



## GRAN SASSO ACQUA S.p.A.

Via Ettore Moschino, 23/B  
67100 L'AQUILA (AQ)

**PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell'Aquila Ovest -  
CUP:B15H22001110005**

### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

#### PROGETTISTA:



**C.&S. DI GIUSEPPE  
INGEGNERI ASSOCIATI S.r.l.**  
D.T. : *Ing. Berardo GIANGIULIO*  
66010 Palombaro (CH)  
Tel. 0871.895660 – Fax 0871.895218  
email: [info@c-sdigiuseppe.com](mailto:info@c-sdigiuseppe.com)



ISO 9001:2015 cert. n. IT307326-1



ISO 14001:2015 cert. n. IT307902



ISO 45001:2018 cert. n. IT307900

#### COMMITTENTE:



**IL PRESIDENTE:**  
*Dott. Alessandro Piccinini*  
**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**  
*Dott. Ing. Alessandra MARONO*  
**DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO**  
*Dott. Ing. Alessandra MARONO*

## INDAGINI PRELIMINARI RELAZIONE SULLE INDAGINI

Elaborato n°	Codice elaborato	Numero di Pagine
<b>2.1</b>	<b>905PFTE02010000_00</b>	<b>63</b>

Rev	Data	Descrizione/Modifica	Redatto	Verificato	Approvato
00	Sett. 2023	PRIMA EMISSIONE	Ing. Giulia CIPOLLETTA	Ing. Evandro SERAFINI	Ing. Berardo GIANGIULIO



<p><i>Progettista</i> C. &amp; S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p><b>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A.</b>  <b>PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila</b>  <b>Ovest - CUP:B15H22001110005</b>  <b>RELAZIONE SULLE INDAGINI</b></p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev.</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	00	Set. 2023
	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>					
	00	Set. 2023					
		<i>Pag.2 di 9 totali</i>					

1	PREMESSA .....	3
2	APPENDICE .....	4

<p><i>Progettista</i> C. &amp; S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p><b>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A.</b> <b>PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila</b> <b>Ovest - CUP:B15H22001110005</b> <b>RELAZIONE SULLE INDAGINI</b></p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag.3 di 9 totali</i>	

## 1 PREMESSA

Nel presente documento vengono analizzati gli aspetti inerenti **“Le indagini geognostiche e geofisiche”** relative al progetto di *“Intervento di adeguamento del depuratore in località Sassa nel Comune di L’Aquila, ai fabbisogni depurativi del futuro agglomerato di Scoppito (inclusi gli agglomerati di Lucoli e Tornimparte)”*.

Poiché allo stato attuale l’impianto non riesce a soddisfare le esigenze depurative dell’agglomerato complessivo risultano necessari una serie di interventi in grado di adeguare lo stesso alle reali necessità.

Gli interventi in oggetto sono volti al miglioramento delle varie sezioni della linea di trattamento esistente, in particolare della sezione dei pretrattamenti, della linea fanghi, del piping di collegamento e non in ultimo del sistema di controllo del processo costituito dall’impiego di strumentazioni e macchine in grado di variare il loro funzionamento a seconda dei carichi inquinanti in ingresso.

La soluzione progettuale, permetterà di adeguare l’impianto alle Normative Regionali per far fronte alle maggiori portate in tempo di pioggia, risolvendo di fatto le attuali criticità e assicurando un impianto in grado di trattare i liquami dell’agglomerato in questione e di rispettare i parametri tabellari previsti dalla normativa vigente. A tal proposito, l’impianto garantirà il trattamento dell’intera portata di riferimento (4Qm) in tutte le sezioni di trattamento sino ai pretrattamenti mentre nelle successive sezioni (dai trattamenti biologici in poi) sarà garantito il trattamento dei 2/4 della portata di riferimento. La portata eccedente i 2/4 sarà convogliata allo scarico previa separata disinfezione.

Poiché gli interventi di progetto ricadono nell’area di sedime dell’impianto di depurazione, attualmente in corso di attivazione, e poiché tale area è già stata ampiamente indagata durante il precedente progetto, si ritiene ragionevole che i dati a disposizione dalle analisi già effettuate siano sufficienti a descrivere compiutamente i parametri geologici e geotecnici del sito oggetto di intervento.

Pertanto, si allega in appendice l’estratto della *“Relazione geologica, idrogeologica, geotecnica e sismica”* riguardante le indagini e i relativi risultati, derivanti dal precedente intervento di progetto dell’impianto di depurazione di L’Aquila.

<p><i>Progettista</i> C. &amp; S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p><b>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A.</b> <b>PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila</b> <b>Ovest - CUP:B15H22001110005</b> <b>RELAZIONE SULLE INDAGINI</b></p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag.4 di 9 totali</i>	

## 2 APPENDICE

Di seguito si riportano le indagini e i relativi risultati, derivanti dal precedente intervento all’impianto di depurazione di L’Aquila.



Gran Sasso Acqua S.p.A.



# GRAN SASSO ACQUA S.p.A.

Via Ettore Moschino, 23/B  
67100 L'AQUILA (AQ)

**PROGETTO  
ESECUTIVO**

**REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI  
DEPURAZIONE  
A SERVIZIO DELL'AGGLOMERATO DI  
SCOPPITO E PARTE DELL'AQUILA OVEST  
- L'Aquila (località Sassa) -**

Allegato n°

**2**

**Relazione geologica,  
idrogeologica, geotecnica e  
sismica**

## STUDIO

C. & S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI S.r.l.  
D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE  
Via Cavour, 45  
66010 Palombaro (Ch)  
Tel. 0871/895660 fax 0871/895218  
e-mail: info@c-sdigiuseppe.com



## PROGETTAZIONE



C. & S. DI GIUSEPPE  
INGEGNERI ASSOCIATI S.r.l.  
D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE

## SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO

### IL R.U.P.:

Ing. Aurelio MELARAGNI

### IL PRESIDENTE:

Dott. Americo DI BENEDETTO

PROGETTO: 564

COMMITTENTE: Gran Sasso Acqua S.p.A.

Numero:     REVISIONE

ELABORATO DA: data

VERIFICATO DA: data

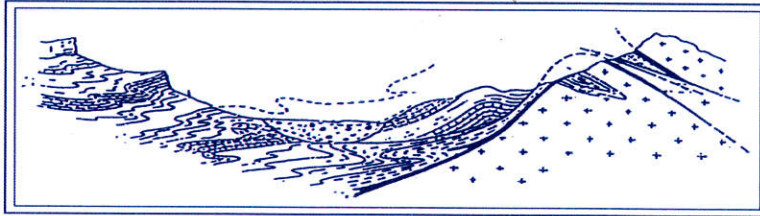
Risultato verifica 1 2 3

# GEOPROGETTI

Dott. Geol. Pellicciotta Domenico

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

Via Quadroni, 117 - 66040 **PERANO** (Chieti) - Tel. e Fax 0872 856019 - Cell. 347.9533083 - e-mail: [domenic.pellicciotta@virgilio.it](mailto:domenic.pellicciotta@virgilio.it)



## COMUNE DI L'AQUILA

(PROVINCIA DE L'AQUILA)

### **RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-IDROGEOLOGICA- SISMICA** **- Progetto Esecutivo -**

#### **Progetto:**

**REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE A SERVIZIO  
DELL'AGGLOMERATO DI SCOPPITO E PARTE DELL'AQUILA OVEST.**

**COMMITTENTE: GRAN SASSO ACQUA S.p.A.**

Perano, giugno 2015

Geol. Domenico PELLICCIOTTA



## CAP.6 – INDAGINI GEOGNOSTICHE e GEOFISICHE

### 6.1 – 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 e geofisiche;
- di rilevare eventuali falde freatiche.

### 6.2 - Mezzi di indagine

Nella scelta dei mezzi di indagine si è tenuto conto della conoscenza preventiva dei terreni affioranti e delle opere previste in progetto; inoltre, si è tenuto conto delle indagini eseguite dal sottoscritto in aree limitrofe. In particolare sono state eseguite indagini in sito comprendenti:

- *n° 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH);*
- *n°3 sondaggi geognostici,*
- *n°6 prove S.P.T.,*
- *monitoraggio della falda con n°2 piezometri,*
- *n°1 prospezione sismica MASW*

inoltre sono state considerate prove di laboratorio (GEA) eseguite per un altro progetto vicino al sito in esame e sulle medesime formazioni.

### PROVE PENETROMETRICHE

Le prove penetrometriche dinamiche, spinte fino alla profondità massima di mt. 7.00 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 <sup>2</sup> )	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 <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>20</sub>
	Campo di valori standard	3 ÷ 50	3 ÷ 50	3 ÷ 50	5 ÷ 100
Lavoro specifico per colpo M * g * H / A (kJ/m <sup>2</sup> )		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:

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

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:

$$N_{spt} = Cf N_{scpt}$$

- 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 :

$$\frac{N_{30}}{N_{spt}} = 1.15$$

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

$$\frac{N_{30}}{N_{spt}} = 1$$

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

Da alcune indagini italiane la relazione tra  $N_{30}$  e  $N_{spt}$  diventa :

$$\frac{N_{30}}{N_{spt}} = 0.57$$

#### 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 SCPT in litologie differenti, vengono

proposte le seguenti correlazioni in funzione del rapporto n.colpi della punta / n.colpi del rivestimento:

Rapporto $N_{\text{punta}}/N_{\text{rivestimento}}$	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**

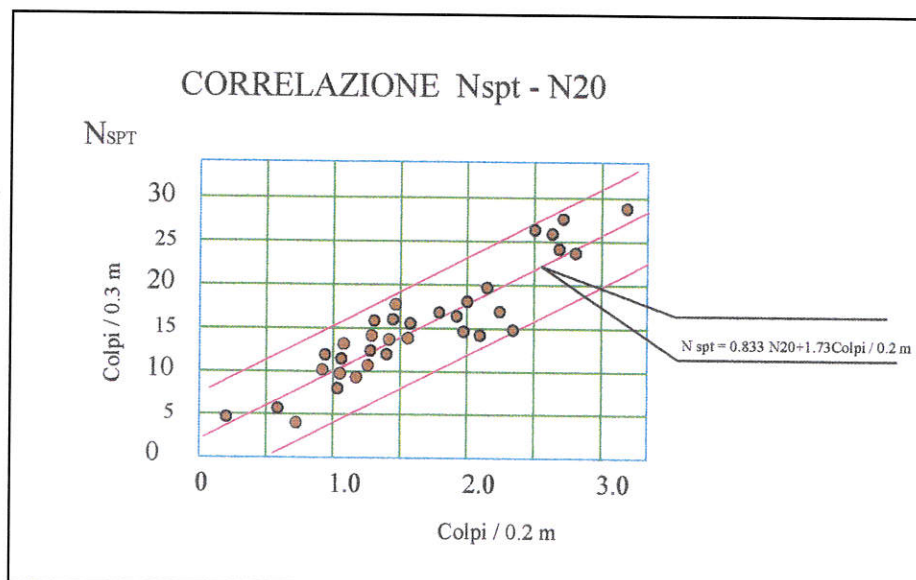
La resistenza dinamica viene calcolata con la seguente relazione :

$$Rd(Kg/cm^2) = \frac{P^2 H}{A_p R_f (P + P_a + P_t)}$$

dove:

P (kg) = peso del maglio;  
 H (cm) = volata del maglio;  
 A<sub>p</sub> (cm<sup>2</sup>) = area della punta;  
 R<sub>f</sub> (cm) = rifiuto medio, dato dal rapporto fra lunghezza del tratto d'avanzamento e numero di colpi per tratto d'avanzamento (30/N<sub>spt</sub>);  
 P<sub>a</sub> (kg) = peso della colonna di aste;  
 P<sub>t</sub> (kg) = Peso della testa di battuta.

