,00	40,00	100,00
0,25	0,10	39,90	99,75
0,18	0,20	39,80	99,50
0,15	0,40	39,60	99,00
0,106	0,60	39,40	98,50
0,075	1,20	38,80	97,00



Certificato n. **432/17.3**

Data certificato **05.05.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROF. da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	03.05.2017	Procedura operativa	IST 06.07

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)*limite di liquidità**limite di plasticità*

<i>n° di cadute</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>umidità (%)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>umidità (%)</i>
14	44,16	27,90	58,28	10,39	8,34	24,58
19	62,20	39,79	56,32	8,91	7,14	24,79
26	63,48	41,34	53,56	9,03	7,25	24,6
33						

limite di ritiro

<i>volume umido (cm³)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>volume secco (cm³)</i>	<i>peso secco (g)</i>

<i>(Umidità naturale</i>	W	33,40 %)
--------------------------	---	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	54,00 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	24,60 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	29,40
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	0,30
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	0,70

Certificato n. **432/17.4**Data certificato **10.04.2017**Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

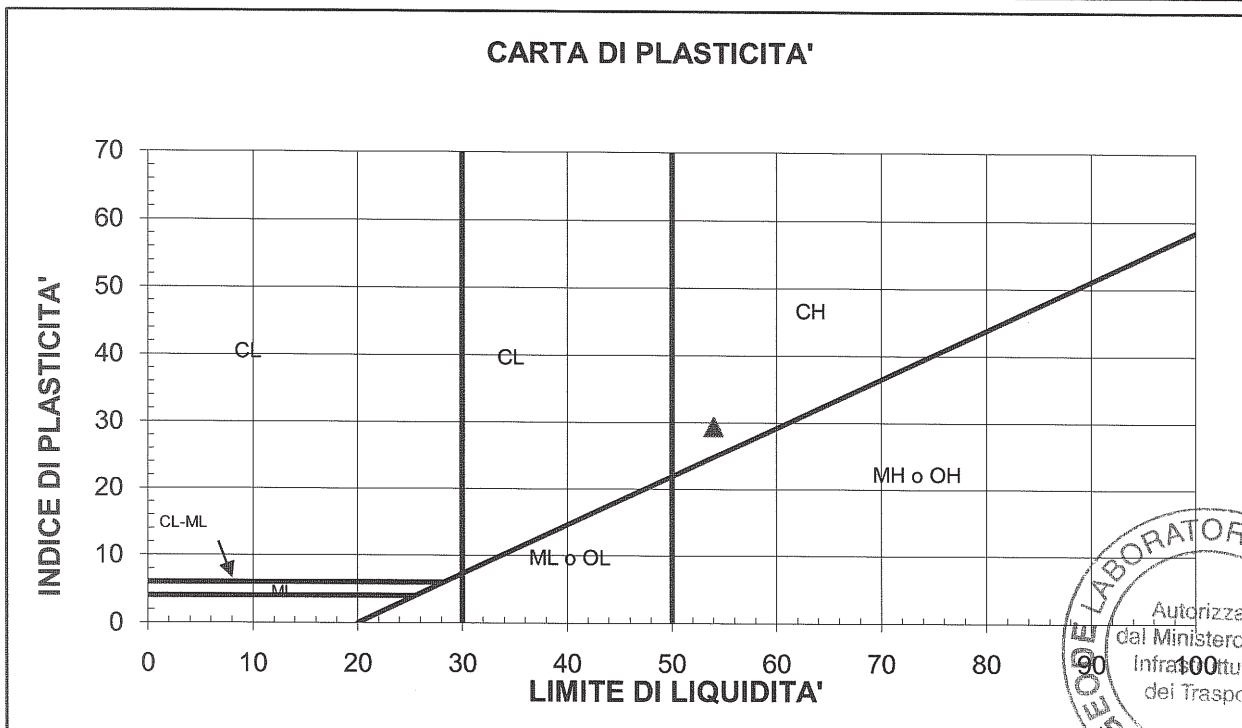
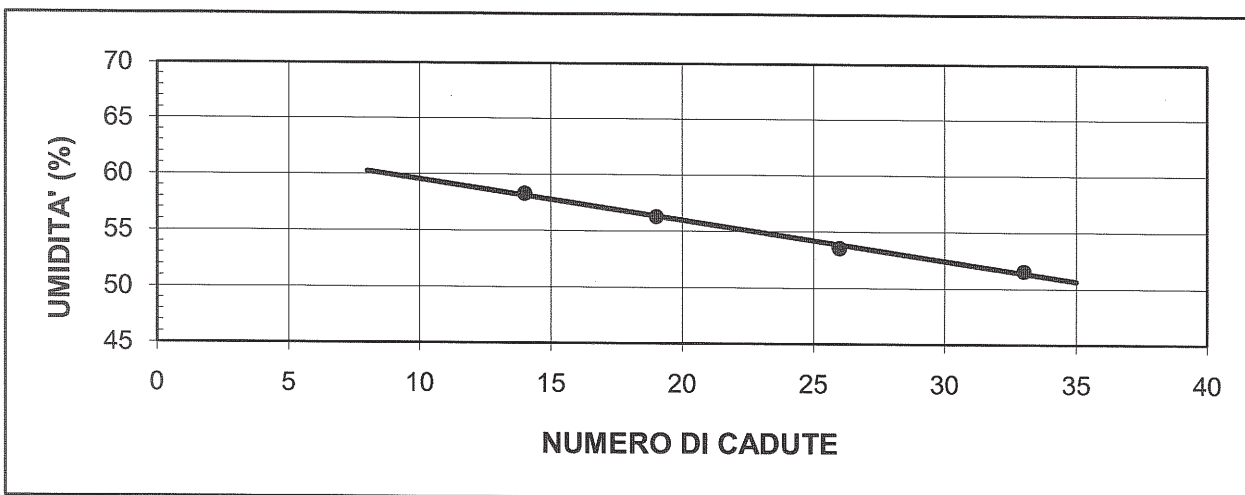
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROF. da m	2,50
RIF.	G17-092	a m	3,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	432/17
Data esecuzione prova	03.05.2017	Procedura operativa	IST 06.07



