

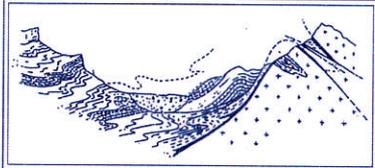


GEOPROGETTI

Dott. Geol. Pellicciotta Domenico

Via Quaroni, 117 - 66040 PERANO (Chieti) - Tel. e Fax 0872.856019 - Cel. 347.9533083 - e-mail: domenic.pellicciotta@virgilio.it

- CONSULENZA GEOLOGICA
- SONDAGGI GEONOSTICI
- IDROGEOLOGIA
- INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO
- GEOTECNICA



PROVINCIA DI CHIETI

(COMUNE DI PALENA)

	<i>Relazioni Specialistiche</i>
	<i>RELAZIONE GEOLOGICA-RELAZIONE GEOTECNICA- RELAZIONE IDROGEOLOGICA – RELAZIONE SISMICA</i>

PROGETTO:	MESSA IN SICUREZZA DELLE SS.PP. 164 E 166 NEL TRATTO PALENA – GAMBERALE – PIZZOFERRATO 1° INTERVENTO.
COMMITTENTE:	PROVINCIA DI CHIETI.
DATA:	Perano, 09 Gennaio 2017

IL TECNICO Geol. Domenico PELLICCIOTTA

<i>Facciate Testo relazione</i>	32
<i>Facciate Allegati</i>	33
<i>Facciate elaborato TOT</i>	65

--INDICE--

CAP.1 – PREMESSA	pag.3
CAP.2 – CARATTERI GEOLOGICI	pag.4
2.1 Aspetti geologici regionali.....	pag.4
2.2 Assetto stratigrafico locale.....	pag.5
CAP.3 – CARATTERI GEOMORFOLOGICI	pag.7
CAP.4 – INDAGINI GEOGNOSTICHE	pag.13
4.1 Scopo delle indagini.....	pag.13
4.2 Mezzi di indagine.....	pag.13
4.2.1 Prove Penetrometriche DPSH.....	pag.14
4.2.2 Sondaggi a carotaggio.....	pag.17
4.2.3 Prospezione geofisica Masw.....	pag.18
4.2.4 Prova geofisica con metodologia HVSR	pag.19
CAP.5 –RISULTATI DELLE INDAGINI	pag.22
5.1 Caratteri stratigrafici	pag.22
5.2 Caratteri geotecnici.....	pag.23
5.3 Caratteri idrogeologici	pag.23
5.4 Caratteri sismici	pag.25
CAP.6 – CARATTERI SISMICI DEL SITO	pag.28
6.1 Normativa vigente.....	pag.28
6.2 Classificazione sismica.....	pag.29
6.3 Categoria di suolo di fondazione.....	pag.29
CAP.7 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	pag.32

--ALLEGATI--

COROGRAFIA GENERALE	Scala 1:25.000
CARTA GEOLOGICA	Scala 1:50.000
CARTA GEOMORFOLOGICA	Scala 1:25.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA'	Scala 1:25.000
UBICAZIONE INDAGINI	Scala 1:10.000
STRATIGRAFIE SONDAGGI	
TABULATI - DIAGRAFIE PROVE PENETROMETRICHE DPSH	
CERTIFICATI DI LABORATORIO	
SCHEMI GEOTECNICI Zona 1 – Zona 2 – Zona 3	
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	

CAP.1 - PREMESSA

Su incarico della Provincia di Chieti, è stato eseguito uno studio geologico per il progetto di “Messa in sicurezza delle SS.PP. 164 e 166 nel tratto Palena – Gamberale – Pizzoferrato 1° Intervento”, sito nel Comune di Palena.

Il tratto di Strada Provinciale in esame, attualmente chiuso alla circolazione, risulta interessato da vari processi geomorfologici (gravitativi, cedimenti, erosione) tali da averne compromesso la viabilità, in particolare, sono stati individuati dalla Provincia di Chieti n.5 punti di maggiore criticità:

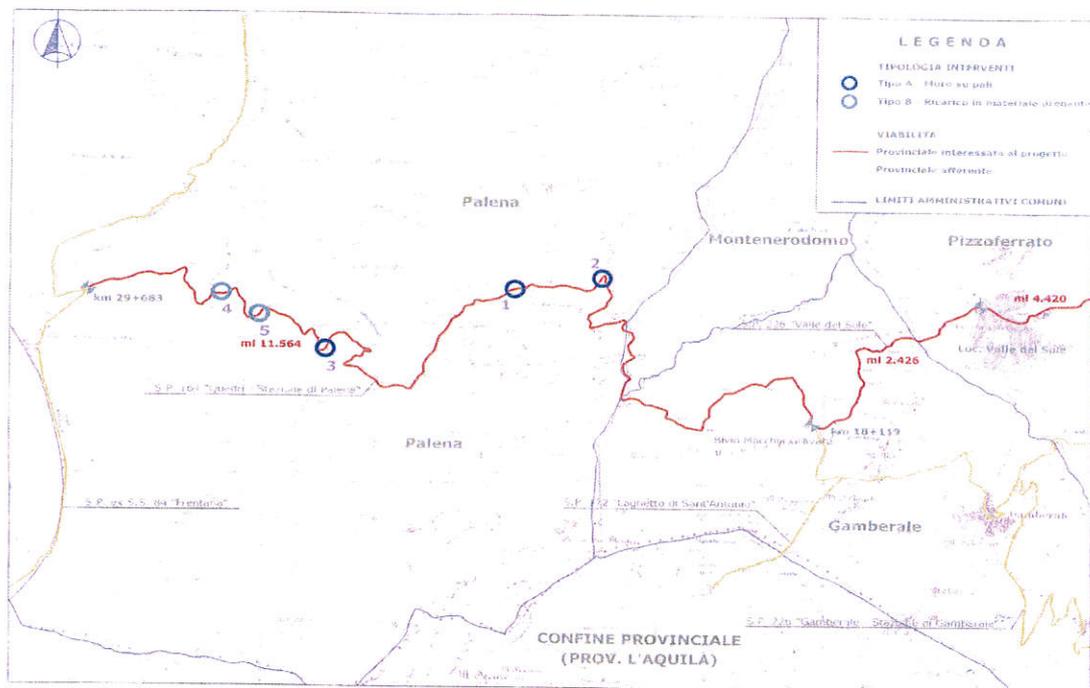


Fig N.1: Ubicazione aree in studio individuate dalla Provincia di Chieti.

Il presente studio, basato sul **rilevamento geologico e geomorfologico** della zona, sull'analisi della **letteratura specifica** e di **indagini in sito e di laboratorio**, è teso alla comprensione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal progetto, al fine di poter valutare le condizioni di stabilità dell'area e gli interventi tecnici atti alla risoluzione dei problemi incontrati.

Quanto eseguito risponde a:

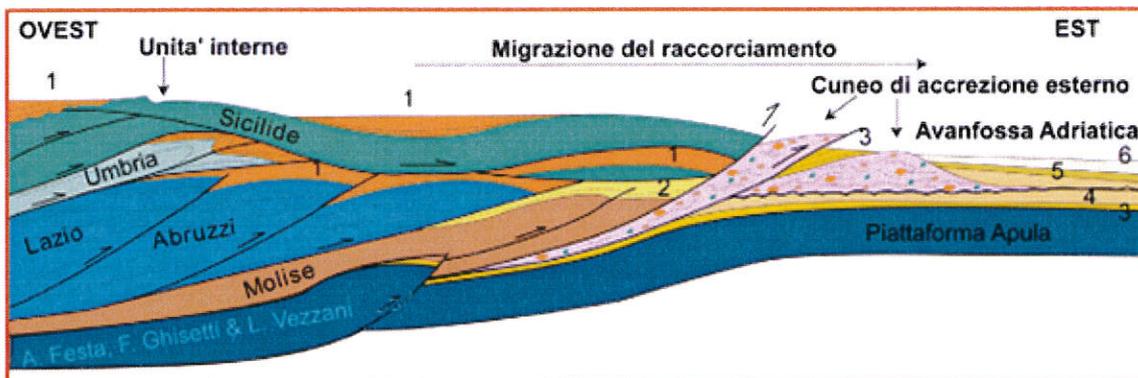
- **L.R. n. 28/11.**
- **Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003** della Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- **D.M. 14/01/2008**

CAP.2 - CARATTERI GEOLOGICI

2.1 – Aspetti geologici regionali

L'area in esame è ubicata nel territorio compreso tra Gamberale e Palena, come riportato nella corografia allegata.

L'area in esame rientra in un territorio caratterizzato da una geologia molto articolata connessa all'evoluzione paleogeografica dell'Appennino. Le strutture della catena dell'Appennino centrale sono rappresentate da pieghe e sovrascorrimenti e, nel regime tettonico compressivo post-collisionale, la deformazione procede in una determinata direzione conseguente alla regionale distribuzione degli sforzi. In tale ottica si sviluppa ed evolve un sistema orogenico, sistema catena-avanfossa-avampaese, costituito da una fascia deformata (catena), da un bacino sedimentario caratterizzato da un'elevata subsidenza ubicato a ridosso della porzione frontale della catena (avanfossa) e, al di là di questo bacino, da una zona crostale non ancora interessata da deformazione (avampaese).



Successioni silico-clastiche dei bacini thrust-top e dell'Avanfossa Adriatica

1	Tortoniano-Messiniano (10-6.4 Ma)	3	Pliocene inf. (5.4-2.7 Ma)	5	Pliocene sup. (2.0-1.62 Ma)
2	Messiniano (6.4-5.4 Ma)	4	Pliocene medio-sup. (2.7-2.0 Ma)	6	Pleistocene inf. (1.62-0.72 Ma)

L'area in esame ricade in un settore dell'Abruzzo sud-orientale, in cui i rapporti tra i domini paleogeografici abruzzesi e molisani sono oggetto di controverse interpretazioni. *CASNEDI et alii* (1982) e *CRESCENTI* (1975), grazie ai numerosi sondaggi profondi effettuati per la ricerca degli Idrocarburi, hanno ricostruito rapporti stratigrafici delle unità

distinte all' interno del Bacino Molisano, distinguendo un substrato pre-pliocenico, costituito dal basso verso l'alto da calcari organogeni medio-miocenici, presumibilmente correlabili con la Formazione di Bolognano e generalmente trasgressivi su successioni carbonatiche mesozoiche, e dalle anidriti e gessi del Messiniano; una successione terrigena riferibile al Pliocene inferiore medio; una coltre alloctona intercalata entro la precedente successione pliocenica.

In generale, la formazione delle argille varicolori si presenta notevolmente caoticizzata e con aspetto "scaglioso" (*SELLI, 1962; BALDONI, 1968; BERGOMI & VALLETTA, 1971; CATENACCI, 1974; BETTELLI et alii, 2006, VEZZANI et alii, 2004*) e secondo alcuni Autori la componente argilloso-marnosa costituisce la matrice di un melange tettonico con inglobati blocchi di diversa natura (*Vezzani et alii, 2004*). *FESTA, GHISETTI e VEZZANI (2006)*, interpretando il sistema sovrascorso Molisano come costituito, dal basso verso l'alto, dalle tre principali unità tettoniche dei M. della Daunia, dei M. Pizzi-Agnone e Colle dell'Albero-Tufillo, e di Montenero Val Cocchiara collocano la formazione di Tufillo al di sopra della Falda dell'alto Molise. La formazione di Tufillo, sempre secondo gli stessi Autori sarebbe costituita da una fitta alternanza di calcilutiti e calcari marnosi bianchi, marne argillose bluastre a siltiti tripolacee in strati da 5 a 10 m con intercalazioni di biocalcareni. Nella parte inferiore si riconoscono calciruditi, microconglomerati e biocalcareni torbiditiche con noduli di selce nera. Attribuiscono l'età della stessa al Tortoniano p.p. – Serravaliano

2.2 – Assetto stratigrafico locale

Il territorio è caratterizzato dalla presenza di depositi sedimentari marini appartenenti essenzialmente all'Unità dei M.Pizzi-Agnone (Miocene Medio-inferiore), e da depositi sedimentari continentali depositatesi dal Pleistocene inferiore a tutto l'Olocene. Le caratteristiche geologiche dell'area sono evidenziate nella *Carta Geologica d'Abruzzo*

Agnone”(67), costituita prevalentemente da un’alternanza argilloso-arenacea in strati sottili con livelli arenaci.

Per quanto riguarda i depositi continentali, si riscontra la presenza di depositi eluvio-colluviali di versante, costituiti da litotipi eterogenei e rimaneggiati, depositatisi a seguito di processi geomorfologici erosivi e gravitativi, oltre ai depositi fluviali appartenenti al bacino del fiume Sangro, costituiti da ghiaie e sabbie mediamente addensate.

CAP.3 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI

La morfologia della fascia appenninica centrale, è notevolmente articolata in quanto influenzata da diversi fattori. Procedendo da ovest verso est sul versante adriatico, si distinguono 3 grandi unità geomorfologiche: la fascia montuosa interna, la fascia pedemontana e la fascia costiera.

L’area può essere classificata come montana, compresa tra i rilievi calcarei Appenninici (ad ovest) e la fascia costiera (ad est); il principale bacino idrografico è rappresentato dal F. Sangro. Il reticolo idrografico locale è rappresentato da fossi di erosione a deflusso stagionale che confluiscono a sud-est nel bacino principale del F. Sangro.

La morfologia è quella tipica dei rilievi montani appenninici, caratterizzata da forme arrotondate a carattere prevalentemente argilloso, interrotte da creste e picchi calcarei o calcareo-marnosi; la geomorfologia risulta, quindi, influenzata dalla natura litologica delle formazioni affioranti e si contraddistingue da processi di versante che si manifestano soprattutto in corrispondenza di litologie argillo-marnoso, le quali mostrano una maggiore vulnerabilità nei confronti della dinamica esogena.

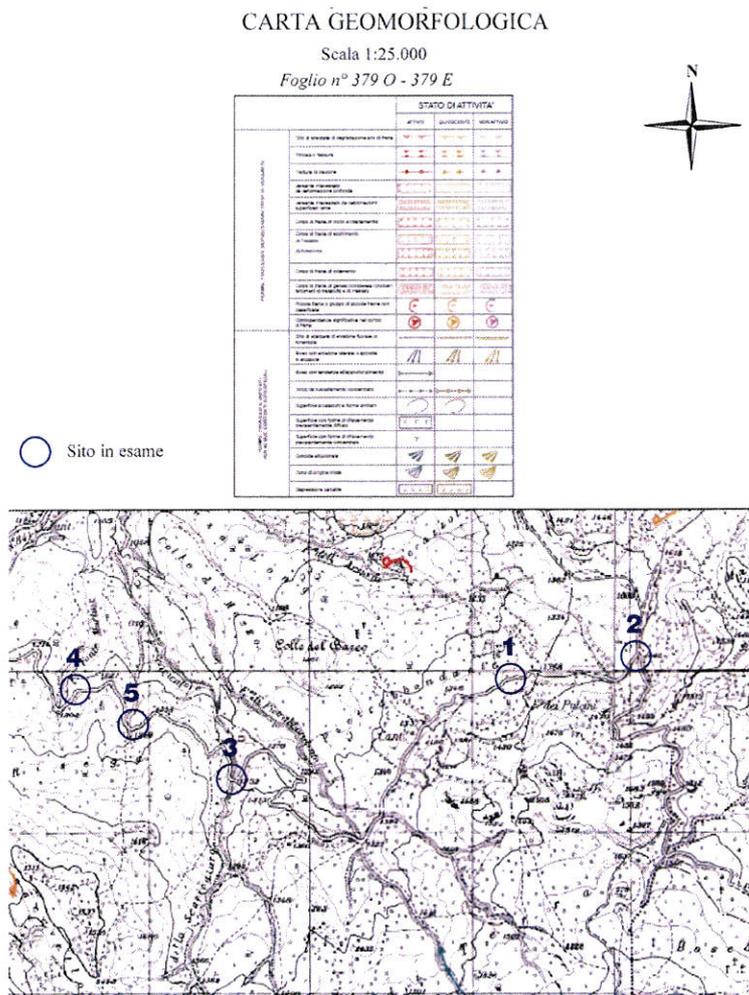


Fig N.3: Stralcio Carta Geomorfologica (PAI).

I litotipi calcareo-marnosi (formazione di “*Formazione di Gamberale - Pizzoferrato*”), presentano una durezza sicuramente maggiore di quelli argillosi, tuttavia, la loro instabilità si lega alla particolare configurazione geologica, che si manifesta con una morfologia ad elevata energia di rilievo con lineamenti dettati dall’assetto strutturale, elevate pendenze e scarpate ad alto angolo. I fronti di tali scarpate sono soggetti a processi di erosione e di taglio (lungo i piani di fatturazione e stratificazione) che ne determinano un progressivo arretramento. I processi erosivi più comuni per le suddette litologie sono dovuti a *processi crioclastici, termoplastici e azione solvente dell’acqua*. Fenomeni, questi, che determinano un disfacimento meteorico che portano alla frantumazione in granuli, o in blocchetti secondo i piani di debolezza dati dalle fratture e dai piani di stratificazione, o in scaglie

secondo i piani di scistosità; infine a fenomeni clastici quali la *desquamazione* e la *esfoliazione*, secondo superfici parallele a quella esterna o anche nella rottura in frammenti separati da superfici irregolari di neoformazione (*deflagrazione*).

Immediatamente a valle delle aree di cresta, si rilevano formazioni argilloso-marnose che danno luogo a morfologie più arrotondate ed interrotte localmente da specifici processi erosivi con sviluppo di fossi di erosione a diverso grado di evoluzione che costituiscono il reticolo idrografico locale.

Si notano spesso movimenti gravitativi, soprattutto movimenti innescati dall'azione dell'acqua che può avere effetti sia nella diminuzione delle resistenze meccaniche, sia nell'aumento delle forze instabilizzanti.