Nella seguente Tavola si riporta relazione tra N<sub>SPT</sub> e N<sub>20</sub> ottenuta da Borowczyk e Frankowski (1981).



## **SONDAGGI GEOGNOSTICI**

I sondaggi sono stati eseguiti negli orizzonti superiori con il metodo a carotaggio continuo, mediante trivella idraulica polifunzionale, mentre all'interno del bancone ghiaioso si è proceduto con il metodo a distruzione. La profondità di indagine massima è stata di mt. 12.0 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.

## **PROVE S.P.T.**

Le prove S.P.T. sono state eseguite durante le perforazioni previa pulizia del fondo foro, nel rispetto di quanto previsto nelle "raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'Associazione Geotecnica Italiana.

L'attrezzatura usata, secondo lo standard internazionale, presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- maglio d'acciaio da 63.5 Kg con dispositivo di guida e di sganciamento automatico;
- corsa del maglio 76 cm;
- punta conica  $\Phi = 51$  mm, angolo di  $60^\circ$

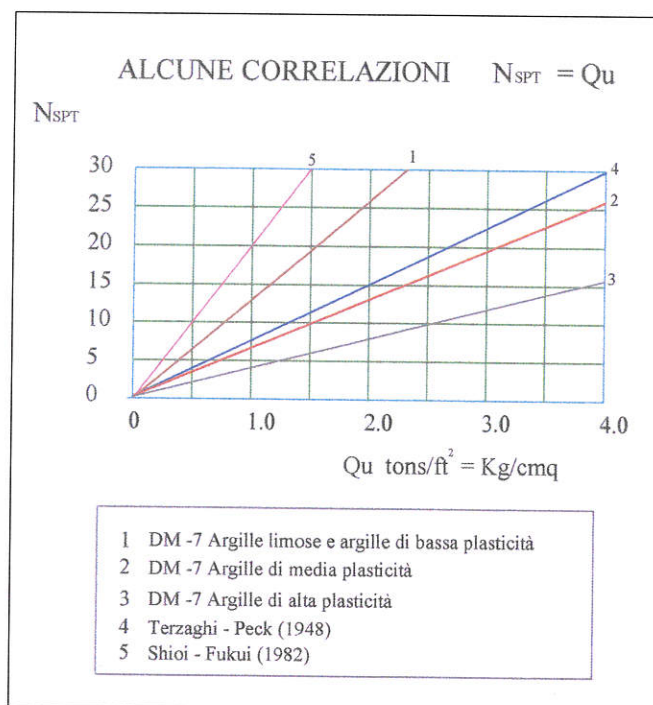
Nella tavola n.1 sono sovrapposti i risultati di varie correlazioni N.s.p.t.---Qu, studiate da Hoston W.N. (1960), Flecher (1965), Terzaghi Peck (1948) e da Shio Fukui (1982), e relativi a litologie argillose (coesive), dove:

N s.p.t. = numero colpi prova S.P.T.;

Qu = resistenza alla compressione non confinata;

C = coesione.

Tavola N.1



Per la stima dei parametri geomeccanici dei terreni a prevalente comportamento granulare nella seguente tavola N.2 si riportano le principali correlazioni tra la densità relativa della sabbie ed i valori di  $N_{SPT}$ , in particolare si riportano le correlazioni proposte da Terzaghi - Peck (1948) e Gibbs - Holtz (1957).

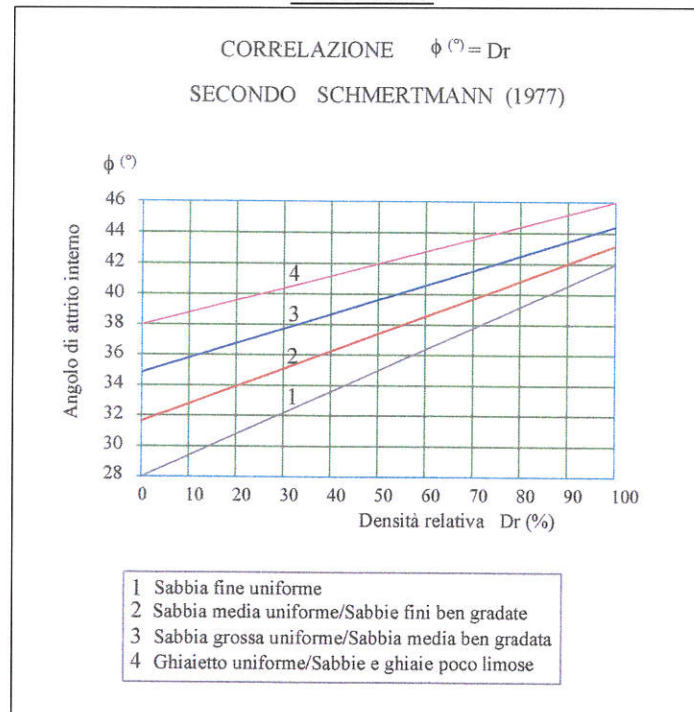
Tavola N.2

ASSOCIAZIONE TRA LA DENSITÀ RELATIVA  
DELLE SABBIE ED I VALORI DI  $N_{SPT}$

$N_{SPT}$ COLPI/30 cm	DENSITÀ RELATIVA	
	TERZAGHI - PECK (1948)	GIBBS - HOLTZ (1957)
0 - 4	MOLTO SCIOLTA	0 - 15 %
4 - 10	SCIOLTA	15 - 35 %
10 - 30	MEDIA	35 - 65 %
30 - 50	DENSA	65 - 85 %
OLTRE - 50	MOLTO DENSA	85 - 100 %

Sulla base dei valori della densità relativa  $D_r$  % si possono stimare (Tav.N.3) i valori dell'angolo di attrito  $\Phi$  secondo le correlazioni proposte da Schmertmann (1977).

Tavola N.3



## PROSPEZIONE MASW

L'indagine sismica MASW è stata eseguita al fine di definire la velocità delle onde sismiche di taglio (S) nei primi 30 metri di sottosuolo e, quindi, valutare il  $V_{s30}$ . Tale indagine è stata condotta dal Dott. Geol. Graziano Catenacci e i risultati sono di seguito riportati.

Il sistema di acquisizione utilizzato è il seguente:

Sistema di Acquisizione		
Nome	Caratteristiche	Metodologia di azione
Energizzatore	massa battente di 5 e 15 kg su piastra in duralluminio	generazione segnale
Geofoni verticali GEOSPACE	4.5 Hz – 4 kOhm	conversione segnale sismico in elettrico
Sismografo SARA – Do.Re.Mi.	digitalizzatori – 16 bit	conversione del segnale elettrico in digitale e registrazione
Interfaccia Do.Re.Mi. master		alimentazione, collegamento PC, erogazione del segnale start
Computer	Acer Aspire One	visualizzazione, memorizzazione, elaborazione dati

La tecnica MASW è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della modalità di propagazione delle onde di superficie nel sottosuolo, permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio lungo un profilo verticale posizionato al centro dello stendimento. La media ponderata delle velocità calcolate per i singoli orizzonti sismici consente di determinare il parametro  $V_{S30}$  ovvero la velocità media di propagazione delle onde Sv nei primi 30 metri di profondità del terreno.

L'indagine geofisica con tecnica MASW viene realizzata mediante uno stendimento sismico costituito da 12 a 48 geofoni allineati e separati tra loro da una distanza intergeofonica costante. I geofoni registrano l'arrivo delle onde sismiche generate in corrispondenza di un punto di energizzazione posizionato esternamente allo stendimento (offset) ad una distanza compresa tra 4 e 10 mt dal primo geofono ed in allineamento con i geofoni stessi.

Ogni singolo geofono trasmette il segnale sismico rilevato tramite un cavo schermato alla stazione di ricezione, nella quale avviene la registrazione del treno d'onda su cui procedere per le successive elaborazioni ed interpretazioni.

La distanza intergeofonica viene valutata in funzione dello spessore minimo rilevabile del sismostrato a velocità costante; l'acquisizione prevede una o più energizzazioni con tempi di acquisizione compresi tra 1 e 4 sec e con frequenza di campionamento variabile tra 3000 e 5000 Hz.

Schema di Acquisizione	
Stendimento	MASW-1
N° Geofoni	24
Distanza intergeofonica	2,5 metri
N° punti di scoppio	1
Offset scoppi	5 metri
Tempi di acquisizione	1 secondo
Intervallo di campionamento	5000 Hz

La profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e la sua frequenza. Tali caratteristiche quindi, non dipendono direttamente dalla geometria dello stendimento, ma dalle caratteristiche della successione litostratigrafica del terreno



attraversato. L'obiettivo della registrazione è l'individuazione del treno d'onde superficiali (onde di Rayleigh) che, attraversando il mezzo, subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate con la velocità di propagazione delle onde di taglio.

Dal sismogramma (elaborato mediante software Win MASW 4.3), nota la geometria di acquisizione, si ricava il diagramma “*velocità di fase - frequenza*” sul quale l'operatore individua la curva di dispersione. Quest'ultima viene sottoposta ad un processo di inversione basato su complessi algoritmi genetici che lavorano in un campo di variazione di velocità  $\Delta v$  e di variazione di spessore di terreno a velocità costante  $\Delta p$  assegnato dall'operatore. Il processo di inversione porta all'elaborazione di un modello del sottosuolo espresso nel grafico “*Profondità – Velocità delle onde SH*” con il relativo calcolo della  $V_{s30}$  (verificata attraverso uno schema stratigrafico da indagine diretta).