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

Certificato n. **432/17.4**
Data certificato **10.04.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROF. Da m	2,50
RIF.	G17-092	a m.	3,00
Data ricevimento Campione	28.04.2017	Numero di accettazione	432/17
Data esecuzione Prova	03.05.2017	Procedura operativa	IST 06.11

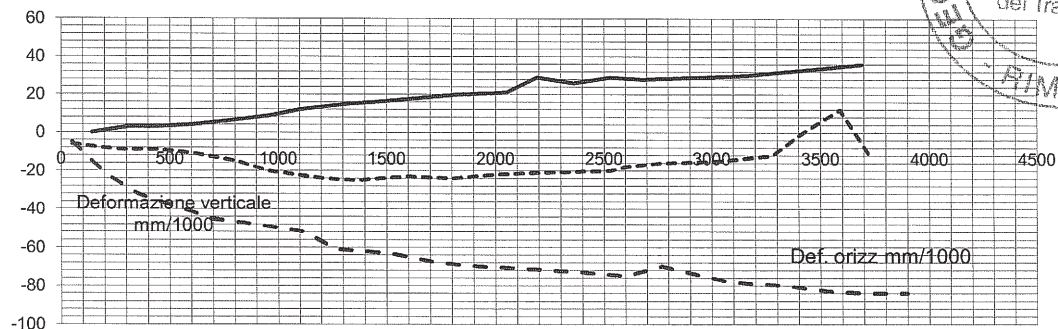
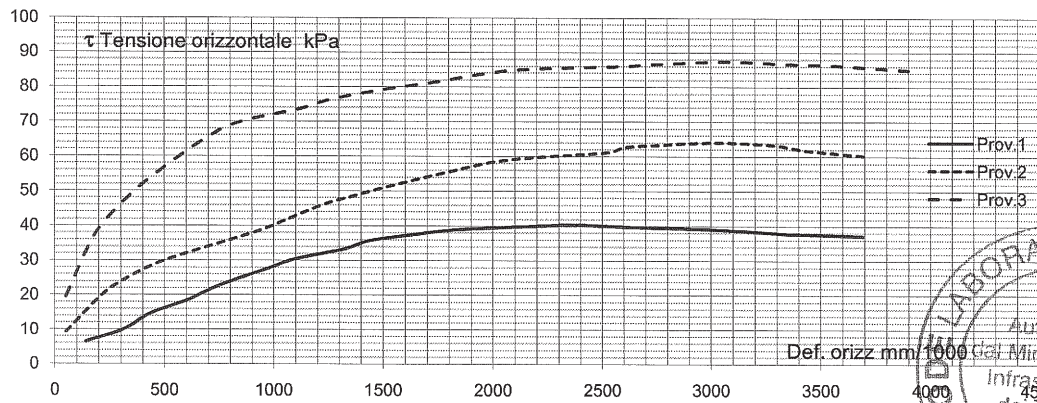
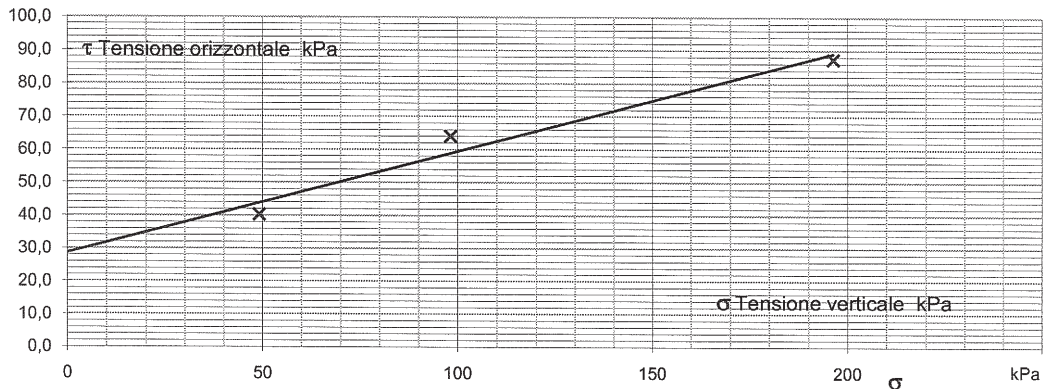
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$ $C' = (\text{kPa})$ **28,6**
Regressione Lineare $\phi' = (^\circ)$ **17,1**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura 40 64 87
Deformazione a rottura 3,933 5,050 5,1



Certificato n. 432/17.5

Data certif. 05.05.2017

Lo Sperimentatore
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	1
LOCALITA'	ANCONA	PROF. Da m	2,50
RIF.	G17-092	a m.	3,00
Data ricevimento Campione	28.04.2017	Numero di accettazione	432/17
Data esecuzione Prova	03.05.2017	Procedura operativa	IST 06.11