Assumono particolare rilievo i depositi continentali formati per effetto dell'azione erosiva esercitata dagli agenti esogeni; tali depositi presentano una composizione litologica eterogenea e caratteristiche geomeccaniche scadenti per il grado di rimaneggiamento subito durante i processi erosivi. In presenza di infiltrazioni d'acqua e di pendii scoscesi possono subire movimenti gravitativi da veloci (colate) a estremamente lenti (soliflusso, creep).

I processi e i tipi di forme che caratterizzano l'area in esame sono, quindi, essenzialmente costituiti da: forme di versante dovute alla gravità e forme legate alle acque correnti superficiali.

I processi di instabilità geomorfologica si localizzano in modo particolare sui depositi argilloso-sabbiosi ed eluvio-colluviali rimaneggiati collocati in prevalenza lungo le aree di impluvio. In genere, i movimenti che si verificano su questi pendii sono molto lenti (soliflusso) e possono interessare la sola coltre o anche la sottostante porzione degradata del substrato, tuttavia il fattore acqua, soprattutto nei casi di carenza di sistemi di drenaggio, può determinare il passaggio da movimenti di tipo "plastico" (lente) a movimenti di "taglio" o di tipo "colate" (veloci).

Focalizzando l'attenzione **sul tratto di strada in esame**, esso si sviluppa sulla porzione mediana di rilievi che non mostrano evidenze di estesi processi gravitativi, infatti, le aree di studio non rientrano nella cartografia ufficiale del *PAI – Fenomeni gravitativi e processi erosivi*. I processi rilevati nei siti in esame si riferiscono a locali processi gravitativi del tipo **rotazionale** o **traslazionale**, causati dalla presenza di coltri alterate rimaneggiate e di infiltrazioni idriche che hanno svolto una funzione di deterioramento delle proprietà geomeccaniche e creazione di spinte idrauliche. I processi gravitativi hanno interessato il lato valle della carreggiata, fino a comprometterne la viabilità.

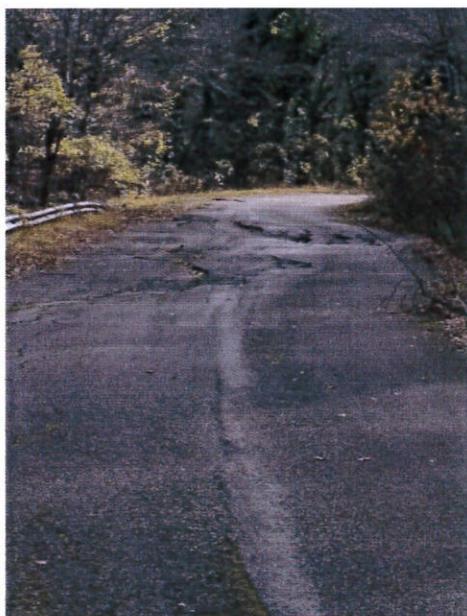


Foto N.1: Tratto di strada interessato da accentuati cedimenti (dell'ordine di 10-20 cm), il dissesto ha regredito dalla carreggiata valle fino ad interessare parzialmente quella monte



Foto N.2: Tratto di strada interessato frana di scorrimento traslazionale che ha lambito la strada provinciale.



Foto N.3: Superfici di taglio multiple con gradini di altezza dell'ordine di 15-25 cm che hanno compromesso entrambe le carreggiate. Lo sviluppo della fessurazione favorisce le infiltrazioni idriche con accentuazione del fenomeno gravitativo attraverso il deterioramento delle proprietà geomccaniche ed incremento della spinta idraulica. Area di studio N.2



Foto N.4: Frana rotazionale che ha interessato l'intera carreggiata di valle e parzialmente quella di monte. Area di studio N.1

Nell'ambito della perimetrazione ufficiale delle aree a pericolosità idrogeologica presente nel "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del F.Sangro", si evidenzia che l'area di progetto rientra in un'area bianca, esterna alle aree a Pericolosità Idrogeologica.

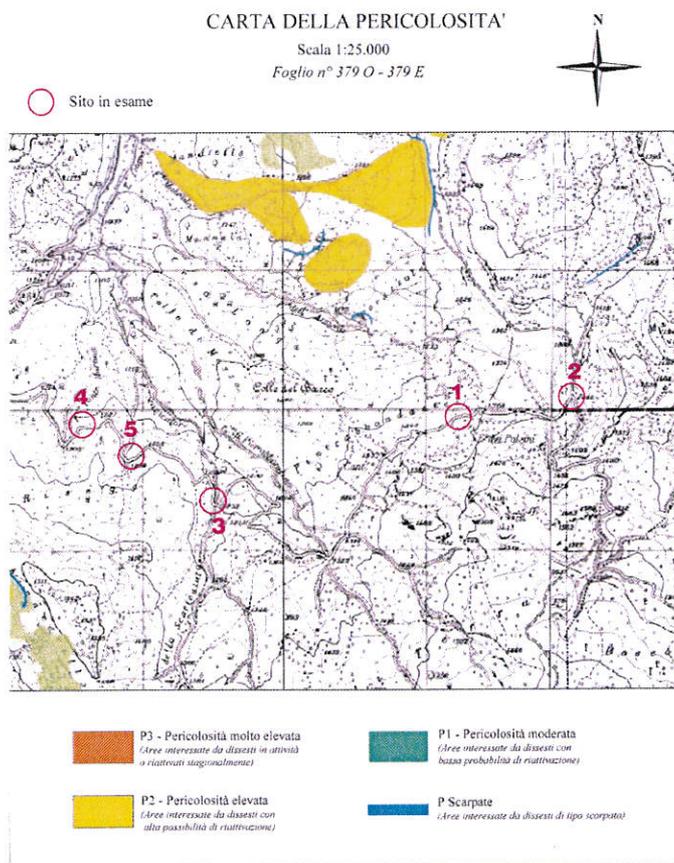


Fig N.4: Stralcio Carta della Pericolosità (PAI).

CAP. 4 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

4.1 - Scopo delle indagini

Le indagini geognostiche sono state programmate al fine di verificare i dati di carattere geologico acquisiti dalla Letteratura specifica e dal rilevamento di campagna. Nella programmazione si è tenuto conto della tipologia delle opere previste in progetto e delle caratteristiche geomorfologiche dell'area.

Le indagini in sito si propongono:

- di ricostruire la stratigrafia del sito;
- di valutare le caratteristiche geotecniche;
- di rilevare eventuali falde freatiche.

4.2 - Mezzi di indagine

Il programma delle indagini è stato definito dal disciplinare di incarico formulato dalla Provincia di Chieti e descritto nella proposta economica delle competenze professionali e delle indagini, tenuto conto di prove di laboratorio (Laboratorio Autorizzato RICCI, Decreto 2531 del 15/03/2013) eseguite su medesime formazioni ed in aree limitrofe (Gamberale) si è ritenuto sostituire le prove di laboratorio con un sondaggio in corrispondenza dell'area n.3, di seguito si riassumono le indagini:

N.3 prove Penetrometriche del tipo DPSH;

N.3 sondaggi a carotaggio continuo;

N.2 analisi di laboratorio (precedenti lavori limitrofi);

N.1 prospezione geofisica mediante metodologia Masw;

N.2 prove geofisiche mediante metodologia HVSR.

4.2.1 – Prove penetrometriche DPSH.

Le prove penetrometriche dinamiche, spinte fino alla profondità massima di mt. 15.00 dall'attuale piano campagna, sono state eseguite con **Penetrometro Pagani TG63-100KN dinamico** (DPSH).

Di seguito si riportano delle tabelle in cui si evidenziano le principali caratteristiche dello strumento.

		DPL (light)	DPM (medium)	DPH (heavy)	DPSH (super heavy)
Maglio	Massa M (kg)	10	30	50	63,5
	Altezza di caduta H (mm)	500	500	500	750
Cono	Angolo di apertura (°)	90	90	90	90
	Area di base A (cm ²)	10	10	15	20
	Diametro di base D (mm)	35,7	35,7	43,7	50,5
	Altezza cilindro di base cono (mm)	35,7	35,7	43,7	50,5
	Rastremazione (parte alta) (°)	11	11	11	11
	Altezza parte conica (mm)	17,9	17,9	21,9	25,3
Aste	Massa massima (kg/m)	3	6	6	6
	Diametro esterno massimo (mm)	22	32	32	32
	Lunghezza aste (mm)	1000	1000	1000	1000
Penetrazione	Numero colpi penetrazione	N ₁₀	N ₁₀	N ₁₀	N ₂₀
	Campo di valori standard	3 ÷ 50	3 ÷ 50	3 ÷ 50	5 ÷ 100
Lavoro specifico per colpo M* g * H / A (kJ/m ²)		49	147	164	234

Il penetrometro TG63-100/150 è un penetrometro dinamico automatico super pesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).

Certificazioni:

Documento certificato: VEC000029 come richiesto dalla normativa in vigore, direttiva 98/37/CE e 2006/42/CE;

Matricola strumento: P000955;

Dichiarazione di conformità: documento CON000086

Attestazione marchiatura CE: sullo strumento con matricola P000955 è presente la targhetta CE, come previsto dall'art. 10 della direttiva 98/37/CE e dall'art. 5 c.1 1.f e dall'art. 16 della direttiva 2006/42/CE;

Controlli per la sicurezza: verifica installazione di adesivi, targhette e dispositivi di sicurezza;

Dichiarazione fonometria: livello di potenza sonora L_{wa} =104,7 (dB), livello sonoro medio L_{pm}=88,8 (dB).

Correlazione con SPT.

Poiché le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica ed i principali parametri geotecnici del terreno fanno riferimento essenzialmente alle prove SPT, occorrerebbe in teoria applicare una correzione ai risultati delle prove SCPT, per tenere conto delle diverse modalità esecutive.

Ciò può essere fatto secondo due criteri differenti:

- correzione sulla base delle differenti modalità esecutive: penetrometri con caratteristiche differenti rispetto all' SPT (peso del maglio, volata, area della punta, ecc.) comportano energie di infissione ovviamente differenti; per rapportare il numero

di colpi dell' SPT con quelli del dinamico continuo diversi Autori propongono l'applicazione del seguente fattore correttivo:

$$C_f = \frac{M1 \cdot H1 \cdot P11 \cdot Ap1}{M2 \cdot H2 \cdot P12 \cdot Ap2}$$

dove:

M2	=	peso del maglio SPT (63.5 kg);
H2	=	volata del maglio SPT (75 cm);
P12	=	passo di lettura SPT (15 cm);
Ap2	=	area della punta SPT (20.4 cmq);
M1	=	peso del maglio del dinamico continuo;
H1	=	volata del maglio del dinamico continuo;
P11	=	passo di lettura del dinamico continuo;
Ap1	=	area della punta del dinamico continuo.

Il numero di colpi da utilizzare nel calcolo dei parametri geotecnici sarà dato da:

$$N_{spt} = C_f N_{scpt}$$

- correzione sulla base delle litologie incontrate: si è dimostrato, nelle correlazioni SPT-SCPT, che generalmente il rapporto fra il numero dei colpi misurato con i due strumenti (N_{spt}/N_{scpt}) tende a 1 per granulometrie grossolane, mentre tende a crescere per granulometrie più fini; si suggeriscono le seguenti correlazioni proposte in letteratura:

Correlazione			Litologia
N_{SPT}	= 1	x N_{SCPT}	Ghiaie e ghiaie sabbiose
N_{SPT}	= 1.25	x N_{SCPT}	Sabbie e ghiaie con fine plastico
N_{SPT}	= 1.5	x N_{SCPT}	Sabbie con molto fine
N_{SPT}	= 2	x N_{SCPT}	Limi
N_{SPT}	= 2.5	x N_{SCPT}	Argille limose/sabbiose
N_{SPT}	= 3	x N_{SCPT}	Argille

In ogni caso si tratta di correlazioni empiriche che vanno utilizzate con cautela. In particolare, per quanto riguarda la correzione in funzione della litologia, questa andrà calibrata sulla base delle caratteristiche litologiche locali.

Poiché esistono molti tipi di penetrometri dinamici con diverse caratteristiche, per poter utilizzare i metodi di interpretazione calibrati per la SPT è necessario apportare delle correzioni ai risultati ottenuti.

Muromachi e Kobayashi (1981) hanno presentato una correlazione fra N_{30} (colpi per 30 cm di penetrazione) ed N_{spt} . Il penetrometro usato è l'RTRI-HEAVY, giapponese, con maglio di 63,5 Kg, caduta 75 cm, $d_{punta} = 5,08$ cm, il quale è simile al penetrometro italiano tipo **EMILIA-DPSH**. I due autori trovano che i dati, rilevati in materiali compresi in

un'ampia gamma granulometrica e senza tenere conto dell'attrito laterale lungo la batteria delle aste, consentono la seguente relazione :

$$\frac{N_{30}}{N_{5pt}} = 1.15$$

Tenendo invece conto dell'influenza dell'attrito laterale la relazione diventa :

$$\frac{N_{30}}{N_{5pt}} = 1$$

i risultati quindi in questo caso possono essere utilizzati senza alcuna correzione.

Da alcune indagini italiane la relazione tra N30 e N_{spt} diventa :

$$\frac{N_{30}}{N_{5pt}} = 0.57$$

Determinazione della litologia e della resistenza dinamica.

Litologia

Non esiste attualmente in letteratura una correlazione fra il numero di colpi misurato con il penetrometro dinamico e la litologia degli strati attraversati. Una correlazione può essere effettuata assimilando la procedura d'infissione delle aste e del rivestimento nella prova SCPT a quella di pali battuti di piccolo diametro. Per tali tipologie di palo esistono in letteratura delle indicazioni dei valori di resistenza laterale all'infissione in funzione delle diverse litologie. Sulla base di questi dati e di un'ampia casistica relativa all'esecuzione di prove SCT in litologie differenti, vengono proposte le seguenti correlazioni in funzione del rapporto n.colpi della punta / n.colpi del rivestimento:

Rapporto Npunta/Nrivestimento	Litologia
< 0,25	Argilla
0,25 - 0,40	Argilla con limo o sabbia
0,40 - 0,70	Limo
0,70 - 2,25	Sabbia con limo o limosa
2,25 - 4	Sabbia o ghiaia con matrice plastica
> 4	Ghiaia o ghiaia + sabbia

Resistenza dinamica

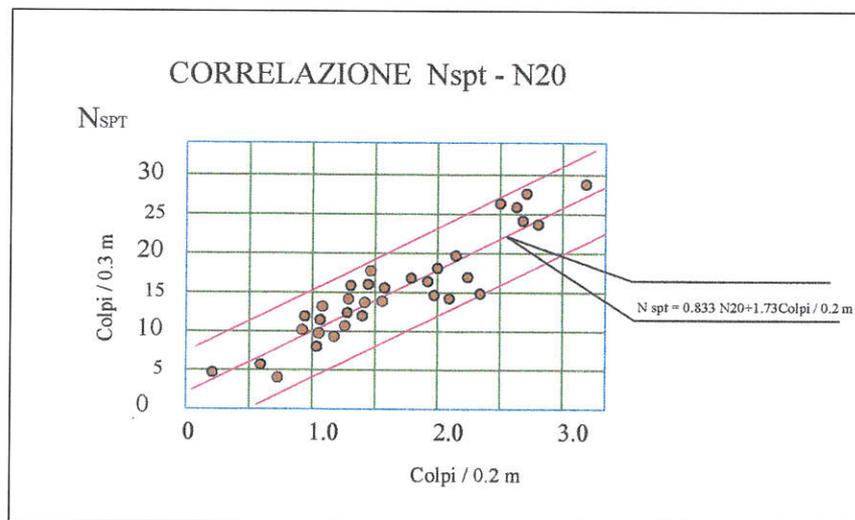
La resistenza dinamica viene calcolata con la seguente relazione :

$$Rd(Kg/cmq) = \frac{P^2 H}{ApRf(P + Pa + Pt)}$$

dove:

- P (kg) = peso del maglio;
- H (cm) = volata del maglio;
- Ap (cmq) = area della punta;
- Rf (cm) = rifiuto medio, dato dal rapporto fra lunghezza del tratto d'avanzamento e numero di colpi per tratto d'avanzamento (30/Nspt);
- Pa (kg) = peso della colonna di aste;
- Pt (kg) = Peso della testa di battuta.

Nella seguente Tavola si riporta relazione tra N_{SPT} e N_{20} ottenuta da Borowczyk e Frankowski (1981).



4.2.2 – Sondaggi a carotaggio.

I sondaggi sono stati eseguiti con il metodo a carotaggio continuo, mediante trivella idraulica polifunzionale. La profondità di indagine massima è stata di mt. 15.0 ed il diametro di perforazione è stato mm 101.

Il metodo del carotaggio continuo ha consentito la ricostruzione stratigrafica del sito e l'esecuzione, in corrispondenza delle carote indisturbate, di prove con pocket penetrometer per una prima e speditiva valutazione della consistenza dei terreni limosi.

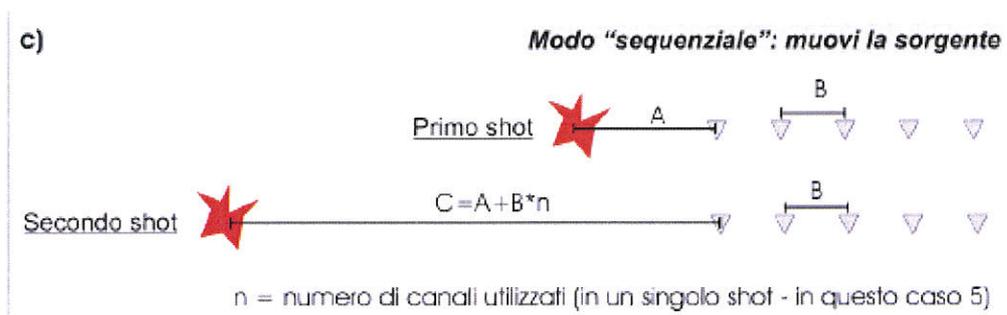
Le carote estratte sono state depositate in apposite cassette catalogatrici per consentire la documentazione fotografica.