L'attendibilità e l'affidabilità del modello matematico viene espressa in termini di deviazione standard del valore di velocità delle onde S e del rispettivo spessore assegnato a ciascuno strato, ed in termini di “*misfit*”, indice di qualità del processo di elaborazione matematica.

### 6.3 – Risultati delle indagini

Le indagini condotte in sito hanno permesso di investigare i primi 10-15 mt di terreno, costituiti essenzialmente da un *deposito alluvionale* legato alle dinamiche fluviali del Torrente Raio.

Il substrato marino è ascrivibile all'Unità dei Monti d'Ocre, unità carbonatica e terrigena mesozoica non raggiunta dalle indagini in sito. La parte alta è rappresentata da un Flysch arenaceo-pelitico, mentre il substrato è di natura calcarea e si riscontra, in sito, a profondità > 30 mt dal p.c..

Di seguito si riportano i principali caratteri stratigrafici e geotecnici rilevati:

**CARATTERI STRATIGRAFICI****Orizzonte A (dal p.c. fino alla profondità di circa 4.40-5.00 mt)**

Terreno vegetale al tetto con uno spessore di circa mt. 0.6, seguito da colluvi e sedimenti alluvionali a prevalente composizione limo-sabbiosa con ciottoli sparsi. Consistenza medio-bassa, in funzione del contenuto di acqua.

**Orizzonte B (dall'orizzonte precedente fino alla profondità investigata)**

Ghiaie eterometriche con lenti e livelli limo-argillosi. Il bancone è distinto da una spiccata eterogeneità della densità relativa legata alle variazioni dell'energia di trasporto del T. Raio durante le fasi deposizionali.

**CARATTERI GEOTECNICI****Orizzonte A:**Condizioni non drenate:

Coesione non drenata..... $C_u = 0.3 - 0.5 \text{ Kg/cmq}$

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

Condizioni drenate:

Coesione efficace..... $c' = 0.08 \text{ Kg/cmq}$

Angolo di attrito interno efficace..... $\phi = 20 - 23^\circ$

Peso di volume..... $\gamma = 1.8 \text{ T/mc}$

Peso di volume immerso..... $\gamma = 2.0 \text{ T/mc}$

Modulo edometrico .....  $E_d = 50 - 60 \text{ Kg/cmq}$

Modulo elastico..... $E_l = 65 - 75 \text{ Kg/cmq}$

Costante di Winkler..... $W_r = 1.5 - 2.8 \text{ Kg/cm}$

Densità relativa..... $D_r = 20 - 30\%$

Coefficiente di Poisson..... $\nu = 0.2$

Carico ammissibile (dalla f. degli Olandesi)..... $\sigma = 0.5 - 0.7 \text{ Kg/cmq}$

**Orizzonte B:**

Tale orizzonte presenta un comportamento prevalentemente granulare, per cui in fase di calcolo si assumerà un valore della  $C_u$  pari a 0 Kg/cm<sup>2</sup> considerando per il terreno solo le condizioni drenate.

Coesione.....	$C = 0.0$ Kg/cm <sup>2</sup>
Coesione drenata (riferita alla matrice).....	$c' = 0.08$ Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito interno.....	$\Phi = 30 - 32^\circ$
Peso di volume .....	$\gamma = 1.85$ T/mc
Peso di volume saturo.....	$\gamma_s = 2.0$ T/mc
Densità relativa.....	$D_r = 55 - 75\%$
Costante di Winckler.....	$W_r = 5.0 - 8.0$ Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo edometrico.....	$E_d = 250 - 450$ Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo elastico.....	$E_l = 300 - 500$ Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson.....	$\nu = 0.3-0.4$
Carico ammissibile (dalla f. degli Olandesi).....	$\sigma = 2.0$ Kg/cm <sup>2</sup>
Categoria sismica di suolo di fondazione .....	<b>C</b> ( $180 < v_{s30} < 360$ m/s)

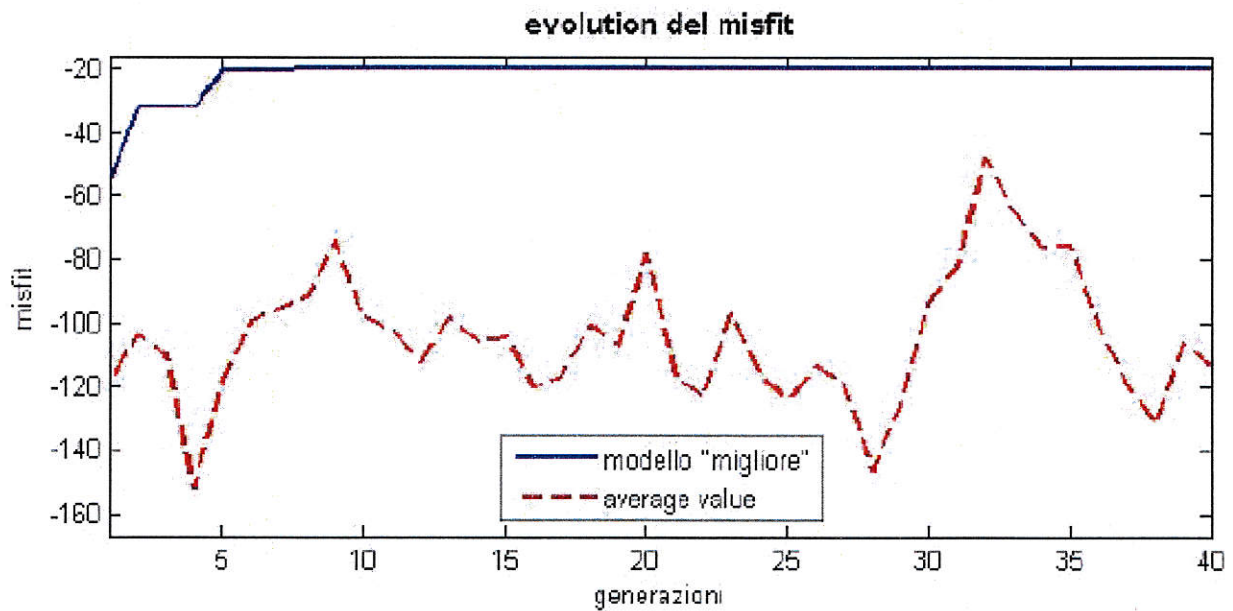
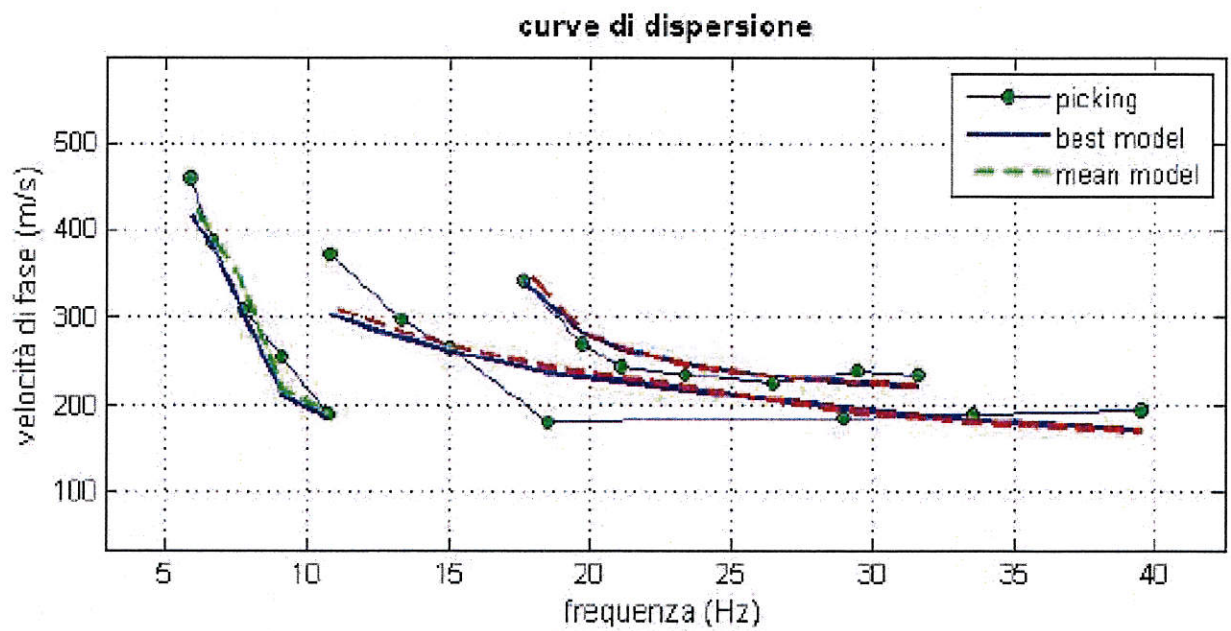
Per quanto riguarda le prove S.P.T., di seguito si riportano schematicamente i valori di  $N_{SPT}$  ottenuti in ciascun foro di sondaggio,