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

PROVINI (Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostruito	
Diametro iniziale	mm	ϕ_0	60	60	60	
Altezza iniziale	mm	h_0	22	22	22	
Sezione iniziale	mm ²	A_0	2827	2827	2827	
Volume iniziale	mm ³	V_0	62203	62203	62203	
Peso di volume iniziale	gr/cm ³	γ_0	1,95	1,95	1,94	
Contenuto d'acqua iniziale	%	Wi	29,0	31,5	33,4	
Peso di volume secco	gr/cm ³	γ_d	1,513	1,48	1,46	1,48
Peso specifico dei grani	gr/cm ³	G	2,720	2,720	2,720	2,72
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,39	0,40	0,40	0,40
Porosità	%	n	28,23	28,47	28,63	28,4
Umidità di saturazione	%	Wsat	18,65	19,23	19,66	19,2
Grado saturazione	%	Sr	155,41	163,61	169,66	162,9

CONSOLOLIDAZIONE - PROVA

Pressione di cella	KPa	σ_v	49	98	196	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,006	0,006	0,006	
Altezza inizio prova (post consolidaz)	mm	h	21,45	21,44	21,09	
Tempo per 50 % consolid.	min	t50	0	5	3	
Tempo per arrivare a rottura (stimato)	min	tf	8	272	127	
Deformazione a rottura (stimata)	mm	df		5,0		

FASE DI ROTTURA

Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)				1		
Deformazione a rottura	mm		2,36	3,03	3,08	
Deformazione a rottura	%		3,9	5,1	5,1	
Tempo rottura effettivo	min		420	520	520	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0056	0,0058	0,0059	
Tensione di rottura	KPa	τ	40	64	87	



Note: Macchine Utilizzate:
 Taglio Casagrande Tecnoctest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 432/17.5

Data certif. 05.05.2017

Lo Sperimentatore
 Dott. Stefano Ronci

IL Direttore
 Dott. Marino Mularoni



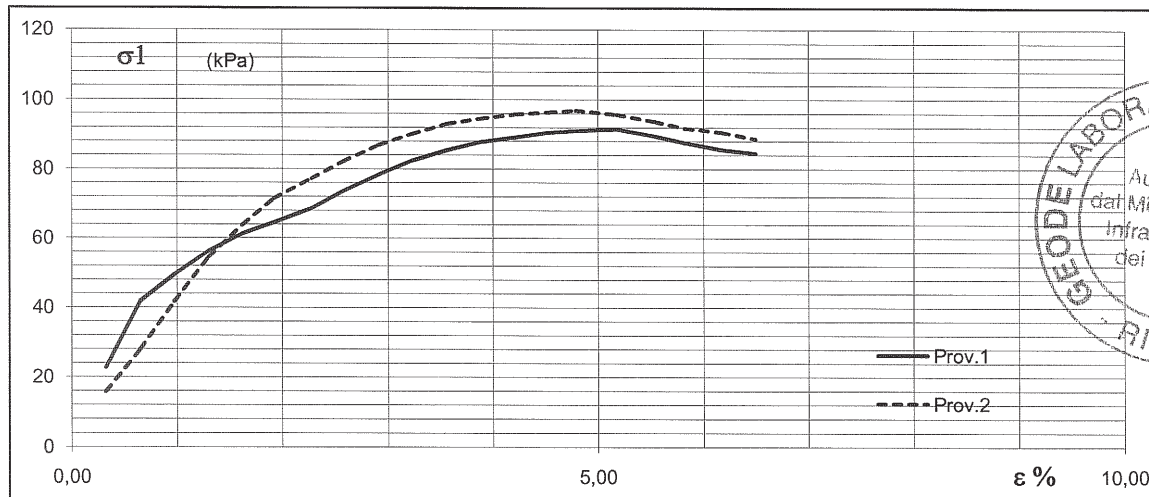
Committente	Dr. MARCO MANTOVANI		Sondaggio n.	1
Cantiere	SCUOLA PALOMBINA		Campione n.	1
Località	ANCONA		Profondità da m	2,50
Data	28.04.2017	Rif.	G17-092	a m
				3,00

Certificazione Qualità	ISO 9001 : 2008	Iscrizione ALGI n.56	
Rapporto n.	432/17.6	Data rapporto	05.05.2017
		Pagina	1/2

PROVA DI COMPRESIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA - ELL (ASTM D2166)

PROVINI (Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	indisturbato	
Diametro iniziale	mm	ϕ_0	38,1	38,1		
Altezza iniziale	mm	L_0	76,2	76,2		
Sezione iniziale	cm ²	A_0	11,40	11,40		
Volume iniziale	cm ³	V_0	86,87	86,87		
Peso di volume iniziale	gr/cm ³	γ_0	1,93	1,97		
Contenuto d'acqua iniziale	%	Wi	30,2	26,7		
Peso di volume secco	gr/cm ³	γ_d	1,48	1,56		1,52
Peso specifico dei grani	gr/cm ³	G	2,720	2,720		2,72
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,84	0,75		0,79
Porosità	%	n	45,61	42,72		44,16
Umidità di saturazione	%	Wsat	30,83	27,42		29,12
Grado saturazione	%	Sr	97,95	97,33		97,64
CONDIZIONI DI PROVA						
Velocità pressa	mm/min		0,5	0,5		
FASE DI ROTTURA						
Vel. deform.fino a rottura	mm/min		0,49			
Tensione di rottura σ_c			91	97		
Deformazione a rottura			4,79	4,79		

Resistenza al Taglio Qu kPa 94 kg/cmq 0,96



Note:

Data ric. camp.	28.04.2017	N. verbale accettazione	432/17
Data esecuzione prova	03.05.2017	Normativa di riferimento	ASTM 2166-91
Procedura operativa		Macchina utilizzata	Tecnotest

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Verbale accettazione	433/17
Data certificati	08.05.2017	Procedura operativa	