4.2.3 – Prospezione geofisica Masw.

MASW è l'acronimo di *Multi-channel Analysis of Surface Waves* (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie, più specificatamente la dispersione delle onde di superficie.

La MASW standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh), generate da una sorgente ad impatto verticale (classica martellata), tramite comuni geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5Hz.

Dal momento che la strumentazione utilizzata si componeva di un sismografo da 12 canali, è stato necessario fare una doppia acquisizione e sommare successivamente i due dataset (da 12 tracce) per ottenere un unico dataset che “simula” un’acquisizione a 24 tracce.



L’acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 12 canali (mod. DOREMI della SARA Electronic Instruments srl) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni 2m, 1s di acquisizione, offset minimi di 2 e 10 m).

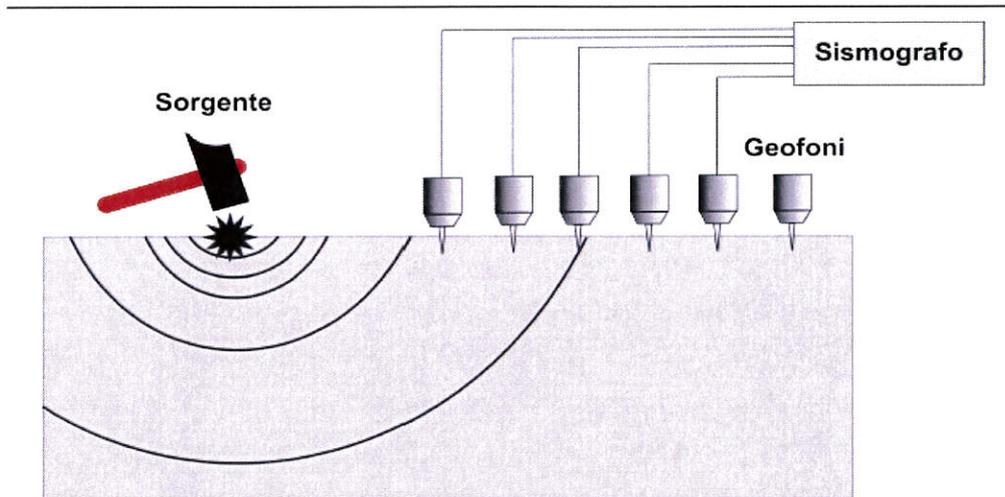


Figura 1. Stendimento sismico. Nel caso si utilizzi una sorgente ad impatto verticale e geofoni a componente verticale, si acquisiranno dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh.

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software winMASW 6.0 Standard (www.eliosoft.it).

4.2.4 – Prova geofisica con metodologia HVSR.

Le misure di rumore ambientale sono state acquisite con *Sensore SR04 GeoBox* della *S.A.R.A. electronic instruments srl*, contenente un digitalizzatore a 24 bit 3 canali e sensori da 4.5 Hz, e poi elaborate con il software Geopsy.

Come riportato nel primo paragrafo, sono state acquisite x misurazioni con frequenza di campionamento di 200 Hz e finestre di registrazione di minimo 30 minuti. Le tracce sono state poi importate in Geopsy e analizzate scomponendo il segnale in finestre di lunghezza costante di 20".

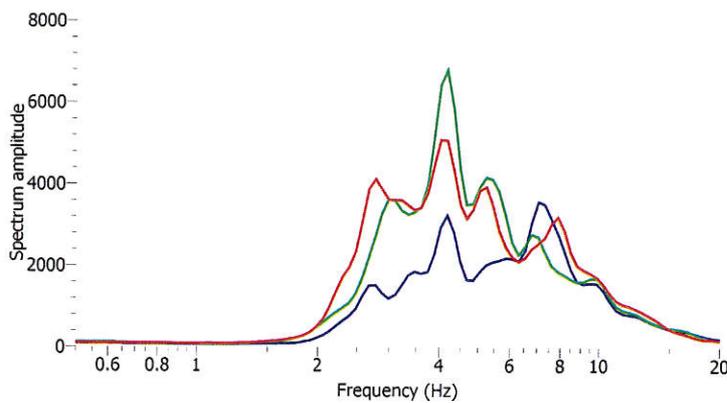
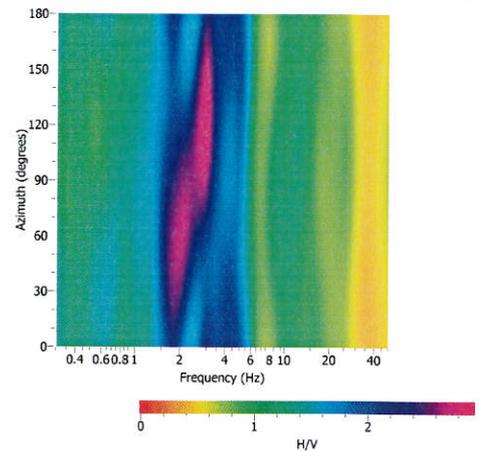
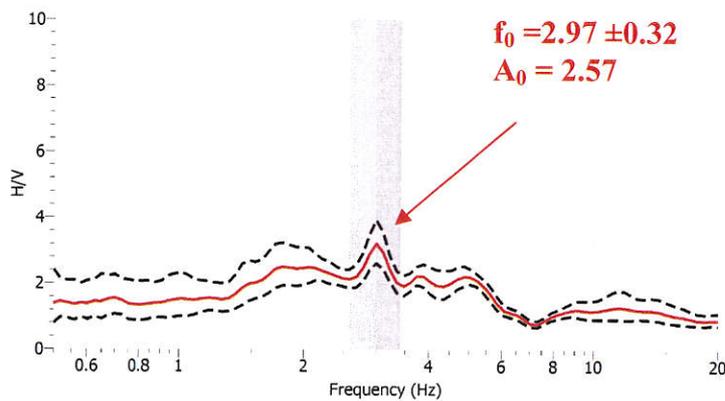
I dati sono stati analizzati con l'obiettivo di individuare, nei rapporti spettrali, la frequenza f_0 corrispondente al primo picco H/V statisticamente significativo. Anche l'ampiezza dei rapporti H/V sono utili per confrontare la risposta di siti differenti.

I siti selezionati per le indagini sono distribuiti sulle diverse unità geologiche affioranti nell'area, in funzione degli sviluppi urbanistici del comune, al fine di verificare e valutare l'influenza di tali litotipi e delle loro geometrie sulla risposta sismica locale.

Le curve H/V ottenute mostrano abbastanza chiaramente la presenza di picchi, sebbene modesti, dove si riscontrano contrasti di impedenza tra deposito di copertura e substrato mentre appaiono "piatte" dove tale contrasto è minimo.

La misura **HVSR1** è stata acquisita in corrispondenza del punto d'indagine N.1, su suolo artificiale rigido (asfalto) mettendo in bolla lo strumento, in presenza di tempo stabile e assenza di vento.

La misura HVSR1 mostra, tra 0 e 20 Hz, un leggero picco (2.57) alla frequenza di circa 2.97 Hz, anche se tutta la curva di ellitticità oscilla tra questo picco e un'ampiezza minima di circa 0.5. La direzionalità del segnale misurato è abbastanza omogenea, mentre non verifica i criteri SESAME per la chiarezza del picco e può essere classificata come B2 (presenza di picco ma non "chiaro" rispetto ai criteri SESAME).



SESAME	
Curva H/V affidabile (tutti e 3 soddisfatti)	
Picco H/V chiaro (soddisfatti 3 su 6)	
CLASSIFICAZIONE	
Classe	B
Tipo	2

Fig. N.5: Rapporto H/V relativo all'acquisizione HVSR1, spettri delle singole componenti, direzionalità del segnale e classificazione curva.

La seconda misurazione, **HVSR2**, acquisita in corrispondenza del punto d'indagine N.3, su suolo artificiale rigido (asfalto) mettendo in bolla lo strumento, in presenza di tempo stabile e assenza di vento, mostra un valore di picco 3.39 alla frequenza di quasi 4 Hz, leggermente direzionato. Classificazione B2 e assenza di picco "chiaro".

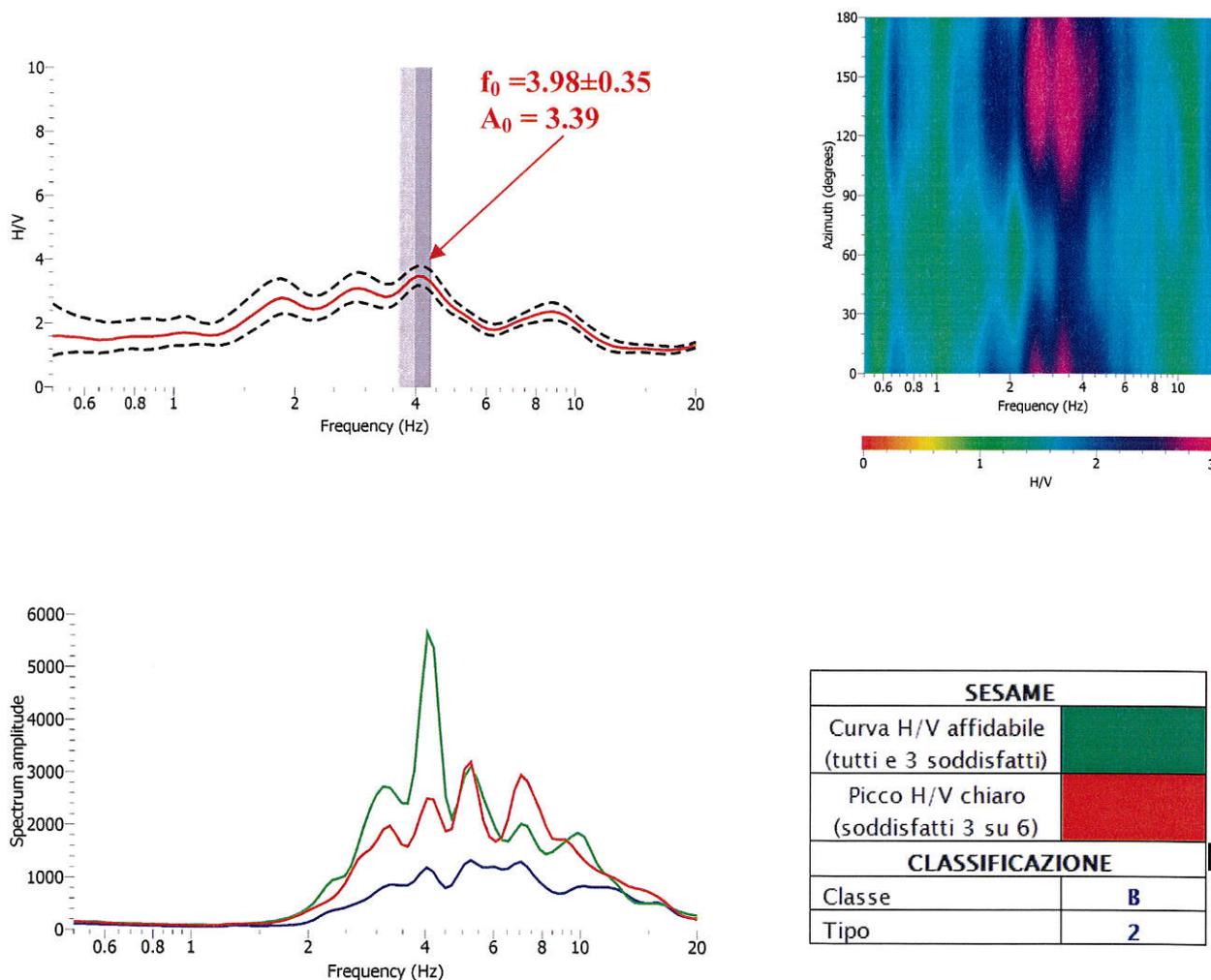


Fig. N.6: Rapporto H/V relativo all'acquisizione HVSR2, spettri delle singole componenti, direzionalità del segnale e classificazione curva.

CAP. 5 – RISULTATI DELLE INDAGINI

I risultati delle singole indagini sono stati riportati in allegato, di seguito si riporta una sintesi dei principali orizzonti litologici ed i relativi parametri geomeccanici, in allegato si riportano n.3 schemi geotecnici relativi alle aree oggetto di interventi strutturali.

5.1 – Caratteri stratigrafici

Aree N.1 e 2

Le aree N.1 e N.2 si collocano sulla medesima formazione geologica “*Argille marnose policrome*”, dalle indagini si sintetizzano i seguenti Orizzonti litologici:

Orizzonte A

Tale orizzonte comprende il materiale di riporto della massicciata stradale ed i colluvi rimaneggiati sottostanti. Lo spessore varia da m. 2.8 (S1) a m. 4.2 (S2).

Orizzonte B

Alternanza irregolare di *argille, limi, marne a comportamento scaglioso*, con la tipica colorazione rossastra e verde. Consistenza media che aumenta con la profondità, sono stati riscontrati livelli idrici a diverse profondità. Sono presenti livelli calcarenitici puntuali m. 4.2-4.8 e 9.0-9.6 (P1) e m. 9.2-9.4 (P2), da circa m. 8.0 - 9.0 la consistenza tende ad aumentare.

Area N.3

L' area N.3 si colloca sulla formazione geologica “*Flysch di Agnone*”, dalle indagini si sintetizzano i seguenti Orizzonti litologici:

Orizzonte A

Tale orizzonte comprende il materiale di riporto della massicciata stradale ed i colluvi rimaneggiati sottostanti. Lo spessore è stimato in m.2.5

Orizzonte B

Argille limose grigie con intercalazioni sabbiose a grana fine giallastre, presenza di livelli arenacei.

5.2 – Caratteri geotecnici

Aree N.1 e 2

Orizzonte A

Comportamento geotecnico di tipo coesivo, bassa consistenza.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0.2 - 0.25 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.05 - 0.09 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 21 - 23^\circ$

Peso di volume..... $\gamma = 1.85 - 1.95 \text{ T/m}^3$

Modulo edometrico..... $E = 30 - 40 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Winkler..... $W = 1.5 - 2.4 \text{ Kg/cm}^2$

Orizzonte B

Comportamento geotecnico di tipo coesivo, a circa m. 8.0 - 9.0 si riscontra un incremento della consistenza.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0.7 - 1.2 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.12 - 0.16 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 23 - 26^\circ$

Peso di volume..... $\gamma = 1.9 - 2.1 \text{ T/m}^3$

Modulo edometrico..... $E = 60 - 100 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di Winkler..... $W = 3.0 - 5.8 \text{ Kg/cm}^2$

Aree N.3**Orizzonte A**

Comportamento geotecnico di tipo coesivo, bassa consistenza.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $C_u = 0.2 - 0.25 \text{ Kg/cmq}$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.05 - 0.09 \text{ Kg/cmq}$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 21 - 23^\circ$

Peso di volume..... $\gamma = 1.85 - 1.95 \text{ T/mc}$

Modulo edometrico..... $E = 30 - 40 \text{ Kg/cmcm}$

Modulo di Winkler..... $W = 1.5 - 2.4 \text{ Kg/cmq}$

Orizzonte B

Comportamento geotecnico di tipo coesivo, a m. 6.0 si riscontra un incremento della consistenza.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $C_u = 1.2 - 1.7 \text{ Kg/cmq}$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.13 - 0.16 \text{ Kg/cmq}$

Angolo di attrito interno..... $\phi = 23 - 25^\circ$

Peso di volume..... $\gamma = 1.9 - 2.1 \text{ T/mc}$

Modulo edometrico..... $E = 90 - 120 \text{ Kg/cmcm}$

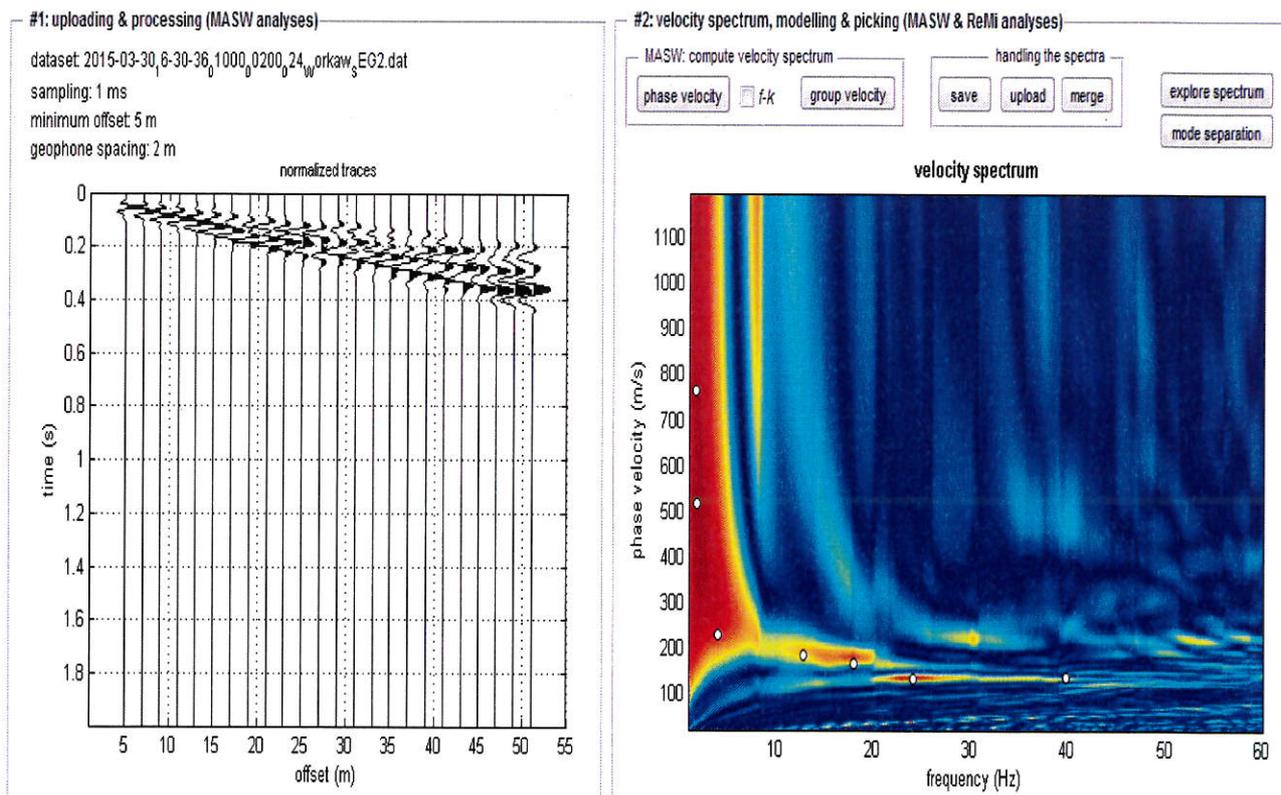
Modulo di Winkler..... $W = 3.5 - 6.0 \text{ Kg/cmq}$