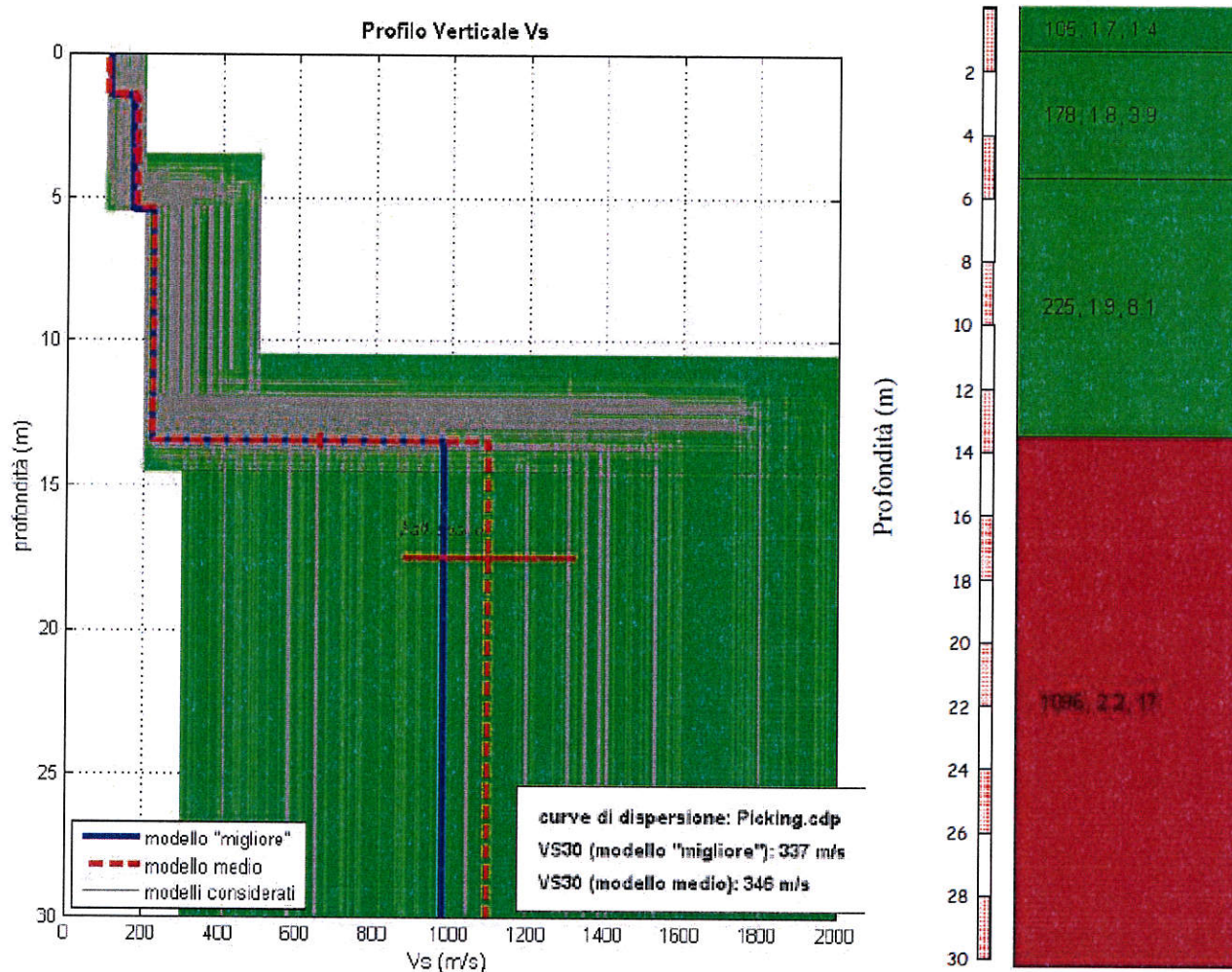
N° Sondaggio	Profondità (m)	$N_{SPT}$ (N2+N3)	Profondità (m)	$N_{SPT}$ (N2+N3)
<b>S1</b>	2.50 – 3.00	10	6.00 – 6.50	47
<b>S2</b>	3.00 - 3.50	9	5.50 – 6.00	57
<b>S3</b>	2.00 – 2.50	11	6.00 – 6.50	43

mentre le letture piezometriche, effettuate durante il periodo estivo-autunnale, evidenziano la seguente quota media della superficie di falda dal piano campagna:

N° Piezometro	Misurazione estiva (m)	Misurazione autunnale (m)
<b>Pz1</b>	---	8.20
<b>Pz2</b>	---	6.90

Per quanto riguarda la prospezione sismica, si riportano i grafici derivanti dall'elaborazione dei dati acquisiti:





Da cui si evincono i seguenti sismostrati, con le relative velocità delle onde di taglio,

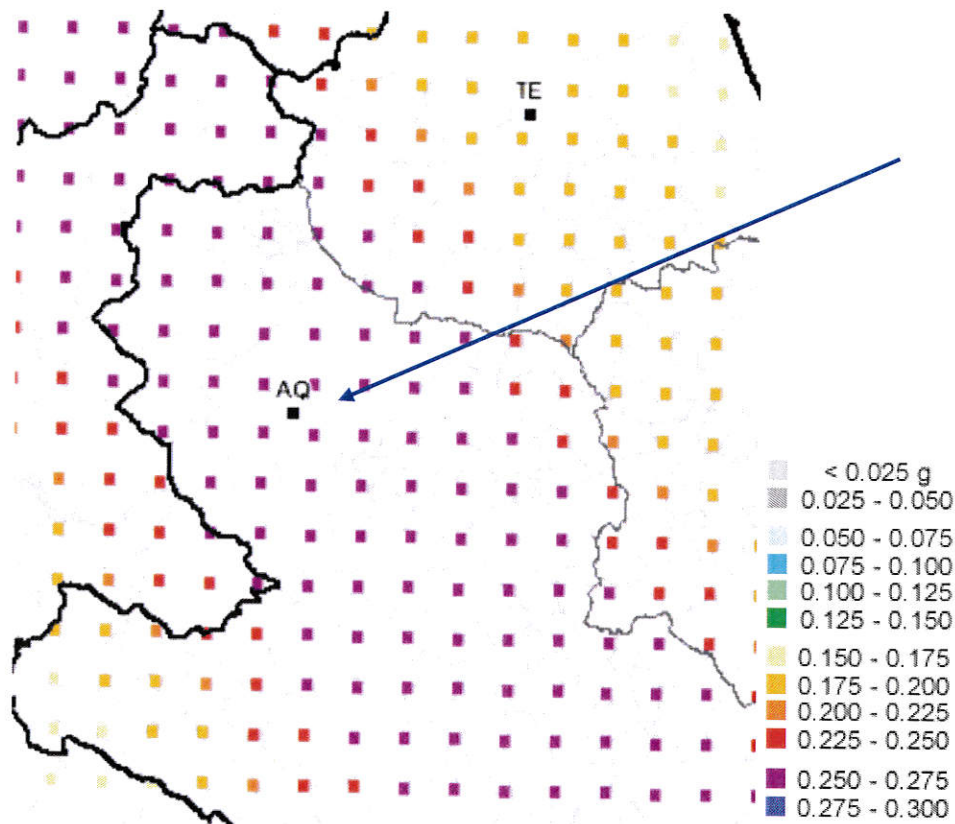
Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.80	105
2	3.40	178
3	8.40	255
4	16.40	1096

e il valore medio di  $V_{S30}$  stimato:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}} = 345 \text{ m/s}$$

## CAP. 7 – CARATTERI SISMICI DEL SITO

Il comune di L'Aquila, dal punto di vista della classificazione sismica, rientra nella zona 1, pericolosità sismica **alta** ( $PGA > 0.25g$ ) in base alla *Classificazione sismica indicata nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03, aggiornata al 16/01/2006 con le comunicazioni delle regioni.*



In ordine ai valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC del DM 14 gennaio 2008 si utilizzeranno i dati riportati nella Tabella seguente,

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,079	2,400	0,272
50	0,104	2,332	0,281
72	0,122	2,318	0,289
101	0,142	2,304	0,296
140	0,164	2,301	0,309
201	0,191	2,315	0,318
475	0,261	2,364	0,347
975	0,334	2,400	0,364
2475	0,452	2,458	0,384

mentre la categoria sismica di cui al punto 3.2.2. è stata individuata mediante:

- il numero equivalente di colpi della prova S.P.T. ( $N_{SPT,30}$ );
- la resistenza non drenata equivalente ( $c_{u,30}$ ).

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

Classe	Profilo
<b>A</b>	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>B</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).
<b>C</b>	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).
<b>D</b>	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).
<b>E</b>	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
<b>S1</b>	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 $V_{S30} < 100$ m/s ( $10 < C_u < 20$ kPa).
<b>S2</b>	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

L'orizzonte ghiaioso (Orizzonte B) è caratterizzato da uno spessore notevole, superiore ai 30 mt, non desunto da indagini in sito, ma attestato dagli studi di "Microzonazione Sismica per la

ricostruzione dell'area aquilana" redatti a seguito del terremoto del 6 aprile 2009 dal Gruppo di Lavoro MS-AQ (2010).

In riferimento a tale lavoro, in allegato si riportano degli stralci, in scala 1:5.000, della *Carta Geologica*, della *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* e della *Carta di Microzonazione Sismica di 3 livello*, con l'ubicazione dell'area in esame.

Da tali elaborati, si desume che il deposito alluvionale su cui insiste il sito, come sopra esposto, presenta uno spessore superiore ai 30 mt, per cui i relativi parametri geomeccanici possono essere assunti per la caratterizzazione fino a mt. 30 ( $v_{s30}$ ); inoltre l'area in esame è ubicata su un'area sismicamente stabile ( $FA = 1$ ).

Per quanto riguarda il valore delle onde  $V_s$ , oltre alla natura stratigrafica del sito si è tenuto conto delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH), delle prove SPT 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):