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	26,18	%	Limite di liquidità	LL	79,7	%
Peso di volume umido	γ	2,00	g/cm ³	Limite di plasticità	LP	28,6	%
Peso di volume secco	γ_d	1,59	g/cm ³	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cm ³	Indice liquido	IL		
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	51,1	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	1,05	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Indice di ritiro	IS		
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Tenore CaCO ₃			%	Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice	sc		KPa
Ghiaia	G		%	Deformazione a rottura	ev		%
Sabbia	S	1,5	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%				
Limo	L	55,5	%				
Argilla	A	43,0	%				
Coeff. di uniformità	U			Pocket penetrometer	PP	> 600	0 KPa
Classificazione CNR-UNI 10006				Vane Test	VT	> 200	0 KPa
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	f'	24,4	°	Coesione efficace	c'	103,4 KPa
Test CU	Angolo di attrito	f _{cu}		°	Coesione non drenata	cu	KPa
Test CR	Angolo di attrito	f _r		°	Coesione residua	cr	KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CD	Angolo di attrito	f'		°	Coesione efficace	c'	KPa
Test CU	Angolo di attrito	f _{cu}		°	Coesione non drenata	ccu	KPa
Test CR	Angolo di attrito	f _{uu}		°	Coesione non drenata	cuu	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		KPa	Gradino di carico	s		KPa
Coeff. di consolidazione	Cv		cm ² /sec	Indice di rigonfiamento	Cs		
Coeff. di compress. edom.	Mv		m ² /KN				
Coeff. di permeabilità	K		m/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%

Note:

Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	04.05.2017	Procedura operativa	IST 06/01

APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)

Contenitore	fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	24 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
	> 6		> 2	Volumetria	10 cm	Limo argilloso grigio, duro: Presente un livello millimetrico siltoso, a circa metà della carota, che rappresenta piano di rottura inclinato di circa 10°.
	> 6		> 2	Aerometria Limiti di Atterberg Taglio Casagrande CD	20 cm	
					30 cm	Prova ELL non eseguita per l'impossibilità di ricavare provini per scarsità di materiale.
					40 cm	
					50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICACertificato n. **433/17.1**Data certificato **08.05.2017**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00
Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	04.05.2017	Procedura operativa	

PARAMETRI CALCOLATI
sulla base dei risultati di prova

DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	γ	2,00	Mg/m ³
<i>Umidità allo stato naturale</i>	W	26,18	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	T	19	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	γ_r		Mg/m ³

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	δ_w	1,00	Mg/m ³
----------------------------------	------------	------	-------------------

PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	γ_w		Mg/m ³
<i>peso di volume secco</i>	γ_d	1,59	Mg/m ³
<i>indice dei vuoti</i>	e		
<i>porosità</i>	n		%
<i>grado di saturazione</i>	S_r		%



Certificato n. **433/17.2**

Data certificato **08.05.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. *Marino Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. *Marino Mularoni*

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00
Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	04.05.2017	Procedura operativa	IST 06.03

PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

<i>volume (cm³)</i>	<i>peso umido (g)</i>
62,19	124,27
62,19	124,59
62,19	124,88

Peso di volume ρ **2,00** Mg/m³



Certificato n. **433/17.2**

Data certificato **08.05.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	04.05.2017	Procedura operativa	IST 06.02

UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
124,27	98,59
124,59	99,04
124,88	98,57

Umidità allo stato naturale W 26,18 %Certificato n. **433/17.2**

Data certificato 08.05.2017

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



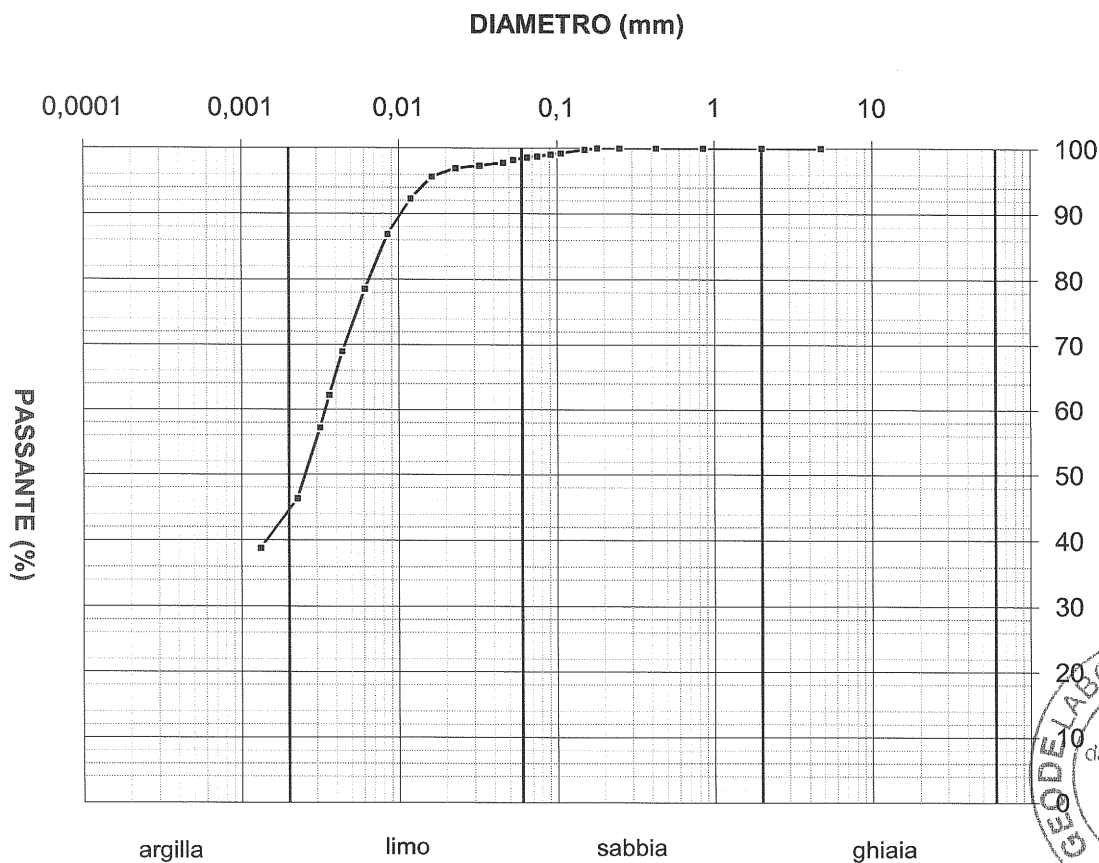
LABORATORIO GEOTECNICO
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00
Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	04.05.2017	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)