5.3 – Caratteri idrogeologici

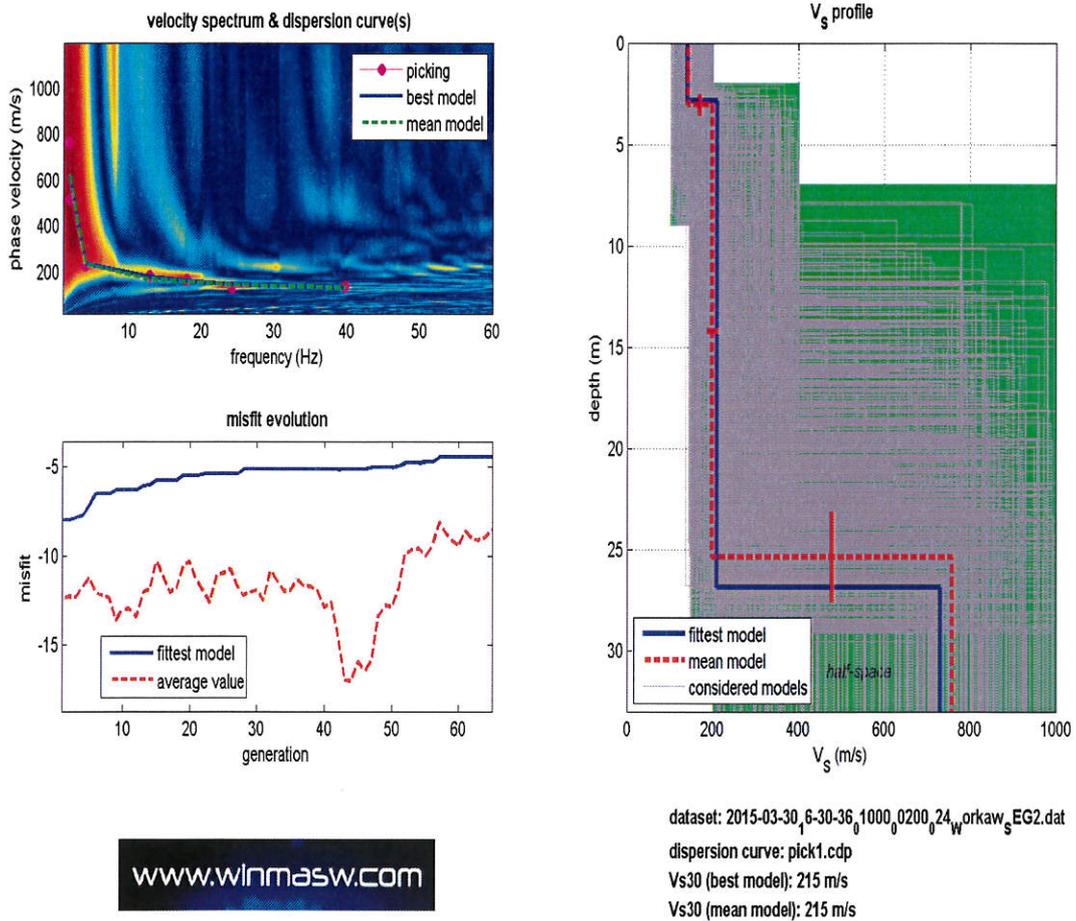
I sondaggi e le prove penetrometriche hanno individuato presenze idriche poste a diversi livelli, la scarsa regimazione delle acque piovane favoriscono processi di infiltrazione in corrispondenza dei livelli dotati di maggiore permeabilità coincidenti con litotipi calcarenitici fratturati o detritici e livelli sabbiosi.

5.4 – Caratteri sismici

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS). Di seguito lo spettro di velocità calcolato. Il dataset appare dominato dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

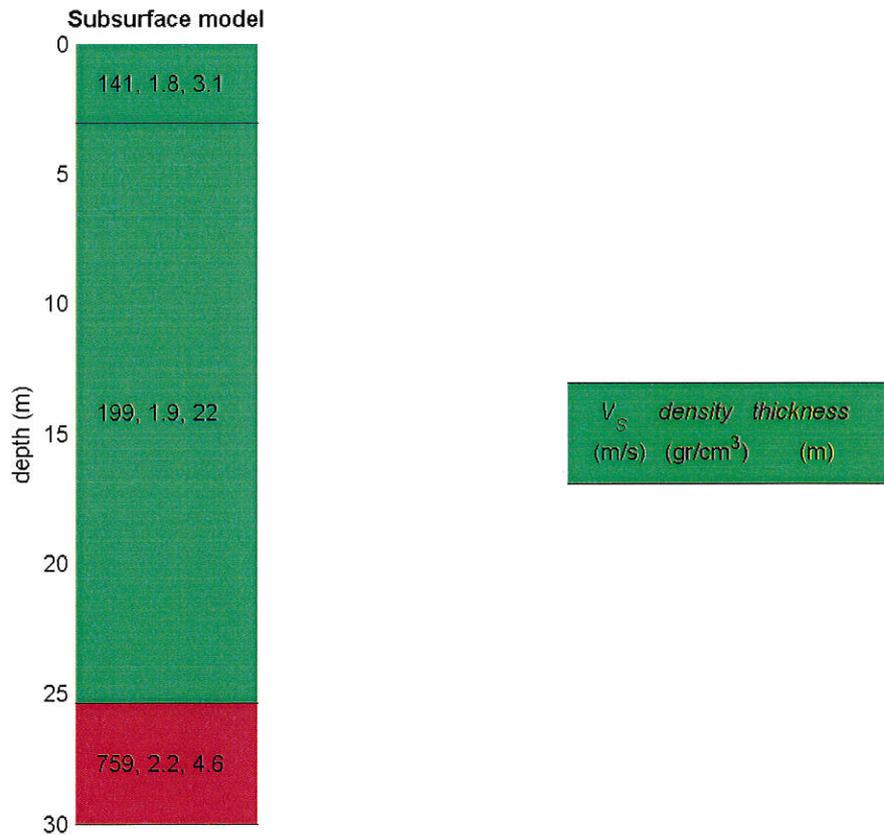
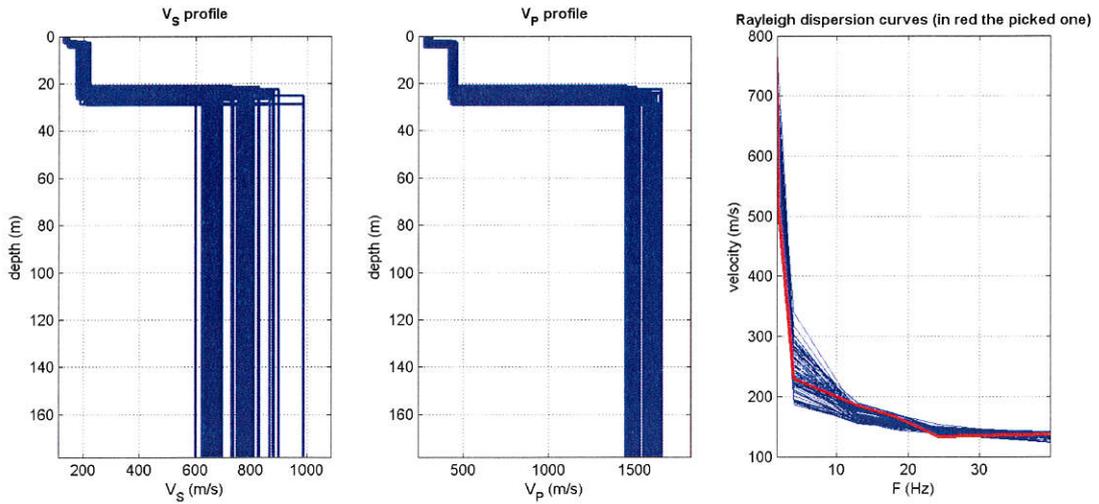


Nella seguente immagine si riportano i risultati dell'inversione della curva di dispersione.



Il primo grafico rappresenta lo spettro osservato, le curve di dispersione piccate e le curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra, invece, si mostra il profilo verticale Vs. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni".

Dall'elaborazione vengono fuori anche i profili di velocità per le onde S e le onde P.



Il modello medio individuato per il sottosuolo è il seguente, con un valore medio del V_{s30} pari a circa **215 m/s (Categoria C** - “*Depositi di terreni a prevalente composizione argillosa e marnosa, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)*”).

CAP. 6 – CARATTERI SISMICI DEL SITO

6.1 – Normativa vigente

Per ridurre gli effetti del terremoto, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

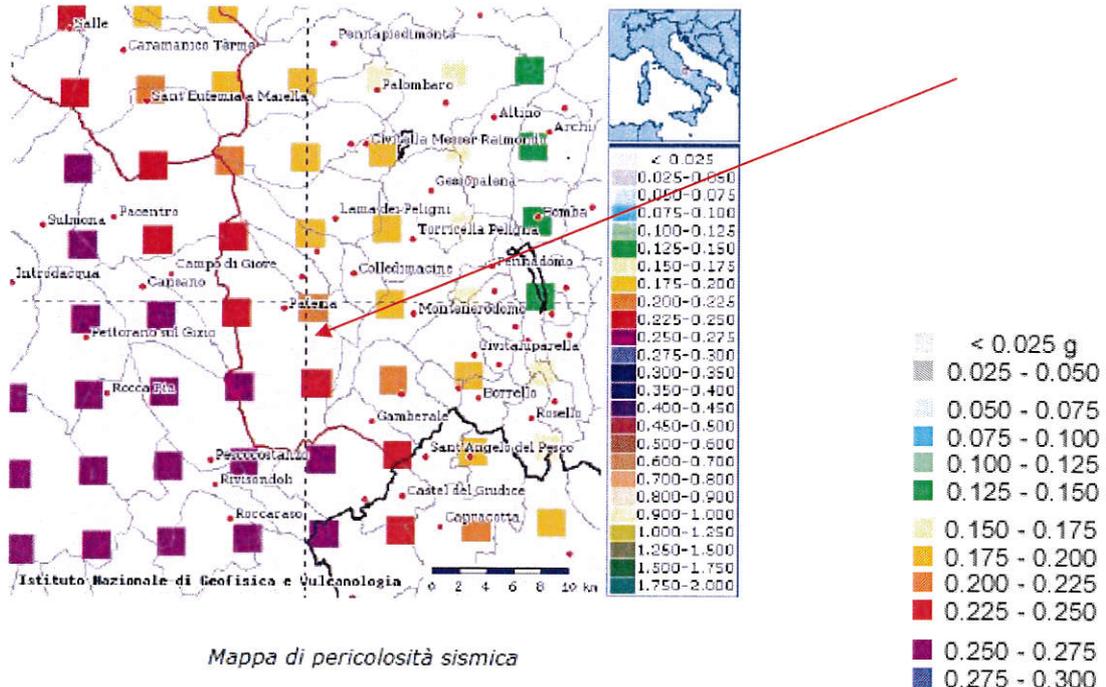
A tal fine è stata pubblicata l'**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003**, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, la quale classifica i comuni italiani in 4 zone a diversa pericolosità sismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona **1** = 0.35 g, zona **2** = 0.25 g, zona **3** = 0.15 g, zona **4** = 0.05 g).

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006**. Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'OPCM n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

6.2 – Classificazione sismica

Il comune di Palena, dal punto di vista della classificazione sismica, rientra nella zona 1, a cui è associata un'accelerazione massima al suolo maggiore di **0.25g**.



6.3 – Categoria di suolo di fondazione (cap. 3.2.2 delle NTC 2008)

Per la determinazione dell'appartenenza del sito ad un classe di categoria di suolo di fondazione, è necessario conoscere la stratigrafia del sito e la velocità delle onde S negli strati di copertura, per la precisione nei primi 30 metri di terreno. In questo modo si identificano 5 classi (A, B, C, D, E) a cui è associato uno spettro di risposta elastico.

Fattori geomorfologici e stratigrafici locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico, filtrando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie. Attraverso diverse relazioni, è possibile stimare l'amplificazione sismica in superficie. Si definisce, così, uno spettro di risposta elastica del terreno a cui è associato un valore corrispondente all'accelerazione sismica orizzontale di picco nel bedrock in funzione della categoria sismica in cui ricade il sito.

In assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si segue l'approccio semplificato per la definizione della categoria sismica, individuata mediante:

- il numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica ($N_{SPT,30}$);

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

- la resistenza non drenata equivalente ($c_{u,30}$).

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Di seguito verranno sintetizzate le principali classi sismiche, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastica; ad una di esse verrà poi associato il substrato del sito in esame.

Classe	Profilo
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri.
B	Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT} > 50$ o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ o coesione non drenata $70 < C_u < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s (ovvero $N_{SPT} < 15$ o coesione non drenata $C_u < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di V_{S30} simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

Alle cinque categorie descritte, se ne aggiungono altre 2 per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

Classe	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto di acqua,

	caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100 \text{ m/s}$ ($10 < Cu < 20 \text{ kPa}$).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

Il substrato argilloso-limoso (Orizzonte C) presenta spessori notevoli, pertanto i relativi parametri geomeccanici possono essere assunti per la caratterizzazione fino a mt. 30 (V_{S30}).

Per quanto riguarda il valore delle onde V_s , oltre alla natura stratigrafica del sito si è tenuto conto delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH) e della correlazione di Yoshida e Motonori (1988):

$$V_s = \beta \times (N_{SPT})^{0.25} \times \sigma_{v0}^{0.14}$$

e di Ohta e Goto (1978):

$$V_s = 54.33 \times (N_{SPT})^{0.173} \times \alpha \times \beta \times (Z/0.303)^{0.193}$$

Dai risultati delle indagini in sito e delle correlazioni sopra riportate, si desume la seguente categoria sismica di sottosuolo prevalente, riferita ad uno **spessore di mt. 30**:

Categoria di suolo di fondazioneC
Valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s.
Valori di N_{SPT} compresi tra 15 e 50
Valori di Cu compresi tra 70 e 250 KPa

Il calcolo delle amplificazioni stratigrafiche S_s è funzione dei parametri sismici sopra riportati, mentre per quanto riguarda il coefficiente di amplificazione topografica, ST , ad esso si associa il valore = **1.2** relativo ad una **categoria topografica T2**, in quanto il pendio presenta una inclinazione media maggiore di 15° .