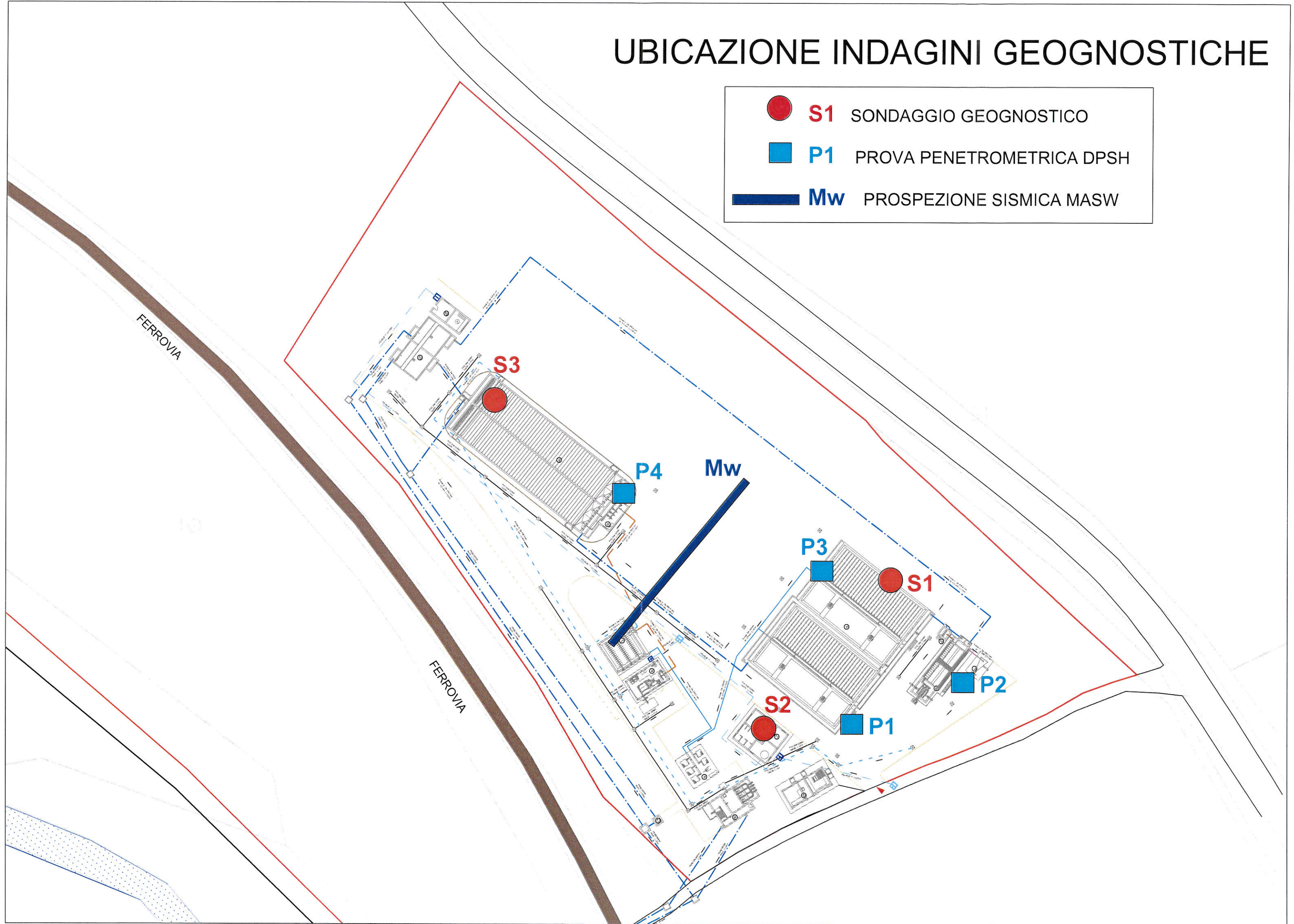
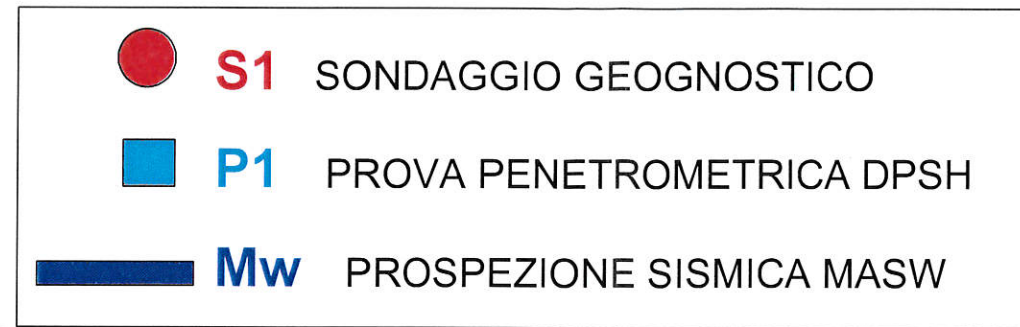
$$V_s = 54.33 \times (N_{SPT})^{0.173} \times \alpha \times \beta \times (Z/0.303)^{0.193}$$

da cui si desume la seguente categoria sismica prevalente, riferita ad uno spessore di mt. 30:

**Categoria di suolo di fondazione (punto 3.1 N.T. Ord. N. 3274).....C**  
 Terreno granulare molto addensato, valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 e 800 m/s



# UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : EMILIA (20)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : EMILIA (20)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,91 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm <sup>2</sup> = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10.197 kg/cm <sup>2</sup>
1 bar = 1.0197 kg/cm <sup>2</sup> = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 1**

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r) asta
0,00 - 0,20	2	14,9	---	4,20 - 4,40	5	28,3	---
0,20 - 0,40	3	22,3	---	4,40 - 4,60	19	107,6	---
0,40 - 0,60	7	52,1	---	4,60 - 4,80	23	130,3	---
0,60 - 0,80	8	59,6	---	4,80 - 5,00	21	112,2	---
0,80 - 1,00	6	41,4	---	5,00 - 5,20	17	90,8	---
1,00 - 1,20	5	34,5	---	5,20 - 5,40	22	117,5	---
1,20 - 1,40	6	41,4	---	5,40 - 5,60	11	58,8	---
1,40 - 1,60	5	34,5	---	5,60 - 5,80	9	48,1	---
1,60 - 1,80	4	27,6	---	5,80 - 6,00	8	40,5	---
1,80 - 2,00	4	25,7	---	6,00 - 6,20	19	96,1	---
2,00 - 2,20	3	19,3	---	6,20 - 6,40	29	146,7	---
2,20 - 2,40	4	25,7	---	6,40 - 6,60	18	91,0	---
2,40 - 2,60	4	25,7	---	6,60 - 6,80	33	166,9	---
2,60 - 2,80	3	19,3	---	6,80 - 7,00	25	120,0	---
2,80 - 3,00	4	24,1	---	7,00 - 7,20	19	91,2	---
3,00 - 3,20	2	12,0	---	7,20 - 7,40	18	86,4	---
3,20 - 3,40	2	12,0	---	7,40 - 7,60	25	120,0	---
3,40 - 3,60	3	18,1	---	7,60 - 7,80	44	211,2	---
3,60 - 3,80	3	18,1	---	7,80 - 8,00	35	159,9	---
3,80 - 4,00	3	17,0	---	8,00 - 8,20	45	205,6	---
4,00 - 4,20	4	22,7	---	8,20 - 8,40	60	274,1	---

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **EMILIA (20)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

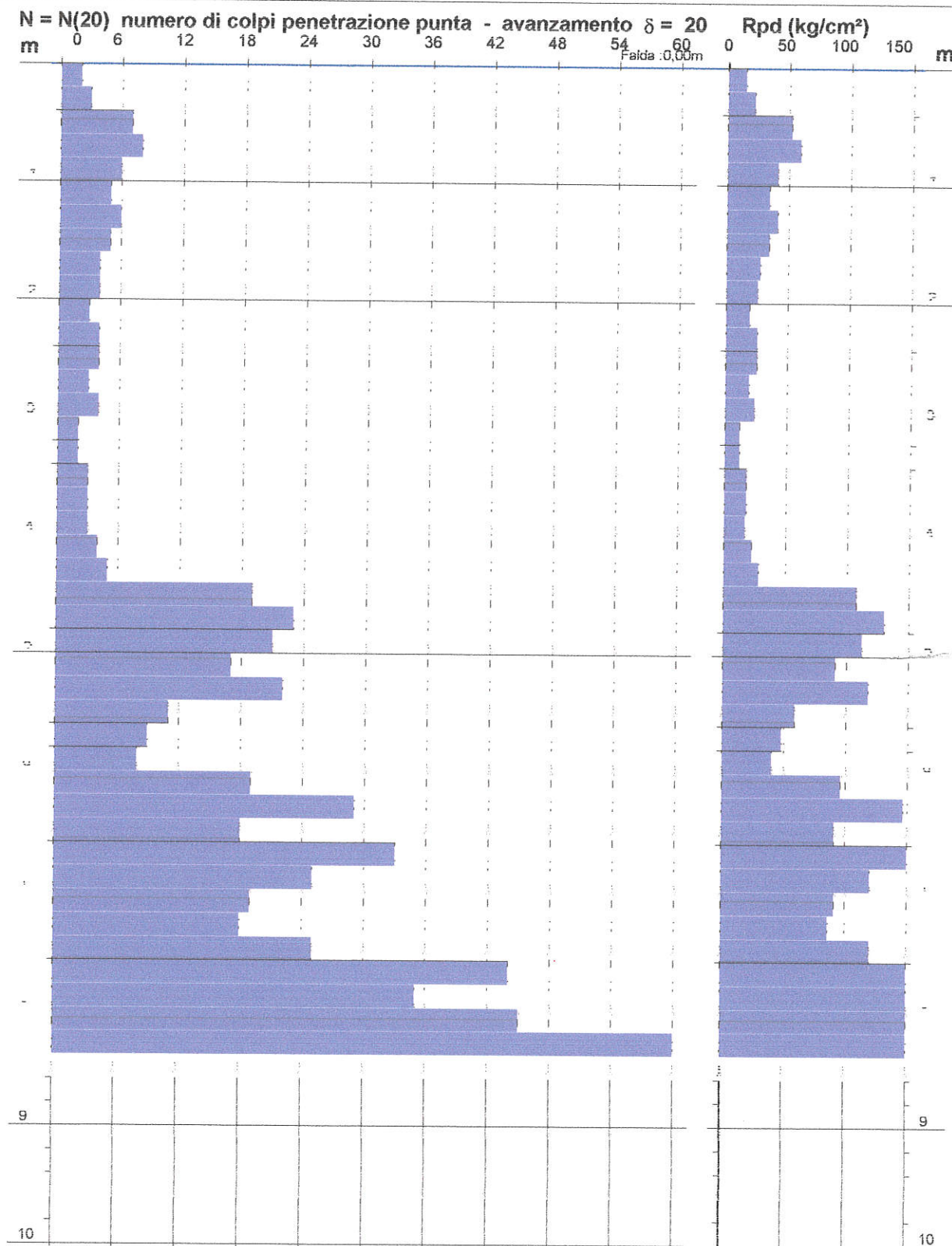
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo
- lavoro : Impianto depuratore
- localit  : L'Aquila Coppito
- note :

- data : 14/11/2011
- quota inizio :
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Regione Abruzzo	- data : 14/11/2011
- lavoro : Impianto depuratore	- quota inizio :
- località : L'Aquila Coppito	- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	4,40	N	4,1	2	8	3,0	1,6	2,5	5,7	4	0,64	3
			Rpd	27,1	12	60	19,6	12,4	14,7	39,6			
2	4,40	8,40	N	25,0	8	60	16,5	13,0	12,0	38,0	25	0,64	16
			Rpd	123,7	41	274	82,1	57,8	66,0	181,5			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

Dr. Domenico Pellicciotta

Via Quadroni, 117  
66040 Chieti

Riferimento: 103-11

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Regione Abruzzo	- data : 14/11/2011
- lavoro : Impianto depuratore	- quota inizio :
- località : L'Aquila Coppito	- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- note :	- pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	4.40		3	—	—	—	—	—	0.19	1.78	44	1.194
2	4.40	8.40		16	44.0	31.8	315	1.97	1.55	1.00	1.97	28	0.750