Descrizione AGI	LIMO CON ARGILLA	d10 (mm)	0,0000	d15 (mm)	0,0000
		d60 (mm)	0,0034	d85 (mm)	0,0078
Classificazione UNI-CNR 10006		Coefficiente di uniformità (d60/d10) U =			

Certificato n. **433/17.3**
Data certificato **08.05.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. *Marino Mularoni*

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. *Marino Mularoni*



LABORATORIO GEOTECNICO
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	04.05.2017	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D 422-63)

peso campione alla sedimentazione (g): 40,00 densimetro utilizzato: ASTM 151 H
temperatura di prova (°C): 20,0 peso specifico: 2,72

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
0,25	0,091	27,60	99,03
0,5	0,065	27,50	98,61
0,75	0,053	27,40	98,20
1	0,046	27,30	97,78
2	0,032	27,20	97,36
4	0,023	27,10	96,94
8	0,016	26,80	95,69
15	0,012	26,00	92,34
30	0,008	24,70	86,91
60	0,006	22,70	78,54
120	0,004	20,40	68,93
180	0,004	18,80	62,24
240	0,003	17,60	57,22
480	0,002	15,00	46,35
1440	0,001	13,20	38,82
1440	0,001	13,20	38,82

*correzioni applicate:

$$C_m = 0,5$$

$$C_d = 5$$

$$C_t = 0,6$$

composizione granulometrica	
% ghiaia	0,0
% sabbia	1,5
% limo	55,5
% argilla	43,0



Certificato n. **433/17.3**

Data certificato **08.05.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROFONDITA' da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	04.05.2017	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

SETACCIATURA

peso terreno setacciato (g): 40

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,00	40,00	100,00
0,85	0,00	40,00	100,00
0,425	0,00	40,00	100,00
0,25	0,00	40,00	100,00
0,18	0,00	40,00	100,00
0,15	0,10	39,90	99,75
0,106	0,30	39,70	99,25
0,075	0,50	39,50	98,75



Certificato n. 433/17.3

Data certificato 08.05.2017

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROF. da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	05.05.2017	Procedura operativa	IST 06.07

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
28	41,68	23,35	78,50	8,10	6,30	28,57
24	61,34	34,07	80,04	9,09	7,08	28,39
18	61,81	33,80	82,87	9,86	7,65	28,9
13						

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

(Umidità naturale	W	26,18 %
-------------------	---	---------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	79,70 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	28,60 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	51,10
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	-0,05
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	1,05