CAP.7 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

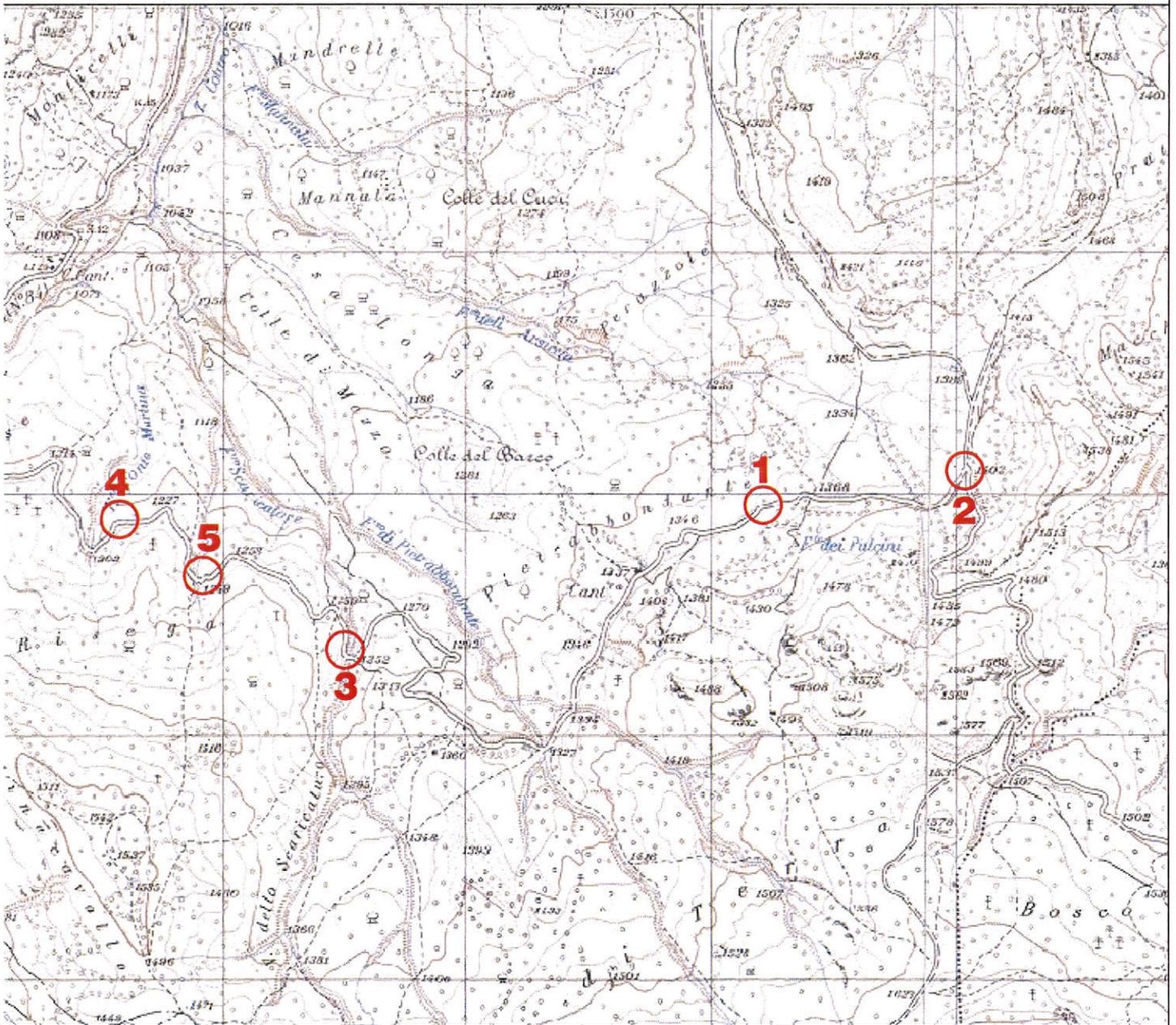
- Lo studio geologico ha interessato un tratto delle Strade Provinciali SS.PP. 164 e 166 nel tratto Palena – Gamberale –Pizzoferrato 1° Intervento”, l’area rientra in un territorio caratterizzato da una geologia molto articolata connessa all’evoluzione paleogeografica dell’Appennino, ed affiorano le seguenti formazioni geologiche: aree nn.1 e 2 “*argille marnose policrome*”; area n.3 “*Flysch di Agnone*”.
- Il tratto di strada in esame presenta diversi dissesti dovuti a frane, cedimenti ed erosione di versante, su indicazione della Provincia di Chieti sono state indagate in dettaglio n.3 aree (zone 1, 2 e 3).
- I rilievi e le indagini hanno consentito di ricostruire i caratteri stratigrafici, geotecnici e sismici delle zone 1 e 2 (che presentano caratteri omogenei) e della zona 3, nei Cap. 4 e 5 sono stati descritte le indagini eseguite ed i relativi risultati i risultati, in allegato si riportano i relativi Schemi Geotecnici riassuntivi delle aree indagate.
- I processi gravitativi hanno interessato parte della strada provinciale compromettendone l’agibilità, si consiglia di intervenire sulle cause e sugli effetti dei processi in atto, pertanto si propone:
 - esecuzione opere di contenimento e stabilizzazione del fronte frana, previa rimozione della coltre alterata. Tenuto conto dell’assetto stratigrafico e geotecnico si rende necessario ricorrere a fondazioni indirette, del tipo pali trivellati e gettati in opera e collegati in testa; nel dimensionamento dei pali si terrà conto degli schemi geotecnici riportati in allegato e si avrà cura di garantire il deflusso delle acque sotterranee al fine di evitare spinte idrauliche; in fase di trivellazione si avrà cura di verificare costantemente la continuità stratigrafica degli orizzonti litologici illustrati nel Cap. 5 al fine a di apportare eventuali variazioni nel dimensionamento dei pali in caso di sostanziali scostamenti dal modello proposto.
 - Interventi di regimazione delle acque piovane mediante ripristino di zanelle e manto stradale e coinvogliamento delle acque nei limitrofi impluvi naturali.

COROGRAFIA GENERALE

Scala 1:25.000



 Sito in esame

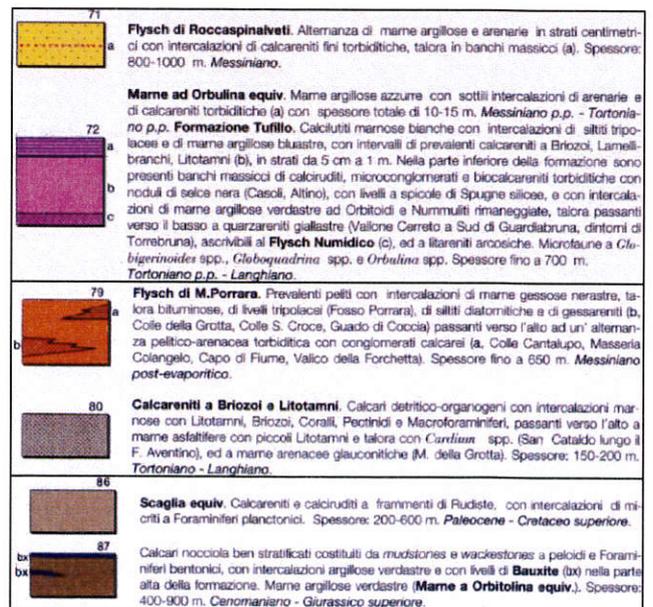
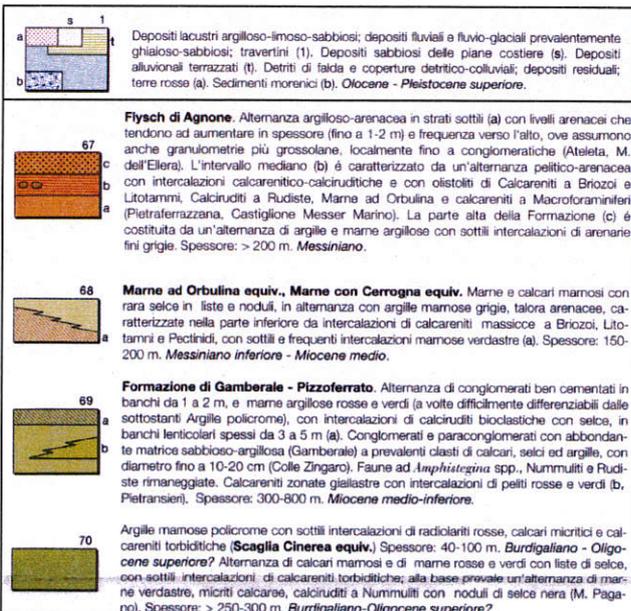
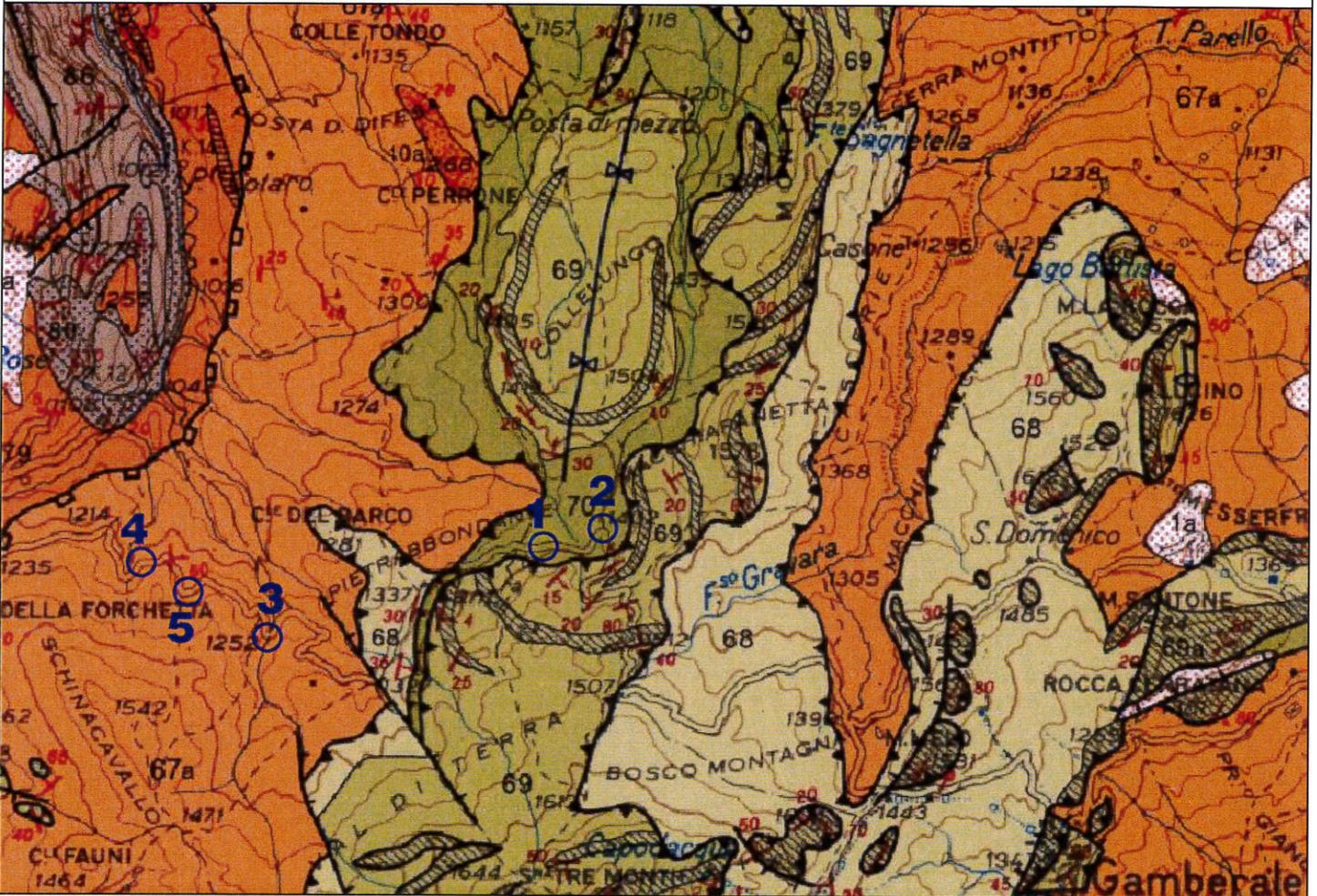


CARTA GEOLOGICA

Scala 1:50.000

(dalla Carta Geologica d'Abruzzo, Ghisetti e Vezzani, scala 1:100.000)

 Sito in esame



**PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
DEI BACINI DI RILIEVO ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE
DEL FIUME SANGRO**
"Fenomeni gravitativi e processi erosivi"
CARTA GEOMORFOLOGICA

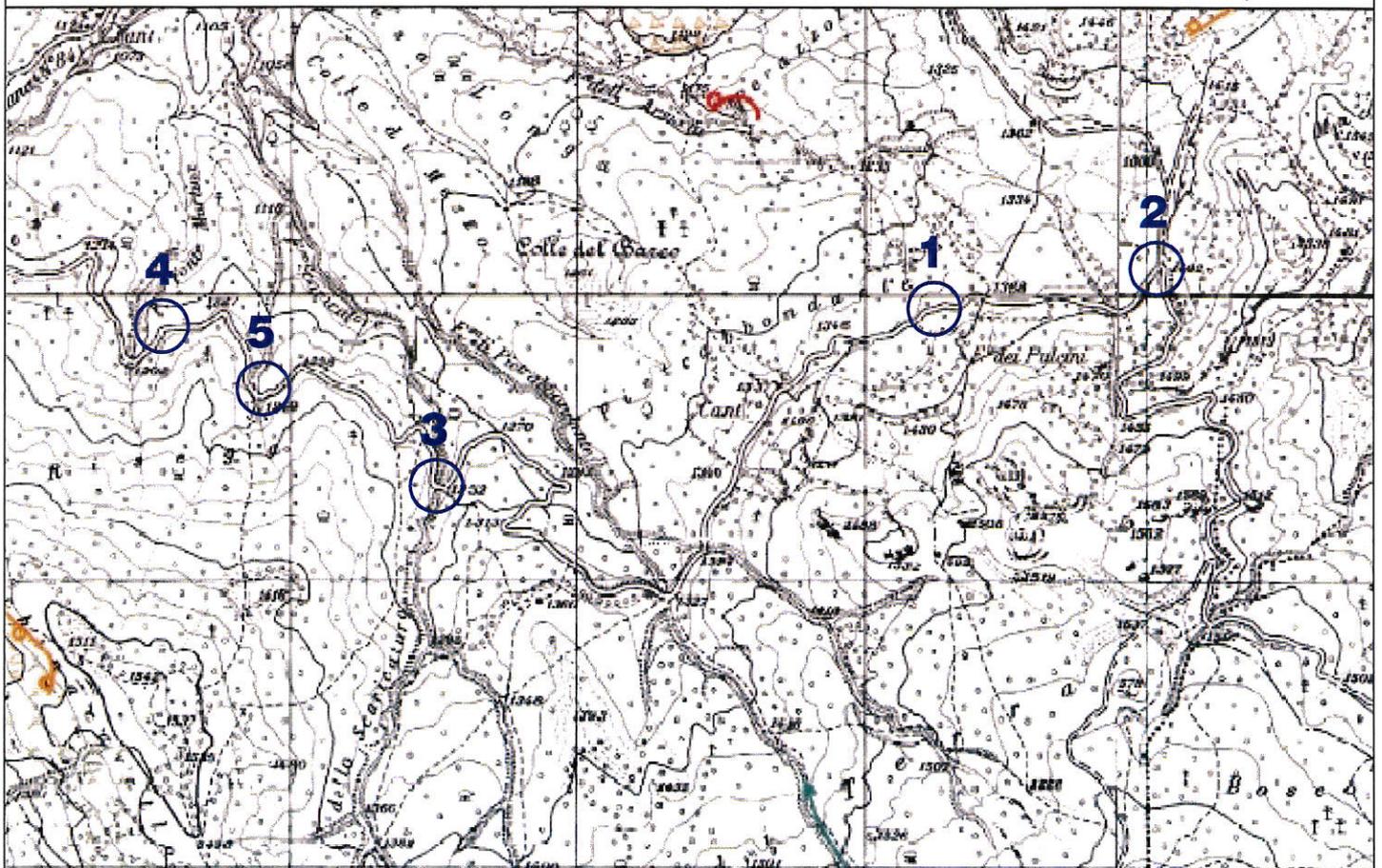
Scala 1:25.000

Foglio n° 379 O - 379 E



		STATO DI ATTIVITA'		
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
FORME, PROCESSE E DEPOSITI QUANTITATIVI DI VERSANTE	Otto di scarpate di degradazione alto di frane			
	Tironea o fessura			
	Frattura di trazione			
	Veniente interseccato da deformazione profonda			
	Veniente interseccato da deformazioni superficiali serie			
	Corpo di frane di crollo e ribaltamento			
	Corpo di frane di scivolamento: (a) traslato (b) rotazionale			
	Corpo di frane di colamento			
	Corpo di frane di generi complessi (includi i fenomeni di trascivo e di massa)			
	Ritocce frane o gruppo di piccole frane non classificate			
	Corrispondenza significativa nel corpo di frane			
FORME, PROCESSE E DEPOSITI PERMANENTI CORRENTI SUPERFICIALI	Otto di scarpate di erosione fluviale o torrentizia			
	Alveo con erosione laterale o sponde in erosione			
	Alveo con tendenza all'approfondimento			
	Stato di sovraccarico concentrato			
	Superficie a calanchi e forme similari			
	Superficie con forme di glaciamento prevalentemente diffuso			
	Superficie con forme di glaciamento prevalentemente concentrato			
	Conche alluvionali			
	Cono di origine mista			
	Depressione paludosa			

Sito in esame



PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
DEI BACINI DI RILIEVO ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE
DEL FIUME SANGRO

"Fenomeni gravitativi e processi erosivi"

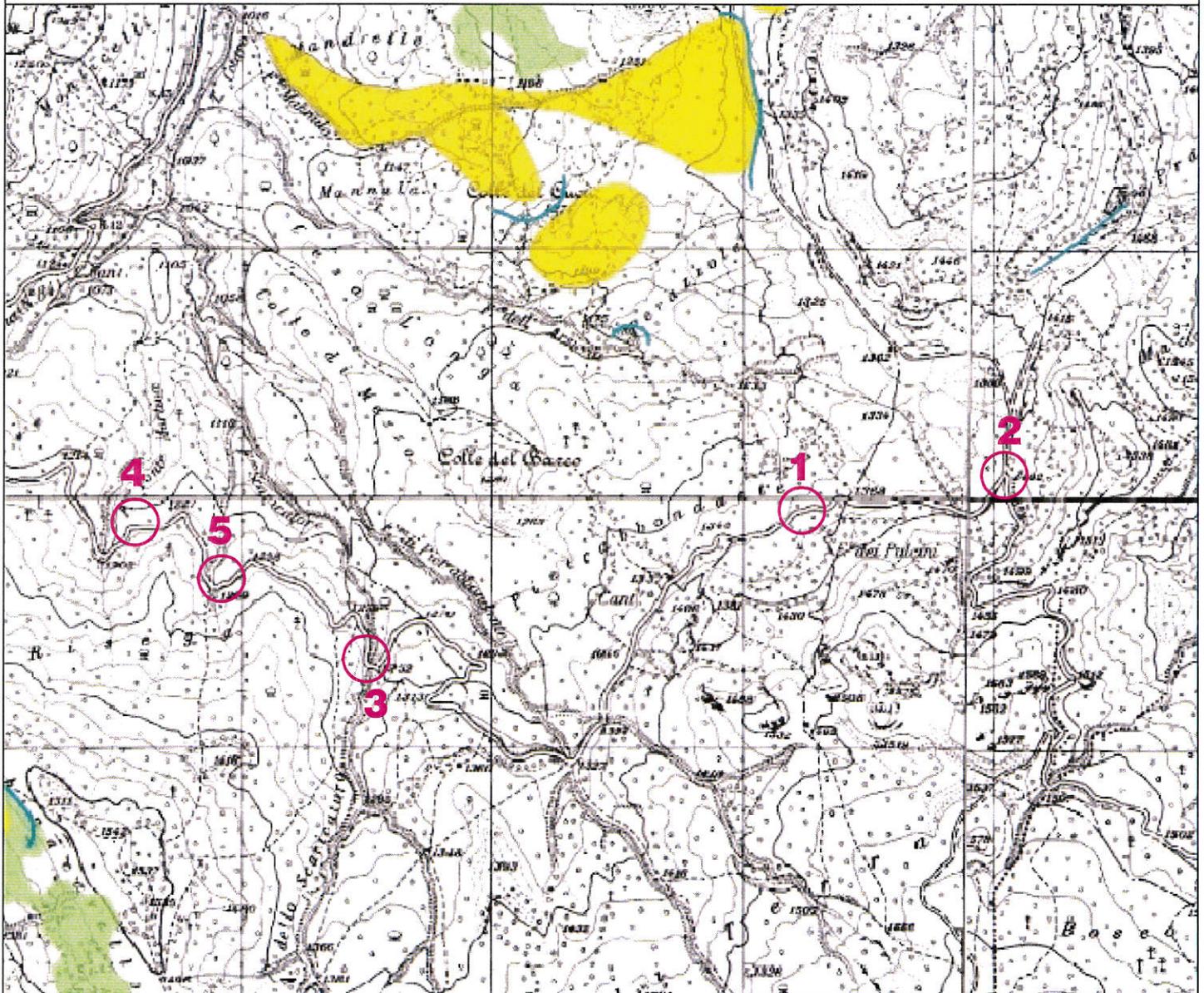
CARTA DELLA PERICOLOSITA'