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

## DIN 2

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	----	1	3,40 - 3,60	7	42,2	----	4
0,20 - 0,40	3	22,3	----	1	3,60 - 3,80	6	36,1	----	4
0,40 - 0,60	3	22,3	----	1	3,80 - 4,00	5	28,3	----	5
0,60 - 0,80	7	52,1	----	1	4,00 - 4,20	4	22,7	----	5
0,80 - 1,00	5	34,5	----	2	4,20 - 4,40	5	28,3	----	5
1,00 - 1,20	8	55,2	----	2	4,40 - 4,60	5	28,3	----	5
1,20 - 1,40	7	48,3	----	2	4,60 - 4,80	5	28,3	----	5
1,40 - 1,60	7	48,3	----	2	4,80 - 5,00	5	26,7	----	6
1,60 - 1,80	6	41,4	----	2	5,00 - 5,20	9	48,1	----	6
1,80 - 2,00	8	51,5	----	3	5,20 - 5,40	10	53,4	----	6
2,00 - 2,20	7	45,0	----	3	5,40 - 5,60	15	80,1	----	6
2,20 - 2,40	8	51,5	----	3	5,60 - 5,80	16	85,5	----	6
2,40 - 2,60	6	38,6	----	3	5,80 - 6,00	48	242,7	----	7
2,60 - 2,80	6	38,6	----	3	6,00 - 6,20	34	171,9	----	7
2,80 - 3,00	6	36,1	----	4	6,20 - 6,40	23	116,3	----	7
3,00 - 3,20	7	42,2	----	4	6,40 - 6,60	19	96,1	----	7
3,20 - 3,40	7	42,2	----	4	6,60 - 6,80	60	303,4	----	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **EMILIA (20)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [  $\delta = 20$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

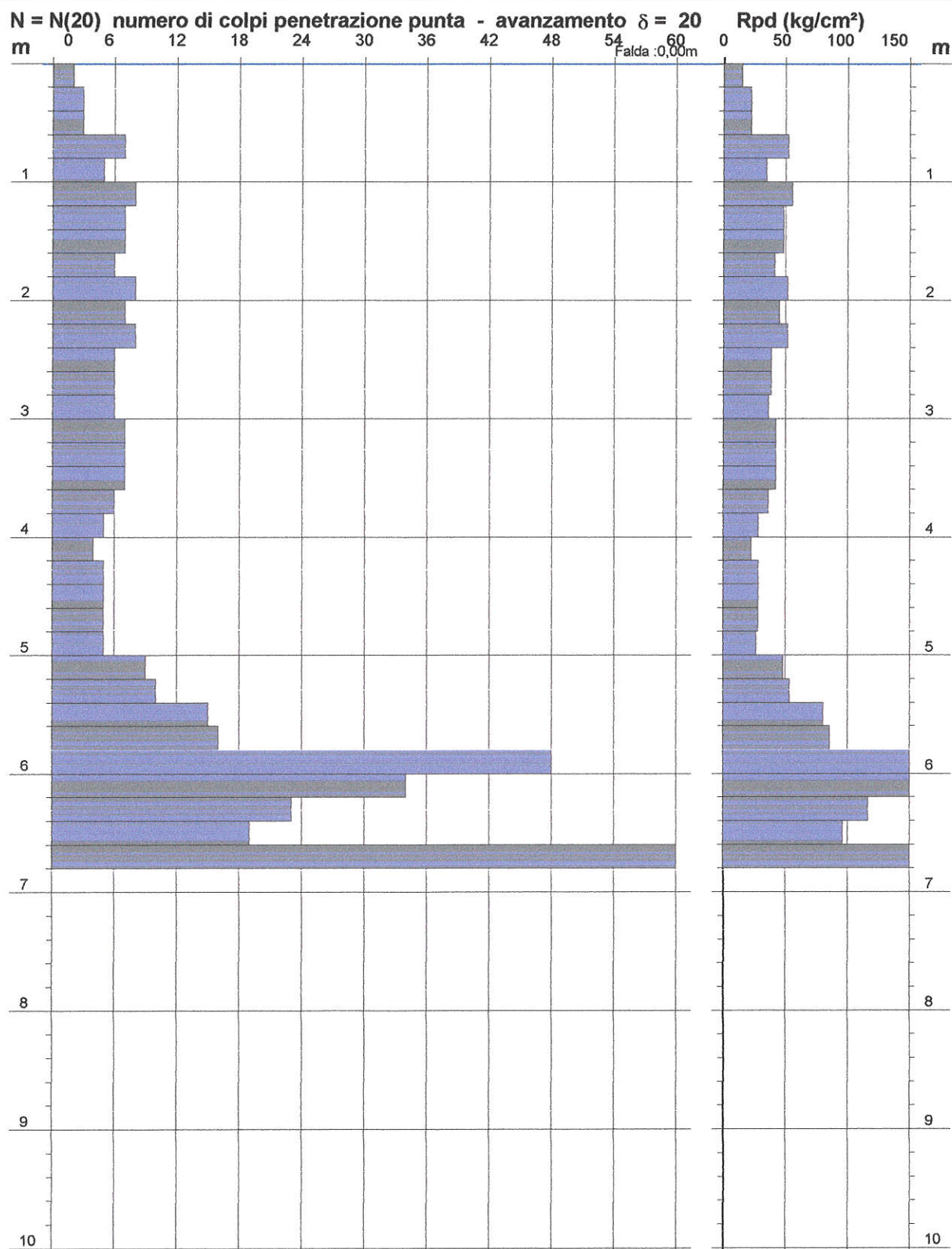
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

## DIN 2

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 5,00	N	5,8	2	8	3,9	1,6	4,2	7,4	6	0,64	4
		Rpd	37,0	15	55	26,0	11,1	26,0	48,1			
2	5,00 6,80	N	26,0	9	60	17,5	17,8	8,2	43,8	26	0,64	17
		Rpd	133,1	48	303	90,6	88,6	44,4	221,7			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)

$\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

Dr. Domenico Pellicciotta

Via Quadroni, 117  
66040 Chieti

Riferimento: 103-11

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 5.00		4	---	---	---	---	---	0.25	1.80	42	1.125
2	5.00 6.80		17	45.5	32.1	322	1.97	1.56	1.06	1.98	27	0.729

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	---	1	3,80 - 4,00	6	34,0	---	5
0,20 - 0,40	3	22,3	---	1	4,00 - 4,20	10	56,6	---	5
0,40 - 0,60	7	52,1	---	1	4,20 - 4,40	27	152,9	---	5
0,60 - 0,80	6	44,7	---	1	4,40 - 4,60	55	311,5	---	5
0,80 - 1,00	6	41,4	---	2	4,60 - 4,80	43	243,5	---	5
1,00 - 1,20	8	55,2	---	2	4,80 - 5,00	34	181,7	---	6
1,20 - 1,40	7	48,3	---	2	5,00 - 5,20	22	117,5	---	6
1,40 - 1,60	8	55,2	---	2	5,20 - 5,40	23	122,9	---	6
1,60 - 1,80	7	48,3	---	2	5,40 - 5,60	21	112,2	---	6
1,80 - 2,00	7	45,0	---	3	5,60 - 5,80	17	90,8	---	6
2,00 - 2,20	7	45,0	---	3	5,80 - 6,00	33	166,9	---	7
2,20 - 2,40	7	45,0	---	3	6,00 - 6,20	44	222,5	---	7
2,40 - 2,60	7	45,0	---	3	6,20 - 6,40	36	182,1	---	7
2,60 - 2,80	5	32,2	---	3	6,40 - 6,60	23	116,3	---	7
2,80 - 3,00	5	30,1	---	4	6,60 - 6,80	25	126,4	---	7
3,00 - 3,20	5	30,1	---	4	6,80 - 7,00	19	91,2	---	8
3,20 - 3,40	5	30,1	---	4	7,00 - 7,20	43	206,4	---	8
3,40 - 3,60	6	36,1	---	4	7,20 - 7,40	60	288,0	---	8
3,60 - 3,80	6	36,1	---	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : EMILIA (20)

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,00 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 50,50 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

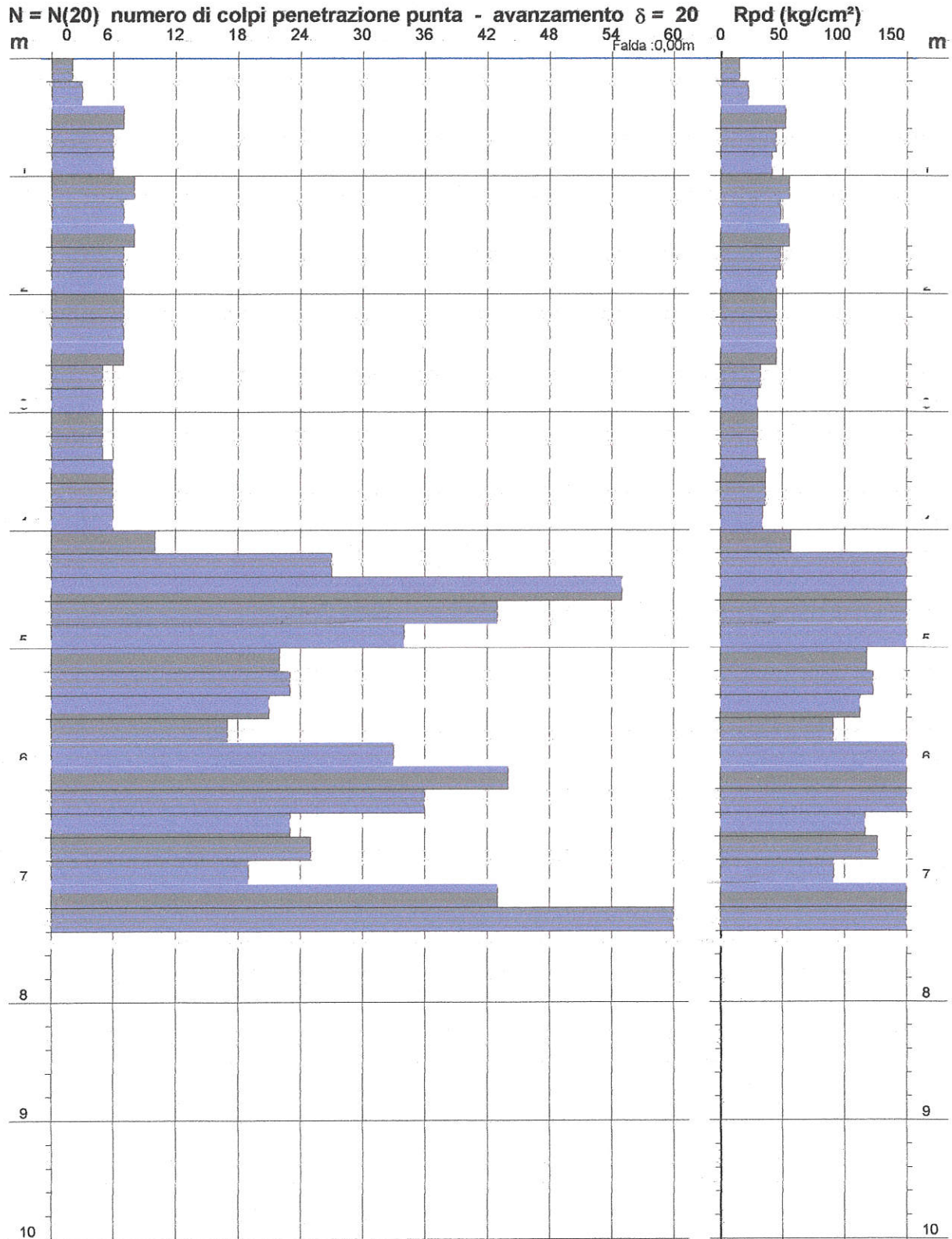
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 3**