Certificato n. **433/17.4**
Data certificato **08.05.2017**

Lo Sperimentatore
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

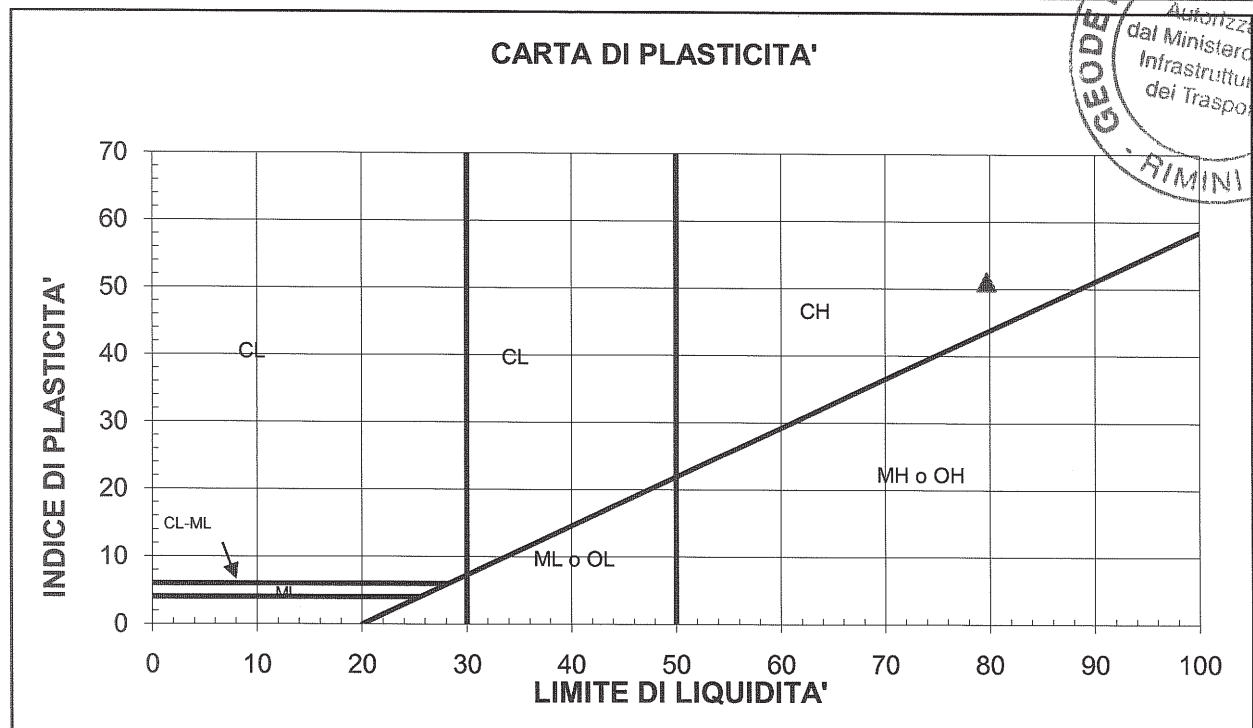
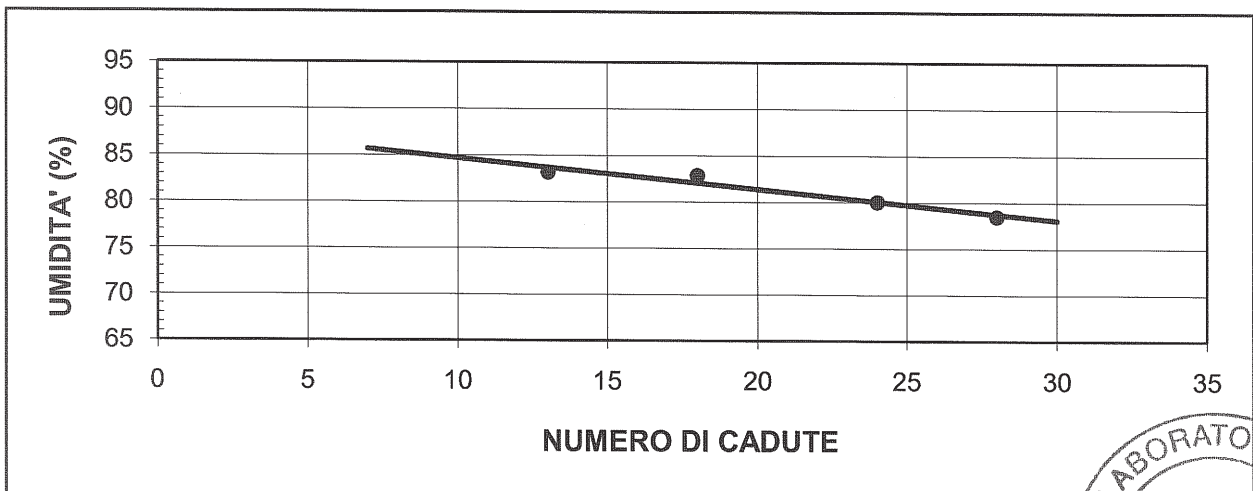
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1218
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROF. da m	7,60
RIF.	G17-092	a m	8,00

Data ricevimento campione	28.04.2017	Numero accettazione	433/17
Data esecuzione prova	05.05.2017	Procedura operativa	IST 06.07



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

Certificato n. **433/17.4**

Lo Sperimentatore
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato **08.05.2017**



LABORATORIO GEOTECNICO
del Dott. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1219
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **Dr. MARCO MANTOVANI**
CANTIERE **SCUOLA PALOMBINA**
LOCALITA' **ANCONA**
RIF. **G17-092**