Scala 1:25.000

Foglio n° 379 O - 379 E



 Sito in esame



 P3 - Pericolosità molto elevata
(Aree interessate da dissesti in attività
o riattivati stagionalmente)

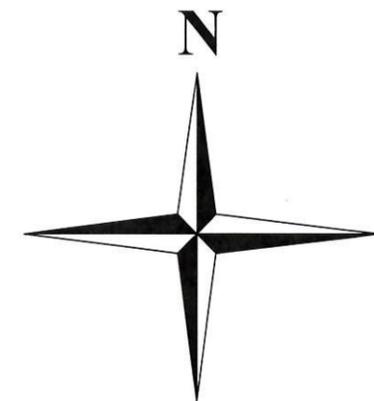
 P1 - Pericolosità moderata
(Aree interessate da dissesti con
bassa probabilità di riattivazione)

 P2 - Pericolosità elevata
(Aree interessate da dissesti con
alta possibilità di riattivazione)

 P Scarpate
(Aree interessate da dissesti di tipo scarpata)

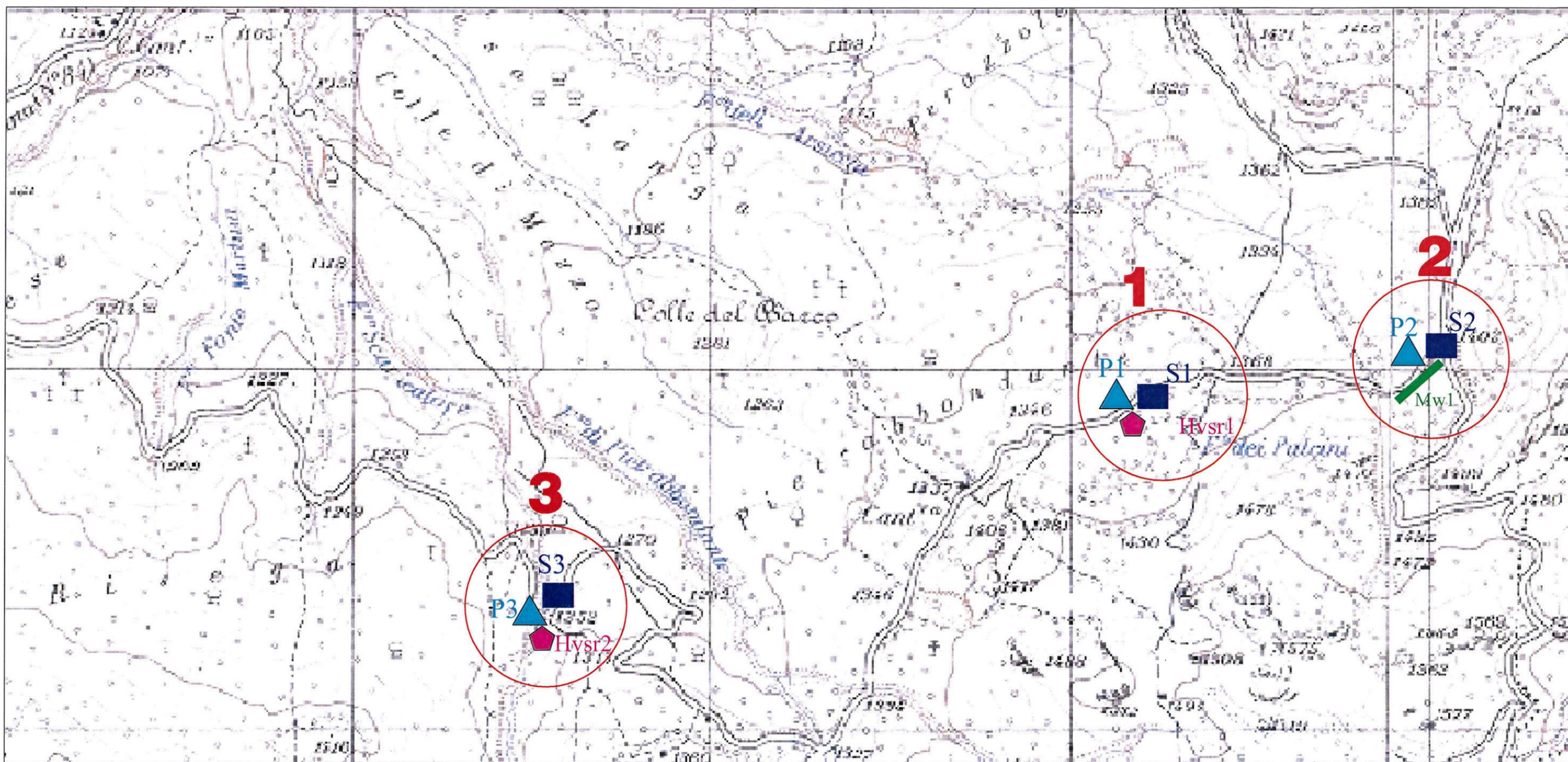
UBICAZIONE INDAGINI

Scala 1:10.000



	S1	Sondaggio geognostico
	P1	Prova Penetrometrica DPSH
	Mw1	Indagine geofisica Masw
	Hvsr1	Indagine geofisica con metodologia HVSR

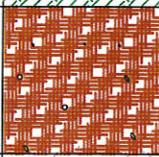
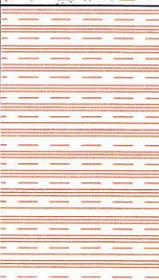
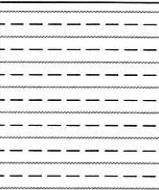
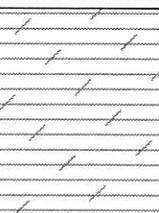
 **1** Sito in esame



Geoprogetti

via Quadroni, 117
Perano
tel. 0872/856019
e-mail: domenico.pellicciotta@virgilio.it

Committente: Provincia di CHIETI**Progetto:** Messa in sicurezza SS.PP. 164 e 166
tratto Palena-Pizzoferrato - Gamberale**Località:** Palena**Data inizio/fine:** dicembre 2016**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S1**Lunghezza perforazione:** mt. 15,0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Camp.
0,4	0,4		SUOLO AGRARIO		
1,9	2,3		TERRENO LIMO-ARGILLOSO RIMANEGGIATO: MATERIALE DI RIPORTO AL TETTO E COLLUVIALE ALLA BASE		
4,1	6,4		LIMI ARGILLOSI CON INTERCALAZIONI SABBIOSE GIALLASTRE, PRESENZA DI NUCLEI TORBOSI SCURI. COLORE NOCCIOLA CON STRIATURE GRIGIE.		
3,4	9,8		ALTERNANZA DI LIMI E ARGILLE DI MEDIA CONSISTENZA sfumature verastre		
2,5	12,3		ARGILLE LIMOSE GRIGIE DI DISCRETA CONSISTENZA		
2,7	15,0		ARGILLE E ARGILLE MARNOSE CONSISTENTI		



S1 C1

mt.10,5/11

Geoprogetti

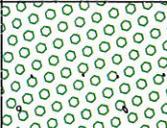
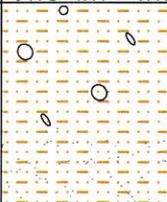
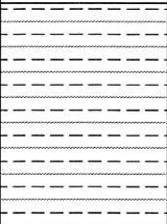
via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: domenic.pellicciotta@virgilio.it

Committente: Provincia di CHIETI**Progetto:** Messa in sicurezza SS.PP. 164 e 166
tratto Palena-Pizzoferrato - Gamberale**Località:** Palena**Data inizio/fine:** dicembre 2016**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S2**Lunghezza perforazione:** mt. 15,0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Camp.	
	1,7		SOTTOFONDO STRADALE GRANULARE			
2,5	4,2		MATERIALE COLLUVIALE LIMOSO E DETRITICO alterato			
1,1	5,3		LIMI ARGILLOSI ROSSASTRI con intercalazioni sabbiose			
5,1	10,4		ALTERNANZA DI LIMI E ARGILLE DI MEDIA CONSISTENZA, presenza di livelli marnosi ed inclusioni calcarenitiche			
2,8	13,2		ARGILLE LIMOSE GRIGIE DI DISCRETA CONSISTENZA			
1,8	15,0		ARGILLE E ARGILLE MARNOSE CONSISTENTI			

S2 CI

mt.7,5/8,0

Geoprogetti

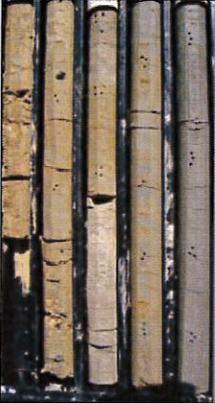
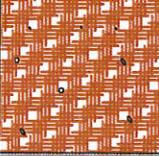
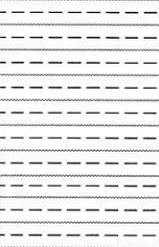
via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: domenic.pellicciotta@virgilio.it

Committente: Provincia di CHIETI**Progetto:** Messa in sicurezza SS.PP. 164 e 166
tratto Palena-Pizzoferrato - Gamberale**Località:** Palena**Data inizio/fine:** dicembre 2016**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S3**Lunghezza perforazione:** mt. 10,0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione		Falda	Camp.
	0,5		SOTTOFONDO STRADALE			
	2,0		TERRENO LIMO-ARGILLOSO RIMANEGGIATO: MATERIALE DI RIORTO AL TETTO E COLLUVIALE ALLA BASE			
	4,1		ARGILLE LIMOSE DI DISCRETA CONSISTENZA			
	10,0					
	3,4					
	5,7					

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	Terzaghi-Peck	15,10
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	Terzaghi-Peck	77,57
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	Terzaghi-Peck	162,01

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	Robertson (1983)	0,48
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	Robertson (1983)	2,30
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	Robertson (1983)	4,80

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,65
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	11,90
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	24,66

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	Apollonia	2,42
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	Apollonia	11,49
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	Apollonia	24,01

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	Meyerhof	15,69
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	Meyerhof	19,71
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	Meyerhof	20,69

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	Meyerhof	18,24
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	Meyerhof	21,67
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	Meyerhof	21,67

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) COLLUVI ALTERATI	2,47	0,00-2,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	82,86
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio-bassa	11,72	2,40-9,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	146,53
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	24,48	9,00-15,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	192,16

Indice

1. Coesione non drenata
2. Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)
3. Modulo Edometrico
4. Modulo di Young
5. Classificazione AGI
6. Peso unità di volume
7. Peso unità di volume saturo
8. Velocità onde di taglio

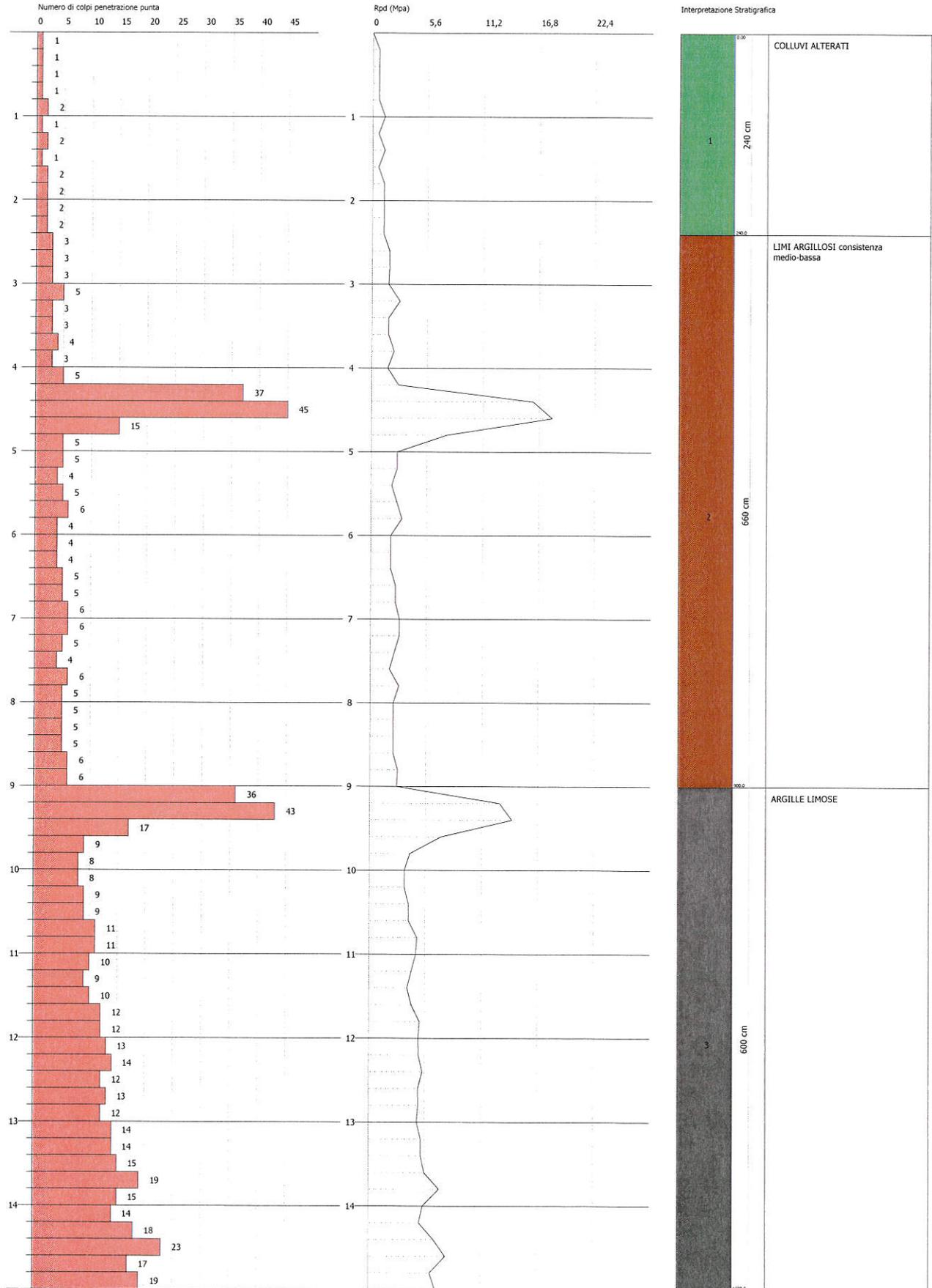
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... EMILIA (20)

C 001 01

Committente: PROVINCIA DI CHIETI
 Cantiere: CONSOLIDAMENTO STRADE PROVINCIALI
 Località: PALENA

Data: 03/01/2017

Scala 1:66



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI COESIVI I**

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) RIPORTO + COLLUVI ALTERATI	7,83	0,00-4,20	Terzaghi-Peck	47,95
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	Terzaghi-Peck	57,17
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	Terzaghi-Peck	106,30

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) RIPORTO + COLLUVI ALTERATI	7,83	0,00-4,20	Robertson (1983)	1,54
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	Robertson (1983)	1,69
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	Robertson (1983)	3,15

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) RIPORTO + COLLUVI ALTERATI	7,83	0,00-4,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,01
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,81
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	16,24

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) RIPORTO + COLLUVI ALTERATI	7,83	0,00-4,20	Apollonia	7,68
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	Apollonia	8,46
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	Apollonia	15,75

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1)	7,83	0,00-4,20	A.G.I. (1977)	MODERAT.