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo  
 - lavoro : Impianto depuratore  
 - località : L'Aquila Coppito  
 - note :

- data : 14/11/2011  
 - quota inizio :  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - pagina : 1



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s	M+s			
1	0,00	4,20	N	6,2	2	10	4,1	1,7	4,5	7,9	6	1,52	9
			Rpd	40,4	15	57	27,6	11,2	29,2	51,6			
2	4,20	7,40	N	32,8	17	60	24,9	13,1	19,7	45,9	33	1,52	50
			Rpd	170,8	91	312	130,8	68,1	102,7	238,9			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>) $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	4.20		9	---	---	---	---	---	0.56	1.89	34	0.918
2	4.20	7.40		50	85.0	41.0	577	2.15	1.85	3.13	2.38	09	0.229

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficaceE' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenataYsat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

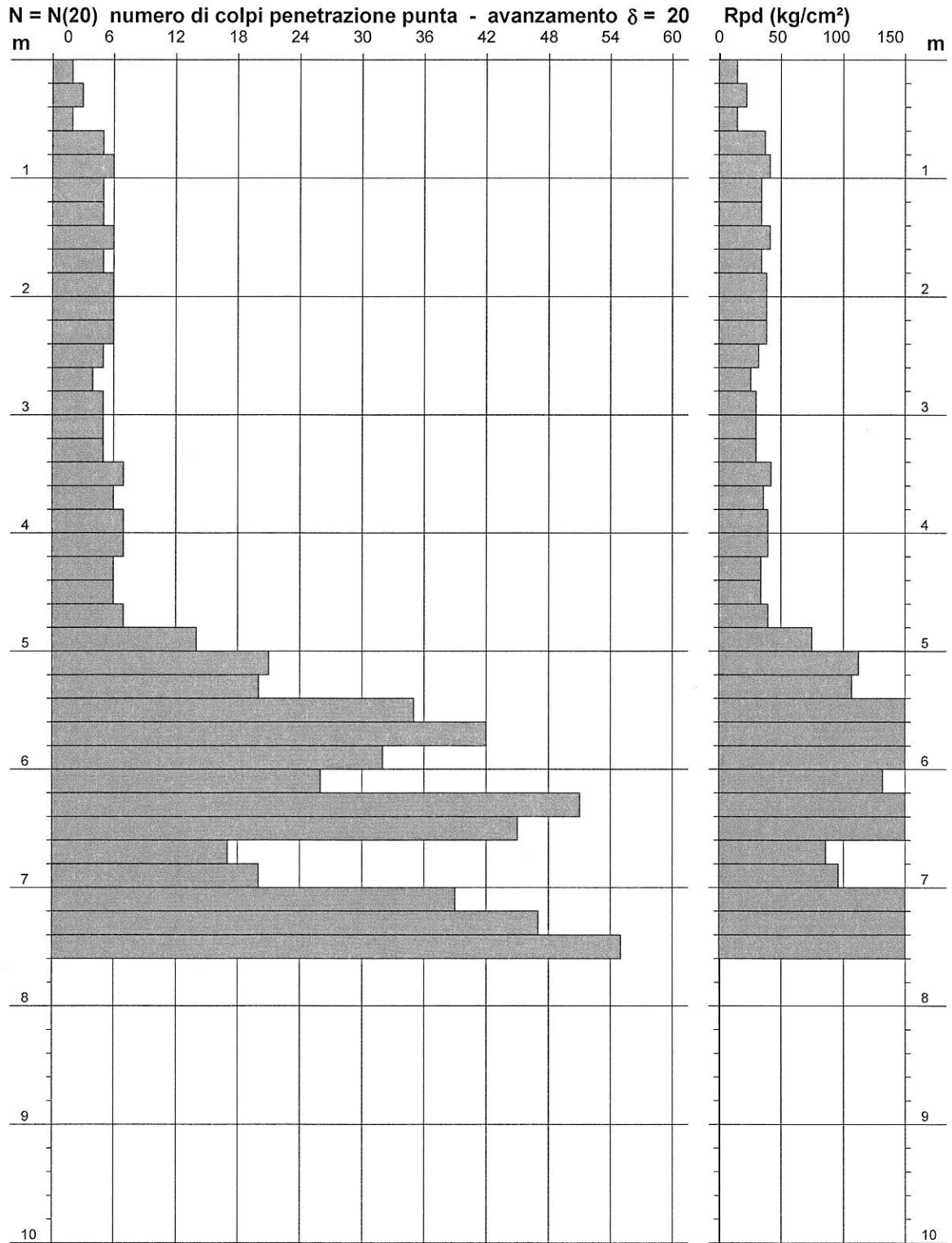
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

Scala 1: 50

- committente : Regione Abruzzo  
- lavoro : Impianto depuratore  
- località : L'Aquila Coppito  
- note :

- data : 14/11/2011  
- quota inizio :  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 4**

- committente : Regione Abruzzo - data : 14/11/2011  
- lavoro : Impianto depuratore - quota inizio :  
- località : L'Aquila Coppito - prof. falda : Falda non rilevata  
- note : - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	4,80	N	5,3	2	7	3,6	1,4	3,9	6,7	5	1,52	8
			Rpd	33,5	15	42	24,2	7,6	25,9	41,1			
2	4,80	7,60	N	33,1	14	55	23,6	13,6	19,5	46,8	33	1,52	50
			Rpd	167,4	75	264	121,1	66,2	101,2	233,5			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

- committente : Regione Abruzzo - data : 14/11/2011  
- lavoro : Impianto depuratore - quota inizio :  
- località : L'Aquila Coppito - prof. falda : Falda non rilevata  
- note : - pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	4.80		8	----	----	----	----	----	0.50	1.87	35	0.945
2	4.80	7.60		50	85.0	41.0	577	2.15	1.85	3.13	2.38	09	0.229

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**Geoprogetti**


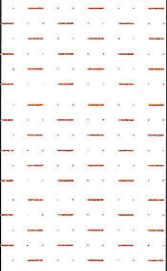
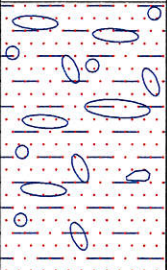
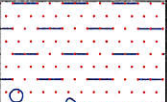
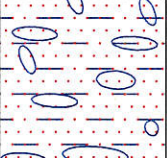

via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: geoprogetti@interfree.it

**Committente:** Regione Abruzzo**Località:** L'Aquila**Data inizio/fine:** 31/10/2011**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S1**Lunghezza perforazione:** mt. 12.0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Campione	S.P.T.	Falda
0,60	0,60		TERRENO VEGETALE			
3,60	4,20		COLLUVI ALTERATI LIMO-SABBIOSI CON NUCLEI TORBOSI SCURI. INCLUSIONI DETRITICHE. BASSA CONSISTENZA.		mt. 2,50 4-5-5	infiltrazioni mt. 3,60
3,40	7,60		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 65% - 75%		mt. 6,00 19-29-18	
1,60	9,20		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 35% - 40%	mt. 8,00 <b>S1 C1</b> mt. 8,50		ricchi mt. 8,20
2,10	11,30		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 68% - 80%			
0,70	12,00		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 25% - 38%			

**Geoprogetti**



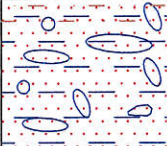
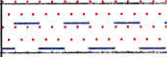
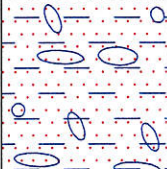
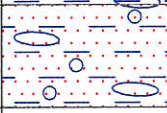
via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: geoprogetti@interfree.it

**Committente:** Regione Abruzzo**Località:** L'Aquila**Data inizio/fine:** 31/10/2011**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S2**Lunghezza perforazione:** mt. 11.0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Campione	S.P.T.	Falda
0,50	0,50		TERRENO VEGETALE, PRESENZA DI DETRITO ARENACEO			
4,50	5,00		COLLUVI ALTERATI LIMO-SABBIOSI CON NUCLEI TORBOSI SCURI. INCLUSIONI DETRITICHE. CONSISTENZA MEDIO-BASSA.			
1,80	6,80		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 55% - 73%			
0,70	7,50		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 35% - 40%			
2,20	9,70		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 68% - 80%			
1,30	11,00		ABBONDANTE MATRICE LIMO-SABBIOSA. CON SPARSE GHIAIE Dr = 30% - 45%			

mt. 3.00

6-4-5

mt. 4.00

S2 C1

mt. 4.50

infiltrazioni  
mt. 4.50

mt. 5.50

20-33-24

falda  
mt. 6.90

**Geoprogetti**


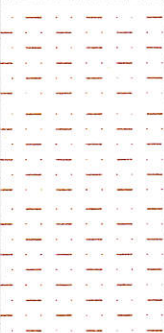
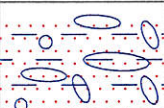

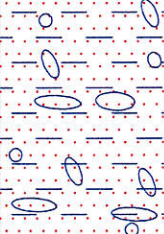
via Quadroni, 117

Perano

tel. 0872/856019

e-mail: geoprogetti@interfree.it

**Committente:** Regione Abruzzo**Località:** L'Aquila**Data inizio/fine:** 02/11/2011**Scala:** 1:100**Attrezzatura:** Trivella idraulica**Sigla:** S3**Lunghezza perforazione:** mt. 10.0

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Campione	S.P.T.	Falda
0,50	0,50		TERRENO VEGETALE, PRESENZA DI DETRITO ARENACEO			
4,30	4,80		COLLUVI ALTERATI LIMO-SABBIOSI CON NUCLEI TORBOSI SCURI. INCLUSIONI DETRITICHE. CONSISTENZA MEDIO-BASSA.		mt. 2.00 6-5-6	infiltrazioni mt. 4.30
1,40	6,20		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 60% - 85%		mt. 6.00	
0,70	6,90		LENTE LIMO-SABBIOSA, GHIAIE SCIOLTE. Dr = 30% - 40%		29-19-24	falda mt. 7.40
3,10	10,00		DETRITO E GHIAIE ETEROMETRICHE IN MATRICE LIMO-SABBIOSA. Dr = 68% - 80%			