SONDAGGIO **1**
CAMPIONE **2**
PROF. Da m **7,60**
a m. **8,00**

Data ricevimento Campione 28.04.2017

Numero di accettazione 433/17

Data esecuzione Prova 05.05.2017

Procedura operativa IST 06.11

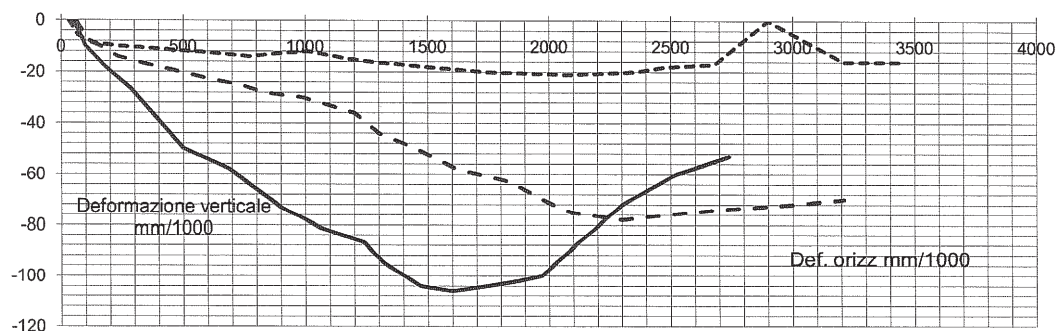
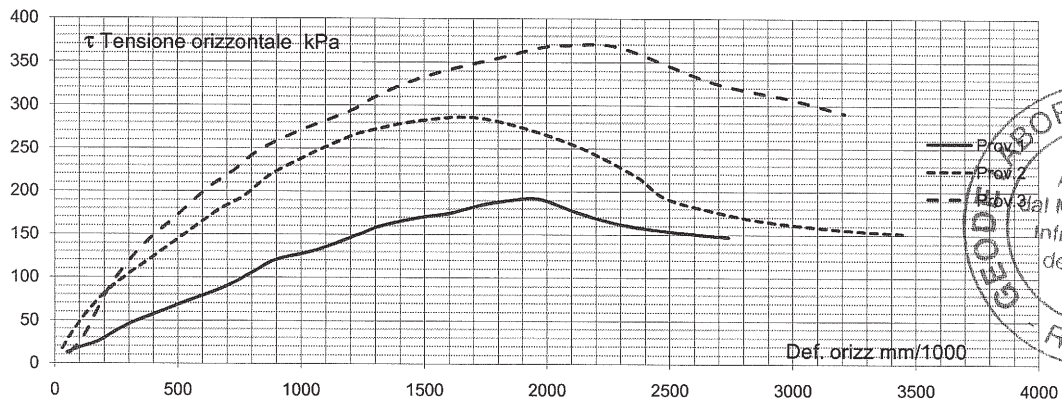
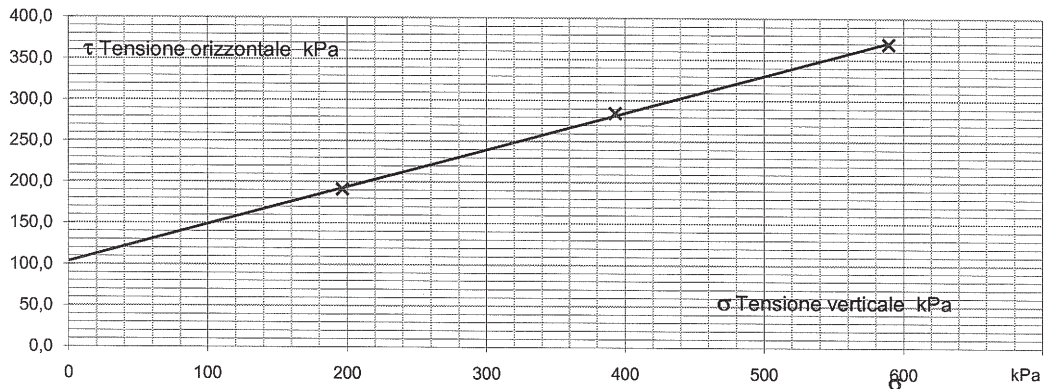
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$ $C' = (\text{kPa})$ **103,4**
Regressione Lineare $\phi' = (^\circ)$ **24,4**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura 191 285 369
Deformazione a rottura 3,283 2,900 3,5



Certificato n. 433/17.5

Data certif. 08.05.2017

Lo Sperimentatore
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO
del Dott. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2000
Cert. SGS n. IT05/1219
Ass. Laboratori Geotecnici Italiani A.L.G.I. n° 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. MARCO MANTOVANI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	SCUOLA PALOMBINA	CAMPIONE	2
LOCALITA'	ANCONA	PROF. Da m	7,60
RIF.	G17-092	a m.	8,00
Data ricevimento Campione	28.04.2017	Numero di accettazione	433/17
Data esecuzione Prova	05.05.2017	Procedura operativa	IST 06.11

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

PROVINI (Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostruito	
Diametro iniziale	mm	ϕ_0	60	60	60	
Altezza iniziale	mm	h_0	22	22	22	
Sezione iniziale	mm ²	A_0	2827	2827	2827	
Volume iniziale	mm ³	V_0	62203	62203	62203	
Peso di volume iniziale	gr/cm ³	γ_0	1,95	1,95	1,94	
Contenuto d'acqua iniziale	%	W_i	29,0	31,5	33,4	
Peso di volume secco	gr/cm ³	γ_d	1,513	1,48	1,46	1,48
Peso specifico dei grani	gr/cm ³	G	2,720	2,720	2,720	2,72
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,39	0,40	0,40	0,40
Porosità	%	n	28,23	28,47	28,63	28,4
Umidità di saturazione	%	W_{sat}	18,65	19,23	19,66	19,2
Grado saturazione	%	Sr	155,41	163,61	169,66	162,9

CONSOLIDAZIONE - PROVA

Pressione di cella	KPa	σ_v	196	393	589	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,006	0,006	0,006	
Altezza inizio prova (post consolidaz)	mm	h	21,45	21,44	21,09	
Tempo per 50 % consolid.	min	t50	0	5	3	
Tempo per arrivare a rottura (stimato)	min	tf	8	272	127	
Deformazione a rottura (stimata)	mm	df		5,0		

FASE DI ROTTURA

Critero di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)				1		
Deformazione a rottura	mm		1,97	1,74	2,09	
Deformazione a rottura	%		3,3	2,9	3,5	
Tempo rottura effettivo	min		505	405	505	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0039	0,0043	0,0041	
Tensione di rottura	KPa	τ	191	285	369	



Note: Macchine Utilizzate:
Taglio Casagrande Tecnocest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. 433/17.5

Data certif. 08.05.2017

Lo Sperimentatore
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni

Rapporto di Prova N. 775 170420 del 03/05/2017

Data di emissione: 03/05/2017

Richiedente:
Spett.le
STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA - MANTOVANI GEOL. MARCO
VIA CLEMENTINA, 215
60048 SERRA SAN QUIRICO (AN)
Destinatario:
Spett.le
STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA - MANTOVANI GEOL. MARCO
VIA CLEMENTINA, 215
60048 SERRA SAN QUIRICO (AN)

 Categoria merceologica: **SUOLO**

 Prodotto: **Suolo**

 Descrizione del campione: **TERRA DA SCAVO**

 Note campione: **SITO DI PRELIEVO: Loc. Palombina Nuova, Via Mercantini - Comune di Ancona**
Lavoro: demolizione e ricostruzione della scuola "Mercantini - Sirenetta"