RIPORTO + COLLUVI ALTERATI				CONSISTENTE
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato (1) RIPORTO + COLLUVI ALTERATI	7,83	0.00-4,20	Meyerhof	18,53
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	Meyerhof	18,83
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	Meyerhof	20,40

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato (1) RIPORTO + COLLUVI ALTERATI	7,83	0.00-4,20	Meyerhof	18,63
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	Meyerhof	20,69
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	Meyerhof	22,46

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) RIPORTO + COLLUVI ALTERATI	7,83	0.00-4,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	112,7
Strato (2) LIMI ARGILLOSI consistenza medio bassa	8,63	4,20-9,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	143,38
Strato (3) ARGILLE LIMOSE	16,06	9,20-15,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	178,93

Indice

1.Coesione non drenata	1
2.Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	1
3.Modulo Edometrico	1
4.Modulo di Young	1
5.Classificazione AGI	1
6.Peso unità di volume	2
7.Peso unità di volume saturo	2
8.Velocità onde di taglio	2

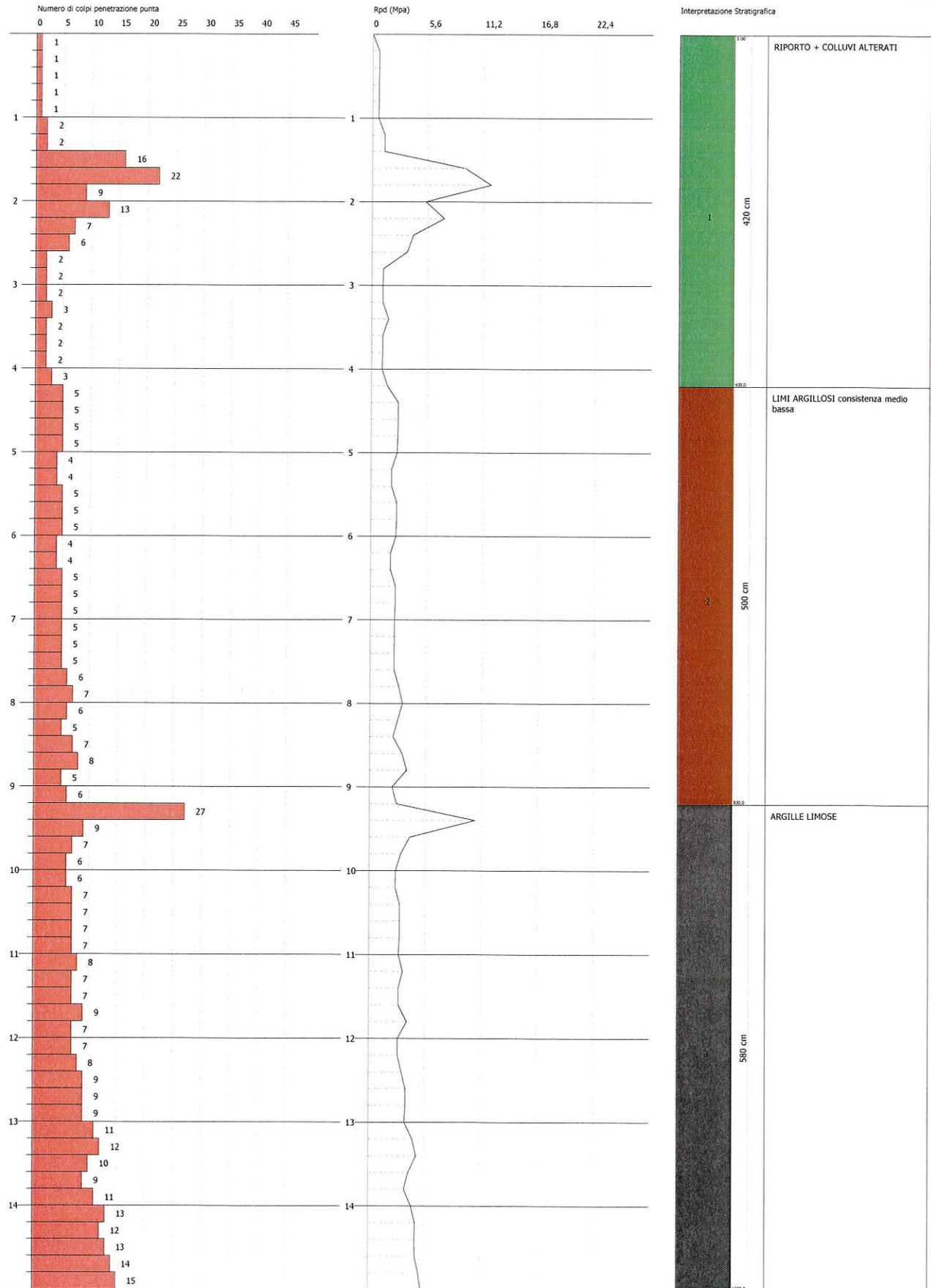
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... EMILIA (20)

C 001 01

Committente: PROVINCIA DI CHIETI
 Cantiere: CONSOLIDAMENTO STRADE PROVINCIALI
 Località: PALENA

Data: 03/01/2017

Scala 1:66



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0,00-2,00	Terzaghi-Peck	22,16
Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	Terzaghi-Peck	89,93
Strato (3) ALTERNAZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	Terzaghi-Peck	179,95

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0,00-2,00	Robertson (1983)	0,71
Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	Robertson (1983)	2,66
Strato (3) ALTERNAZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	Robertson (1983)	5,33

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0,00-2,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	3,80
Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	13,76
Strato (3) ALTERNAZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	27,37

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0,00-2,00	Apollonia	3,55

Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	Apollonia	13,32
Strato (3) ALTERNAZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	Apollonia	26,66

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0.00-2,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) ALTERNAZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0.00-2,00	Meyerhof	16,48
Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	Meyerhof	20,10
Strato (3) ALTERNAZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	Meyerhof	20,89

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0.00-2,00	Meyerhof	18,34
Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	Meyerhof	22,06
Strato (3) ALTERNAZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	Meyerhof	22,46

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) TERRENO VEGETALE e COLLUVI	3,62	0,00-2,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	85,46
Strato (2) LIMI ARGILLOSI E SABBIOSI	13,58	2,00-6,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	140,38
Strato (3) ALTERNANZA DI ARGILLE SABBIOSE CON LIVELLI ARENACEI	27,19	6,00-14,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	188,92

Indice

1. Coesione non drenata
2. Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)
3. Modulo Edometrico
4. Modulo di Young
5. Classificazione AGI
6. Peso unità di volume
7. Peso unità di volume saturo
8. Velocità onde di taglio

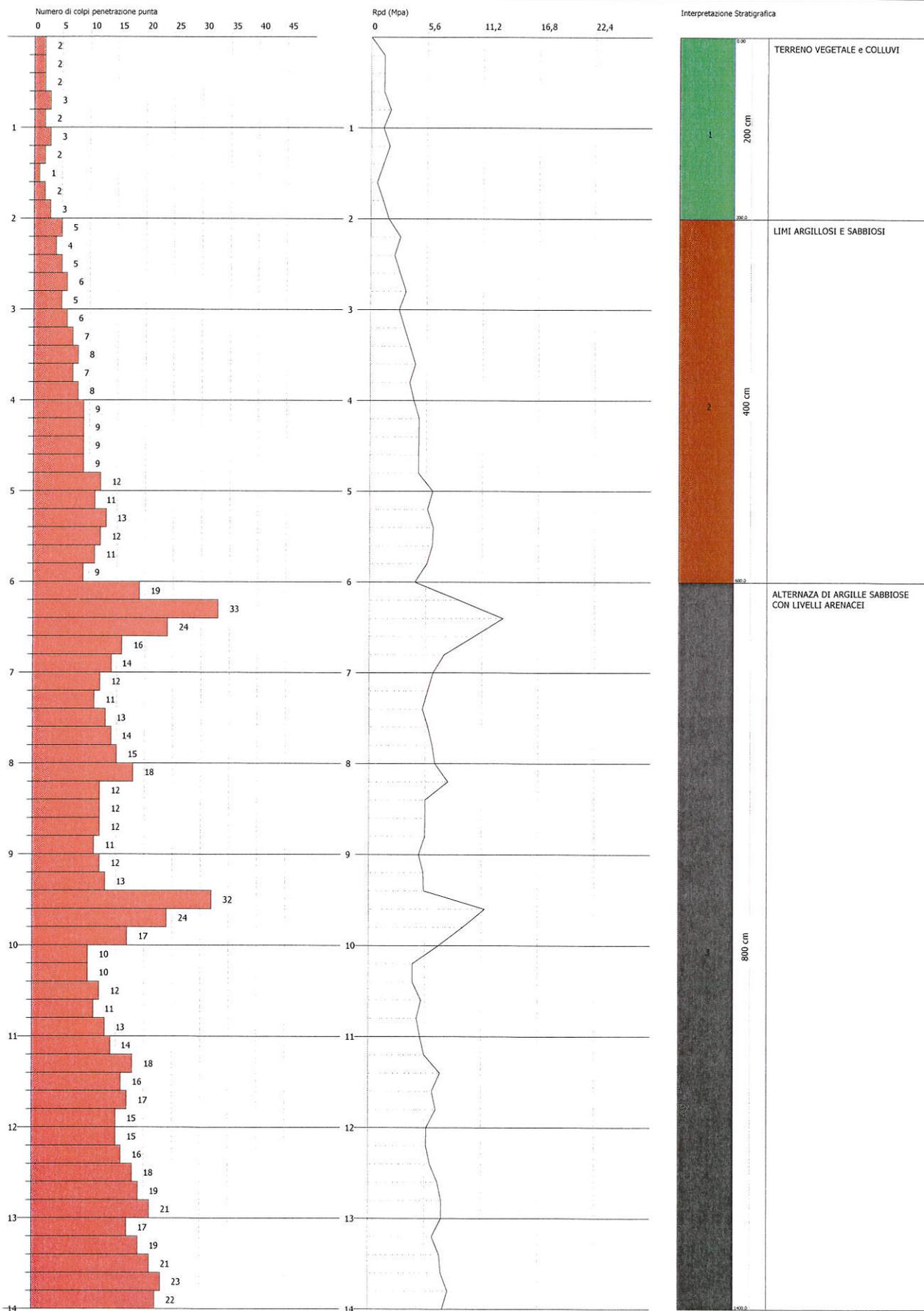
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... EMILIA (20)

C 001 01

Committente: PROVINCIA DI CHIETI
 Cantiere: CONSOLIDAMENTO STRADE PROVINCIALI
 Località: PALENA

Data: 03/01/2017

Scala 1:61





Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Autorizzazione a svolgere attività di prova e certificazione per prove geotecniche sui terreni ed in sito
 Decreto 8502 del 22/12/2009
 Decreto 2531 del 15/03/2013

**APERTURA E DESCRIZIONE GENERALE
 DEL CAMPIONE**

Certificato n°: 4535/1 del 27/07/2015
 Foglio 1 di 1

Commessa n°: 0030 del 13/07/2015 Verbale Accettazione n°: 406 del 13/07/2015
 Committente: Dott. Geol. Domenico Pellicciotta Cantiere: Gamberale (CH)
 Sondaggio n°: S3 Profondità m: 12.0 - 12.3 Sigla campione: 1264
 Data prelievo: - Data inizio prova: 14/07/2015 Data fine prova: 14/07/2015

Normativa di riferimento: ASTM D 2488 - 00, Raccomandazioni AGI 1994, ASTM D 4648 - 00

Procedura di prova Rif. MQ: ITL 01/L

Tipo contenitore: Fustella metallica Stato campione: Disturbato / Indisturbato

Lunghezza (cm): 37 Diametro "Φ"(mm): 86 Modalità di prelievo: campionatore Shelby

Descrizione: Terreno a grana fina (limoso argilloso) di colore grigio con striature verdoline e vinaccia (varicolori).
 (ASTM D 2488-93) Presenza di concrezioni e clasti carbonatici biancastri di diametro max 1 cm.

CLASSE DEL CAMPIONE (Racc. AGI 1994)	CONSISTENZA (ASTM D 2488-93)	Rp (kPa)	STUTTURA (ASTM D 2488-93)
<input type="checkbox"/> Q1 Disturbati o rimaneggiati	Molto tenero	≤ 40	<input type="checkbox"/> Stratificata
<input type="checkbox"/> Q2 Disturbati o rimaneggiati	Tenero	40 ÷ 80	<input checked="" type="checkbox"/> Laminata
<input type="checkbox"/> Q3 Disturbati o rimaneggiati	Consistente	80 ÷ 150	<input type="checkbox"/> Fessurata
<input type="checkbox"/> Q4 Disturbo limitato	<input checked="" type="checkbox"/> Molto consistente	150 ÷ 300	<input type="checkbox"/> Levigata
<input checked="" type="checkbox"/> Q5 Indisturbati	Duro	≥ 300	<input type="checkbox"/> Scagliosa
			<input checked="" type="checkbox"/> Lenticolare
			<input type="checkbox"/> Omogenea

UMIDITA' (ASTM D2488-93)	PLASTICITA' (ASTM D 2488-93)	GRADO DI CEMENTAZIONE (ASTM D 2488-93)	REAZIONE CON HCl (ASTM D 2488-93)
<input type="checkbox"/> Secco	<input type="checkbox"/> Non plastico	<input type="checkbox"/> Debole	<input type="checkbox"/> Nulla
<input checked="" type="checkbox"/> Umido	<input checked="" type="checkbox"/> Poco plastico	<input type="checkbox"/> Moderato	<input type="checkbox"/> Debole
<input type="checkbox"/> Saturo	<input checked="" type="checkbox"/> Mediamente plastico	<input type="checkbox"/> Elevato	<input type="checkbox"/> Alta
	<input type="checkbox"/> Molto plastico		

Profondità (m)	Note	Prove eseguite	Pocket Penetrometer (kPa)	Vane Test (kPa) (ASTM D 4648-94)
12.00		Prova di taglio diretto CD	150	
		Prova di compressione non confinata ELL	200	
12.37			250	

Osservazioni: Incertezze di misura e/o anomalie riscontrate:

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Angelo Ricci

Il Direttore

Dott. Geol. Renato Ricci

Mod. CEAC Rev 02



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Autorizzazione a svolgere attività di prova e certificazione per prove geotecniche sui terreni ed in sito
 Decreto 8502 del 22/12/2009
 Decreto 2531 del 15/03/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato n°: 4535/2 del 27/07/2015
 Foglio 1 di 2

Commessa n°: 0030 del 13/07/2015 Verbale Accettazione n°: 406 del 13/07/2015
 Committente: Dott. Geol. Domenico Pellicciotta Cantiere: Gamberale (CH)
 Sondaggio n°: S3 Profondità m: 12.0 - 12.3 Sigla campione: 1264
 Data prelievo: - Data inizio prova: 14/07/2015 Data fine prova: 21/07/2015

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Procedura di prova Rif. MQ: ITL 11/L

Classe campione: Q5 Stato campione: Disturbate / Indisturbate / Ricompattate

Descrizione campione: Terreno a grana fina (limoso argilloso) di colore grigio con striature verdoline e vinaccia (varicolori). Presenza di concrezioni e clasti carbonatici biancastrati di diametro max 1 cm.

Posizione ed orientamento dei provini all'interno del campione: fustellamento secondo l'asse del campione

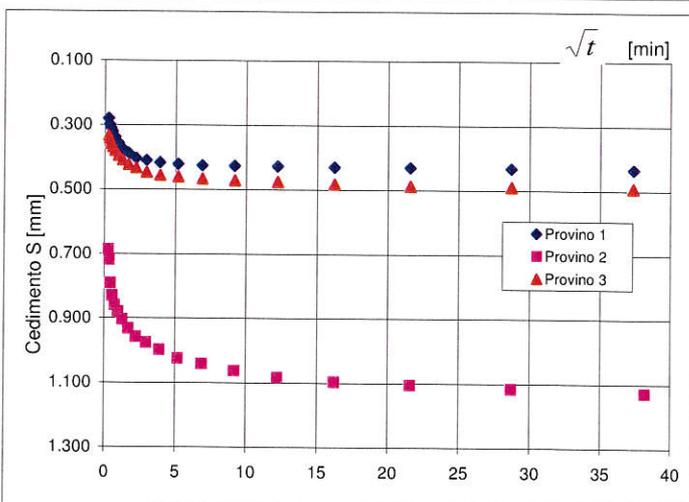
Apparecchiatura utilizzata: macchina di taglio diretto cod. int. 020055

Scatola di taglio: quadrata Condizione: sommersa

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI					Provino 1	Provino 2	Provino 3	
Contenuto d'acqua	w_o	30.07	31.93	28.50	%			
Massa volumica	ρ	1.87	1.83	1.97	Mg/m ³			
Massa volumica secca	ρ_d	1.44	1.39	1.53	Mg/m ³			
Indice dei vuoti iniziale	e_o	0.876	0.944	0.764	-			
Grado di saturazione	S_{r_o}	92.73	91.35	100.00	%			
Massa volumica dei granuli (*)	ρ_s	2.70		Mg/m ³				

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Tensione normale efficace 100.0 kPa		Tensione normale efficace 200.0 kPa		Tensione normale efficace 300.0 kPa	
\sqrt{t}	ΔH	\sqrt{t}	ΔH	\sqrt{t}	ΔH
min	mm	min	mm	min	mm
0.23	0.281	0.23	0.687	0.23	0.333
0.30	0.299	0.30	0.719	0.30	0.343
0.40	0.310	0.40	0.792	0.40	0.358
0.53	0.321	0.53	0.831	0.53	0.369
0.70	0.338	0.70	0.860	0.70	0.380
0.93	0.357	0.93	0.881	0.93	0.395
1.24	0.375	1.24	0.904	1.24	0.410
1.65	0.388	1.65	0.932	1.65	0.423
2.19	0.404	2.19	0.958	2.19	0.434
2.92	0.411	2.92	0.976	2.92	0.447
3.88	0.417	3.88	0.998	3.88	0.456
5.17	0.422	5.17	1.025	5.17	0.461
6.88	0.426	6.88	1.041	6.88	0.467
9.15	0.427	9.15	1.063	9.15	0.472
12.17	0.428	12.17	1.083	12.17	0.476
16.19	0.430	16.19	1.096	16.19	0.482
21.54	0.431	21.54	1.105	21.54	0.488
28.66	0.433	28.66	1.116	28.66	0.490
37.34	0.435	38.13	1.128	37.28	0.493
-	-	50.73	1.146	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Dimensioni provini					
		Provino 1	Provino 2	Provino 3	
Lato	L	5.98	5.98	5.98	cm
Altezza	H ₀	1.96	2.00	1.96	cm
Sezione	A	35.76	35.76	35.76	cm ²



	Provino 1	Provino 2	Provino 3	
Tempo di fine consolidazione primaria t_{100}	9	21.16	23.04	min
Velocità di deformazione calcolata	0.020	0.010	0.010	mm/min
Indice dei vuoti a fine consolidazione	0.834	0.832	0.719	-

Lo Sperimentatore
 (Dott. Geol. Angelo Ricci)

Il Direttore
 (Dott. Geol. Renato Ricci)

Mod. CETD Rev 03



Campione	01264			
Sondaggio	S3			
Profondità	da m	12.0	a m	12.3



Provini sottoposti a prove meccaniche





Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Autorizzazione a svolgere attività di prova e certificazione per prove geotecniche sui terreni ed in sito
 Decreto 8502 del 22/12/2009
 Decreto 2531 del 15/03/2013

APERTURA E DESCRIZIONE GENERALE DEL CAMPIONE

Certificato n°: 4507/1 del 21/05/2015

Foglio 1 di 1

Commessa n°: 0020 del 15/05/2015 Verbale Accettazione n°: 398 del 15/05/2015

Committente: Dott. Geol. Domenico Pellicciotta Cantiere: Gamberale (CH)

Sondaggio n°: S1 Profondità m: 10.7 - 11.0 Sigla campione: 1238

Data prelievo: 11/05/2015 Data inizio prova: 15/05/2015 Data fine prova: 15/05/2015

Normativa di riferimento: ASTM D 2488 - 00, Raccomandazioni AGI 1994, ASTM D 4648 - 00

Procedura di prova Rif. MQ: ITL 01/L

Tipo contenitore: Fustella metallica Stato campione: Disturbato / Indisturbato

Lunghezza (cm): 54 Diametro "Φ"(mm): 86 Modalità di prelievo: -

Descrizione: Terreno a grana fina e media (limo sabbioso e/o argilloso) di colore marroncino - verdastro con striature (ASTM D 2488-93) grigiastre. Presenza di livelletti sabbiosi, talora cementati, color ruggine.