 Prelevatore: **Committente**

 Modalità di campionamento: **Campionamento effettuato dal cliente**

 Data campionamento: **20/04/2017**

 Data arrivo campione: **20/04/2017**
RISULTATI ANALITICI
SUL CAMPIONE TAL QUALE

Parametro	Unità di misura	Risultato	Incertezza	Limite rilevabilità	Data inizio analisi	Limiti A	Limiti B
Metodo					Data fine analisi		
Frazione granulometrica da 2 cm a 2 mm (scheletro) DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 Met.II.1	% p/p	4,6		0,1	20/04/2017 24/04/2017	-	-
Umidità DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 Met.II.2	% p/p	20,73		0,10	20/04/2017 21/04/2017	-	-
Arsenico (As) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	3,00		0,10	20/04/2017 26/04/2017	20 (8)	50 (10)
Berillio (Be) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	0,3		0,2	20/04/2017 26/04/2017	2 (8)	10 (10)
Cadmio (Cd) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	1,45		0,10	20/04/2017 26/04/2017	2 (8)	15 (10)
Cobalto (Co) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	10,1		0,5	20/04/2017 24/04/2017	20 (8)	250 (10)
Cromo esavalente (Cr VI) EPA 3060 1996 + APAT CNR IRSA 3150 C 29/2003	mg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	20/04/2017 26/04/2017	2 (8)	15 (10)

Pag. 1 di 3

 AZIENDA CON SISTEMA DI
 GESTIONE QUALITÀ
 UNI EN ISO 9001:2008
 CERTIFICATO DA
 CERTIQUALITY N. 1627

CONSULENZA IN IGIENE AMBIENTALE (pratiche autorizzazione acqua, aria, rifiuti, progetti di VIA, compatibilità ambientale, bonifica siti inquinati, rumore e zonizzazione acustiche, misure campi elettromagnetici), SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO (controlli sulla sicurezza negli ambiente di lavoro), IGIENE ALIMENTARE (HA CCP, controlli sugli alimenti), ANALISI CHIMICHE-FISICHE E MICROBIOLOGICHE (acqua, aria, suolo e rifiuti), LABORATORIO MOBILE (analisi in continuo inquinamento atmosferico).

Segue Rapporto di Prova N. 775 170420 del 03/05/2017
RISULTATI ANALITICI
SUL CAMPIONE TAL QUALE

Parametro Metodo	Unità di misura	Risultato	Incertezza	Limite rilevabilità	Data inizio analisi Data fine analisi	Limiti A	Limiti B
Cromo totale (Cr) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	30,2		1,0	20/04/2017 26/04/2017	150 (8)	800 (10)
Nichel (Ni) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	45,8		1,0	20/04/2017 24/04/2017	120 (8)	500 (10)
Piombo (Pb) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	10,1		1,0	20/04/2017 26/04/2017	100 (8)	1.000 (10)
Rame (Cu) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	30,2		1,0	20/04/2017 26/04/2017	120 (8)	600 (10)
Selenio (Se) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	< 0,3		0,3	20/04/2017 28/04/2017	3 (8)	15 (10)
Vanadio (V) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	23,8		1,0	20/04/2017 28/04/2017	90 (8)	250 (10)
Zinco (Zn) CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/Kg s.s.	58,7		1,0	20/04/2017 26/04/2017	150 (8)	1.500 (10)
Idrocarburi leggeri C < 12 EPA 5021A 2003 + EPA 8015D 2003	mg/Kg s.s.	< 1,0		1,0	20/04/2017 27/04/2017	10 (8)	250 (10)
Idrocarburi pesanti C > 12 ISO 16703:2004	mg/Kg s.s.	39		10	20/04/2017 27/04/2017	50 (8)	750 (10)

INFORMAZIONI AGGIUNTIVE

(8) D.Lgs 152/2006 Parte quarta Tab.1 All.5 al titolo V - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

(10) D.Lgs 152/2006 Parte quarta Tab.1 All.5 al titolo V - siti ad uso commerciale e industriale

GIUDIZIO
Il campione analizzato risulta conforme ai limiti per i siti destinati sia ad uso verde pubblico, privato e residenziale, sia ad uso commerciale e industriale, riportati dal D.Lgs. 152/06 parte quarta, Tab.1 All.5 al titolo V.

 Il Resp. del sett. Chimico
 Dott. Chim. Augusto Gaggiotti

Note


Pag. 2 di 3

 AZIENDA CON SISTEMA DI
 GESTIONE QUALITÀ
 UNI EN ISO 9001:2008
 CERTIFICATO DA
 CERTIQUALITY N. 1627

CONSULENZA IN IGIENE AMBIENTALE (pratiche autorizzazione acqua, aria, rifiuti, progetti di VIA, compatibilità ambientale, bonifica siti inquinati, rumore e zonizzazione acustiche, misure campi elettromagnetici), SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO (controlli sulla sicurezza negli ambiente di lavoro), IGIENE ALIMENTARE (HACCP, controlli sugli alimenti), ANALISI CHIMICHE-FISICHE E MICROBIOLOGICHE (acqua, aria, suolo e rifiuti), LABORATORIO MOBILE (analisi in continuo inquinamento atmosferico).

Segue Rapporto di Prova N. 775 170420 del 03/05/2017

Il presente rapporto di prova si riferisce esclusivamente al campione oggetto di analisi. La riproduzione totale o parziale del presente rapporto di prova deve essere autorizzata per iscritto dal laboratorio Igienstudio s.r.l.

I valori di incertezza contenuti nel presente documento sono relativi ad un livello di probabilità $P=95\%$, gradi di libertà > 10 e fattore di copertura $K= 2$.

Fine rapporto di prova.