CLASSE DEL CAMPIONE (Racc. AGI 1994)	CONSISTENZA (ASTM D 2488-93)	Rp (kPa)	STUTTURA (ASTM D 2488-93)
<input type="checkbox"/> Q1 Disturbati o rimaneggiati	Molto tenero	≤ 40	Stratificata
<input checked="" type="checkbox"/> Q2 Disturbati o rimaneggiati	Tenero	40 ÷ 80	Laminata
<input type="checkbox"/> Q3 Disturbati o rimaneggiati	Consistente	80 ÷ 150	Fessurata
<input type="checkbox"/> Q4 Disturbo limitato	Molto consistente	150 ÷ 300	Levigata
<input type="checkbox"/> Q5 Indisturbati	<input checked="" type="checkbox"/> Duro	≥ 300	Scagliosa
			<input checked="" type="checkbox"/> Lenticolare
			<input type="checkbox"/> Omogenea

UMIDITA' (ASTM D2488-93)	PLASTICITA' (ASTM D 2488-93)	GRADO DI CEMENTAZIONE (ASTM D 2488-93)	REAZIONE CON HCI (ASTM D 2488-93)
<input checked="" type="checkbox"/> Secco	<input checked="" type="checkbox"/> Non plastico	Debole	Nulla
<input type="checkbox"/> Umido	<input type="checkbox"/> Poco plastico	Moderato	Debole
<input type="checkbox"/> Saturo	<input type="checkbox"/> Mediamente plastico	Elevato	Alta
	<input type="checkbox"/> Molto plastico		

Profondità (m)	Note	Prove eseguite	Pocket Penetrometer (kPa)	Vane Test (kPa) (ASTM D 4648-94)
10.70		Prova di compressione non confinata (ELL)	> 450	
11.24		Prova di taglio diretto CD		

Osservazioni: Incertezze di misura e/o anomalie riscontrate:

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Angelo Ricci

Il Direttore

Dott. Geol. Renato Ricci



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Autorizzazione a svolgere attività di prova e certificazione per prove geotecniche sui terreni ed in sito
 Decreto 8502 del 22/12/2009
 Decreto 2531 del 15/03/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Certificato n°: 4507/2 del 21/05/2015
 Foglio 1 di 2

Commessa n°: 0020 del 42139 Verbale Accettazione n°: 398 del 15/05/2015
 Committente: Dott. Geol. Domenico Pellicciotta Cantiere: Gamberale (CH)
 Sondaggio n°: S1 Profondità m: 10.7 - 11.0 Sigla campione: 1238
 Data prelievo: 11/05/2015 Data inizio prova: 15/05/2015 Data fine prova: 21/05/2015

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Procedura di prova Rif. MQ: ITL 11/L

Classe campione: Q2 Stato campione: Disturbato / Indisturbato / Ricompattato

Descrizione campione: Terreno a grana fina e media (limo sabbioso e/o argilloso) di colore marroncino - verdastro con striature grigiastre. Presenza di livelletti sabbiosi, talora cementati, color ruggine.

Posizione ed orientamento dei provini all'interno del campione: fustellamento secondo l'asse del campione

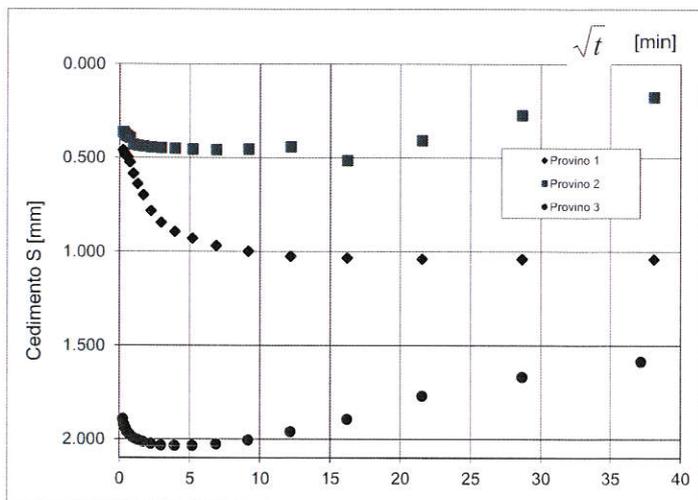
Apparecchiatura utilizzata: macchina di taglio diretto cod. int. 020055

Scatola di taglio: quadrata Condizione: sommersa

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI					
		Provino 1	Provino 2	Provino 3	
Contenuto d'acqua	w_o	8.49	7.32	7.49	%
Massa volumica	ρ	1.99	2.24	2.19	Mg/m ³
Massa volumica secca	ρ_d	1.84	2.08	2.04	Mg/m ³
Indice dei vuoti iniziale	e_o	0.469	0.295	0.326	-
Grado di saturazione	S_{to}	48.86	66.89	62.16	%
Massa volumica dei granuli (*) valore assunto	ρ_s	2.70			Mg/m ³

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Tensione normale efficace 200.0 kPa		Tensione normale efficace 300.0 kPa		Tensione normale efficace 400.0 kPa	
\sqrt{t}	ΔH	\sqrt{t}	ΔH	\sqrt{t}	ΔH
min	mm	min	mm	min	mm
0.23	0.460	0.23	0.365	0.23	1.892
0.30	0.475	0.30	0.371	0.30	1.922
0.40	0.490	0.40	0.381	0.40	1.940
0.53	0.497	0.53	0.387	0.53	1.960
0.70	0.525	0.70	0.394	0.70	1.974
0.93	0.585	0.93	0.431	0.93	1.991
1.24	0.640	1.24	0.435	1.24	2.002
1.65	0.699	1.65	0.440	1.65	2.013
2.20	0.784	2.20	0.445	2.19	2.023
2.92	0.845	2.92	0.447	2.92	2.032
3.89	0.894	3.88	0.451	3.88	2.034
5.17	0.930	5.17	0.455	5.17	2.034
6.88	0.969	6.88	0.457	6.88	2.026
9.15	0.999	9.15	0.455	9.15	2.004
12.17	1.026	12.17	0.443	12.17	1.959
16.19	1.034	16.19	0.516	16.19	1.893
21.54	1.039	21.54	0.408	21.54	1.769
28.66	1.040	28.66	0.273	28.66	1.667
38.13	1.041	38.13	0.176	37.19	1.585
50.73	1.042	-	-	-	-
65.44	1.052	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Dimensioni provini					
		Provino 1	Provino 2	Provino 3	
Lato	L	5.98	6.00	5.98	cm
Altezza	H_0	1.96	1.93	1.96	cm
Sezione	A	35.76	36.00	35.76	cm ²



	Provino 1	Provino 2	Provino 3	
Tempo di fine consolidazione primaria t_{100}	42.25	-	-	min
Velocità di deformazione calcolata	0.005	-	-	mm/min
Indice dei vuoti a fine consolidazione	0.391	0.261	0.188	

Lo Sperimentatore
 (Dott. Geol. Angelo Ricci)

Il Direttore
 (Dott. Geol. Renato Ricci)



Campione	01238			
Sondaggio	S1			
Profondità	da m	10.7	a m	11.0



Provini sottoposti a prove meccaniche



Categoria sismica del sito: C

terreno coesivo mediamente consistente
Vs30 compreso tra 180 m/s e 360 m/s

SCHEMA GEOTECNICO RIASSUNTIVO

Sondaggio S1
Prove P1

SCHEMA N.1

Area di Intervento N.1

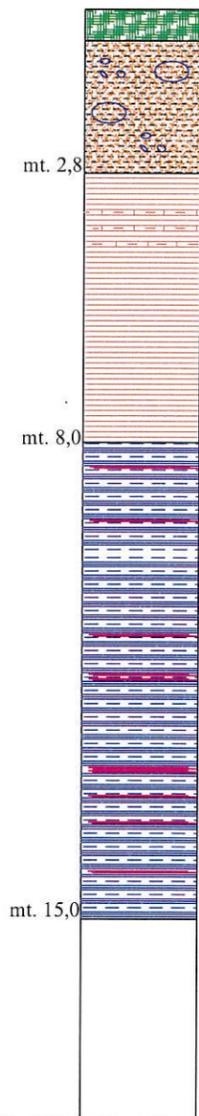
NATURA LITOLOGICA

PARAMETRI GEOTECNICI

ORIZZONTE GEOTECNICO

Quote riferite all'attuale strada

Spessori strati (mt)



Massicciata stradale.

LIMI e ARGILLE sabbiose, abbondante detrito, elevato grado di rimaneggiamento, bassa consistenza.

LIMI ARGILLOSI con intercalazioni sabbiose presenza di livelli calcarei.

ARGILLE MARNOSE, con livelli calcarenitici. Buona consistenza.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,2 - 0,25 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito interno..... $\phi_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,05-0,09 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito efficace..... $\phi = 21 - 23 \text{ gradi}$

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,7 - 0,9 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito interno..... $\phi_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,11-0,13 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito efficace..... $\phi = 23 - 24 \text{ gradi}$

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,9 - 1,2 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito interno..... $\phi_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,13-0,16 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito efficace..... $\phi = 24 - 26 \text{ gradi}$

Modulo edometrico..... $E = 30 - 40 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Winkler..... $W = 1,5 - 2,4 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di volume..... $\gamma = 1,85 - 1,95 \text{ T/m}^3$

Modulo edometrico..... $E = 60 - 70 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Winkler..... $W = 3,0 - 4,0 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di volume..... $\gamma = 1,9 - 2,0 \text{ T/m}^3$

Modulo edometrico..... $E = 70 - 100 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Winkler..... $W = 4,0 - 5,8 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di volume..... $\gamma = 2,0 - 2,1 \text{ T/m}^3$

A

B1

B2

Categoria sismica del sito: C

terreno coesivo mediamente consistente
Vs30 compreso tra 180 m/s e 360 m/s

SCHEMA GEOTECNICO RIASSUNTIVO

Sondaggio S2
Prove P2

SCHEMA N.2

Area di Intervento N.2

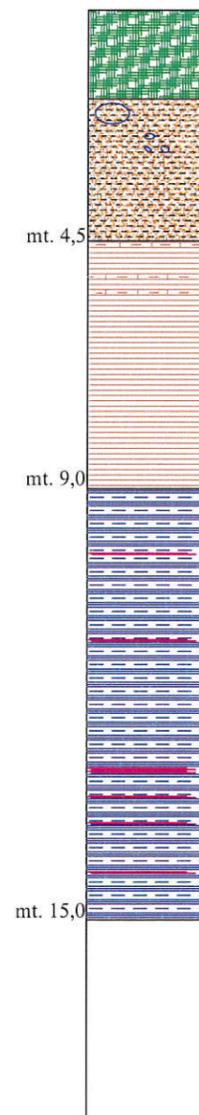
NATURA LITOLOGICA

PARAMETRI GEOTECNICI

ORIZZONTE GEOTECNICO

Quote riferite all'attuale strada

Spessori strati (mt)



Massicciata stradale.

LIMI e ARGILLE sabbiose, abbondante detrito,
elevato grado di rimaneggiamento, bassa consistenza.

LIMI ARGILLOSI con intercalazioni sabbiose
presenza di livelli calcarei.

ARGILLE MARNOSE, con livelli calcarenitici.
Buona consistenza.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,2 - 0,25$ Kg/cmq
Angolo di attrito interno..... $F_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,05-0,09$ Kg/cmq
Angolo di attrito efficace..... $F_i = 21 - 23$ gradi

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,7 - 0,9$ Kg/cmq
Angolo di attrito interno..... $F_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,11-0,13$ Kg/cmq
Angolo di attrito efficace..... $F_i = 23 - 24$ gradi

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,9 - 1,2$ Kg/cmq
Angolo di attrito interno..... $F_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,13-0,16$ Kg/cmq
Angolo di attrito efficace..... $F_i = 24 - 26$ gradi

Modulo edometrico..... $E = 30 - 40$ Kg/cmq
Modulo di Winkler..... $W = 1,5 - 2,4$ Kg/cmq
Peso di volume..... $\gamma = 1,85 - 1,95$ T/mc

Modulo edometrico..... $E = 60 - 70$ Kg/cmq
Modulo di Winkler..... $W = 3,0 - 4,0$ Kg/cmq
Peso di volume..... $\gamma = 1,9 - 2,0$ T/mc

Modulo edometrico..... $E = 70 - 100$ Kg/cmq
Modulo di Winkler..... $W = 4,0 - 5,8$ Kg/cmq
Peso di volume..... $\gamma = 2,0 - 2,1$ T/mc

A

B1

B2

Categoria sismica del sito: C

terreno coesivo mediamente consistente
Vs30 compreso tra 180 m/s e 360 m/s

SCHEMA GEOTECNICO RIASSUNTIVO

Sondaggio S3

Prove P3

SCHEMA N.3

Area di Intervento N.3

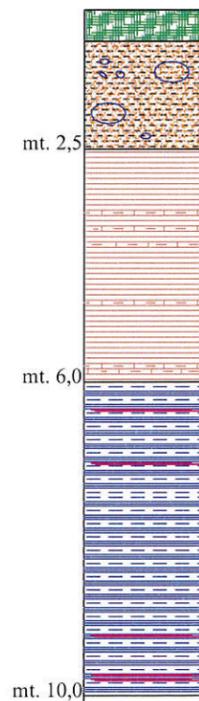
NATURA LITOLOGICA

PARAMETRI GEOTECNICI

ORIZZONTE GEOTECNICO

Quote riferite all'attuale strada

Spessori strati (mt)



Massciata stradale.

LIMI e ARGILLE sabbiose, abbondante detrito,
elevato grado di rimaneggiamento, bassa consistenza.

ARGILLE LIMOSE con intercalazioni sabbiose,
presenza di livelli arenacei.

ARGILLE MARNOSE, con livelli arenacei.
Buona consistenza.

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,2 - 0,25$ Kg/cmq
Angolo di attrito interno..... $F_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,05 - 0,09$ Kg/cmq
Angolo di attrito efficace..... $F_i = 21 - 23$ gradi

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 0,9 - 1,2$ Kg/cmq
Angolo di attrito interno..... $F_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,13 - 0,14$ Kg/cmq
Angolo di attrito efficace..... $F_i = 23 - 24$ gradi

Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $c_u = 1,2 - 1,7$ Kg/cmq
Angolo di attrito interno..... $F_i = 0^\circ$

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0,14 - 0,16$ Kg/cmq
Angolo di attrito efficace..... $F_i = 24 - 25$ gradi

Modulo edometrico..... $E = 30 - 40$ Kg/cmq
Modulo di Winkler..... $W = 1,5 - 2,4$ Kg/cmq
Peso di volume..... $\gamma = 1,85 - 1,95$ T/mc

Modulo edometrico..... $E = 90 - 100$ Kg/cmq
Modulo di Winkler..... $W = 3,5 - 4,8$ Kg/cmq
Peso di volume..... $\gamma = 1,9 - 2,0$ T/mc

Modulo edometrico..... $E = 100 - 120$ Kg/cmq
Modulo di Winkler..... $W = 4,8 - 6,0$ Kg/cmq
Peso di volume..... $\gamma = 2,0 - 2,1$ T/mc

A

B1

B2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto n°1 – Approntamento cantiere postazione N.1. Installazione trivella idraulica e penetrometro Pagani.



Foto n°2 – Particolare postazione Penetrometro Pagani TG63-100KN. Prova DPSH **P1**.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto n°3 – Approntamento cantiere postazione N.2. Installazione trivella idraulica e penetrometro Pagani.



Foto n°4 – Particolare postazione Trivella Idraulica F.lli Mori, sondaggio S2, e Penetrometro Pagani TG63-100KN. Prova DPSH P2.