DATA: 04/11/2011

CERTIFICATO: 1233

# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI

via Montemarcone 85, cap 66041 Atessa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S2

Campione: C1

Profondità: mt. 4,0/4,5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale : 35,7 cmq

Altezza iniziale : 1,74 cm

Velocità di prova : 0,005 mm/min cmq

Volume iniziale : 65,24 cmc

PROV. N°	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Tempo di consolidamento (ore)	Pres. consol. $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Def. verticale $\delta H$ (mm)	Pres. cella $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Deformazione $\epsilon$ (mm)	Pres. di taglio (Kg/cmq)	Velocità di deformazione (mm/min)	$\delta T$ a rottura (ore)
1	24	1	0,42	1	2,4	0,63	0,0037	10,9
2	24	2	0,63	2	2,94	1,26	0,0035	14,4
3	24	3	1,03	3	3,2	1,81	0,0033	15,822

Coesione drenata .....(C') : 0,09 Kg/cmq

Angolo di attrito .....( $\Phi$ ) : 23,5°

# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI  
 via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

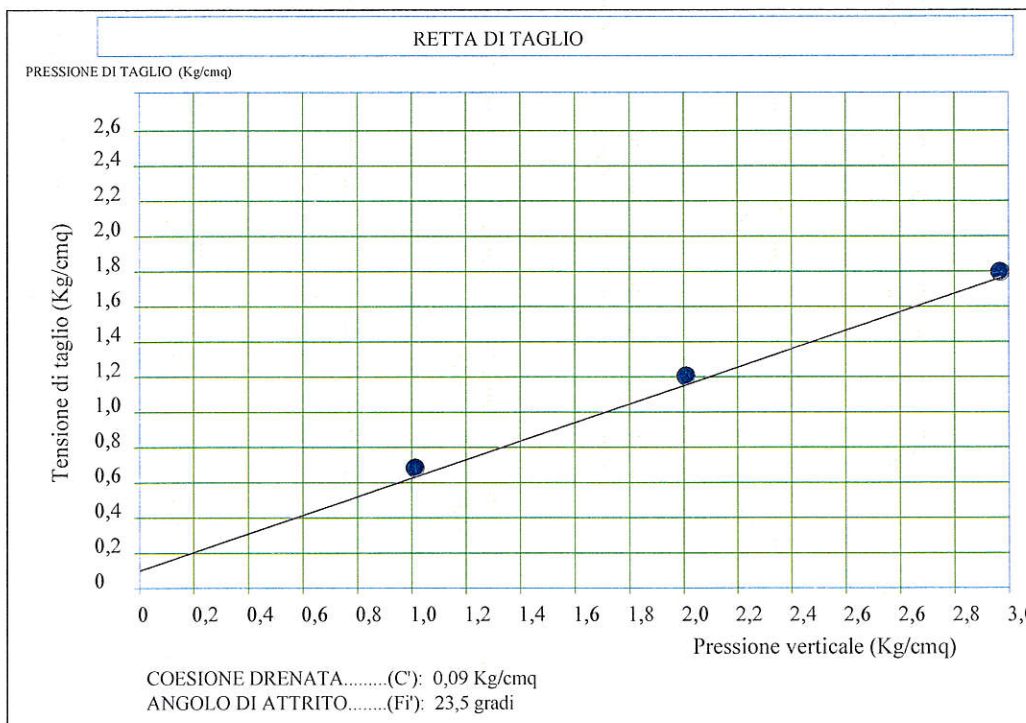
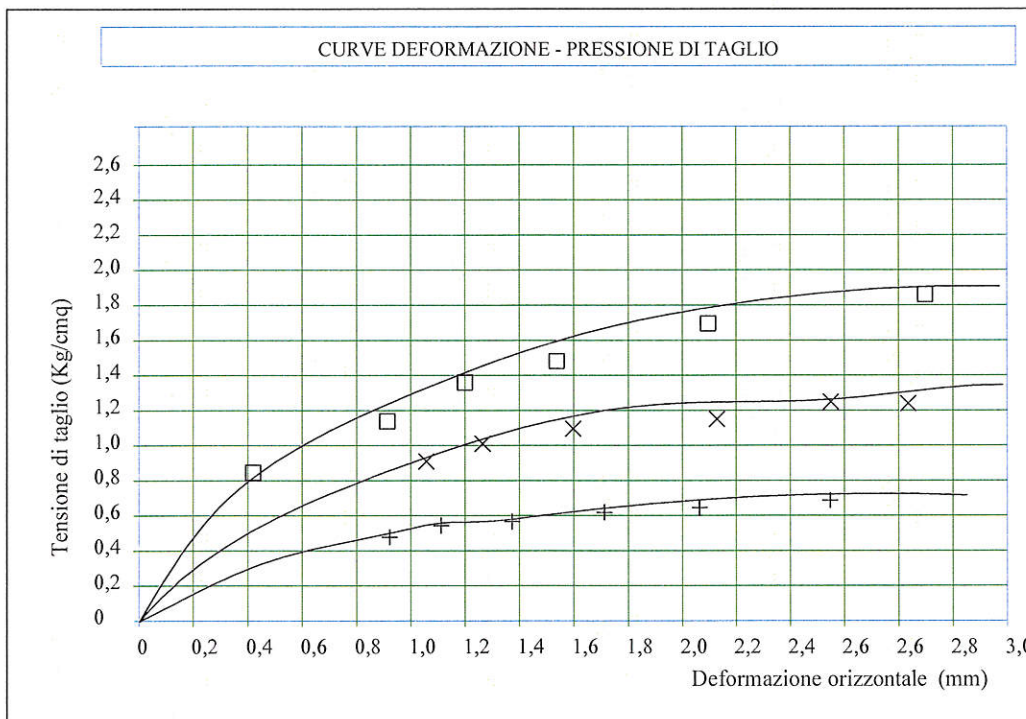
PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S2

Campione: C1

Profondità: mt. 4,0/4,5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI

via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S2

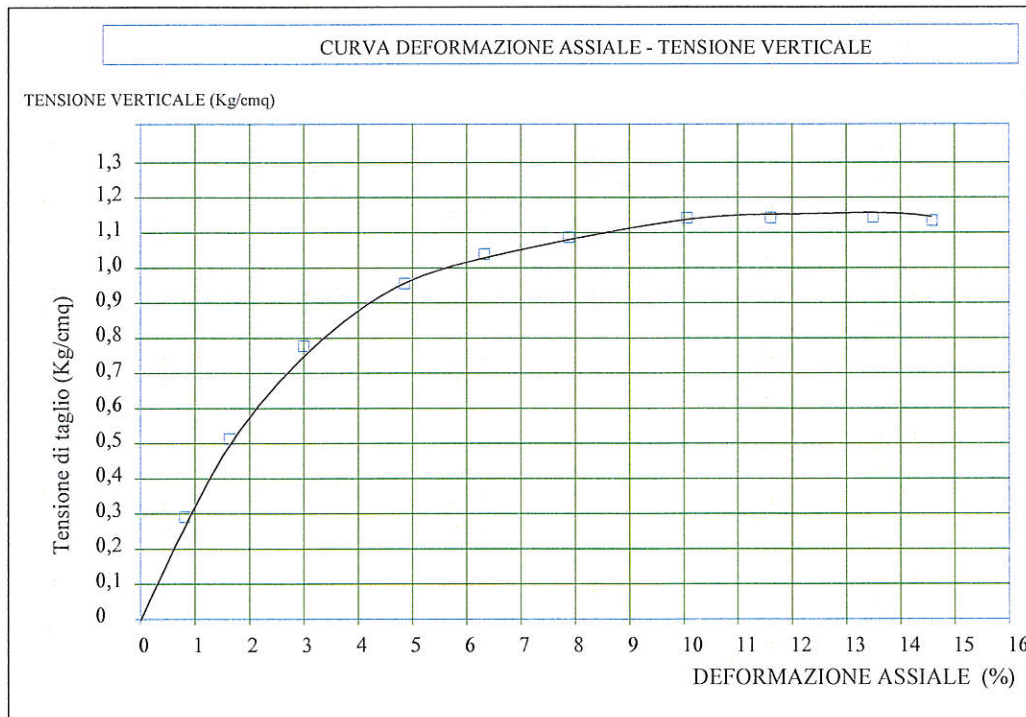
Campione: C1

Profondità: mt. 4,0/4,5

## PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale.....: 11,401 cmq	Altezza iniziale.....: 7,55 cm
Velocità di prova.....: 1,5 mm/min	Volume iniziale.....: 86,873 cmc

Contenuto in acqua.. : 21,35%	Grado di saturazione..... : 92,808%
Densità naturale..... : 1,94 g/cm <sup>3</sup>	Densità secca.....: 1,58 g/cm <sup>3</sup>
Indice dei vuoti.....: 0,834	Porosità.....: 42,318 %
Densità satura.....: 1,972 g/cm <sup>3</sup>	Peso specifico.....: 2,254 g/cm <sup>3</sup>



PROV.	CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Resistenza Cu (Kg/cmq)	Deformazione ass. ε (%)	Pres. verticale σ <sub>v</sub> (Kg/cmq)	Velocità di deformazione (mm/min)	δT a rottura (ore)
1	0,57	10,864	1,15		

Resistenza al taglio non drenata (Cu) : 0,57 Kg/cmq

Sensibilità ..... : \_\_\_\_\_

DATA: 04/11/2011

CERTIFICATO: 1232

# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI

via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S1

Campione: C1

Profondità: mt. 8,0/8,5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale : 33,9 cmq

Altezza iniziale : 1,86 cm

Velocità di prova : 0,084 mm/min cmq

Volume iniziale : 43,83 cmc

PROV. N°	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Tempo di consolidamento (ore)	Pres. consol. $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Def. verticale $\delta H$ (mm)	Pres. cella $\sigma_v$ (Kg/cmq)	Deformazione $\epsilon$ (mm)	Pres. di taglio (Kg/cmq)	Velocità di deformazione (mm/min)	$\delta T$ a rottura (ore)
1	24	1	0,69	1	1,76	0,42	0,0015	12,16
2	24	2	0,96	2	2,36	0,89	0,0022	13,39
3	24	3	1,21	3	2,95	1,38	0,0084	14,26

Coesione drenata .....(C') : 0,08 Kg/cmq

Angolo di attrito .....( $\Phi$ ) : 22,5°

# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI  
 via Montemarcone 85, cap 66041 Atesa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

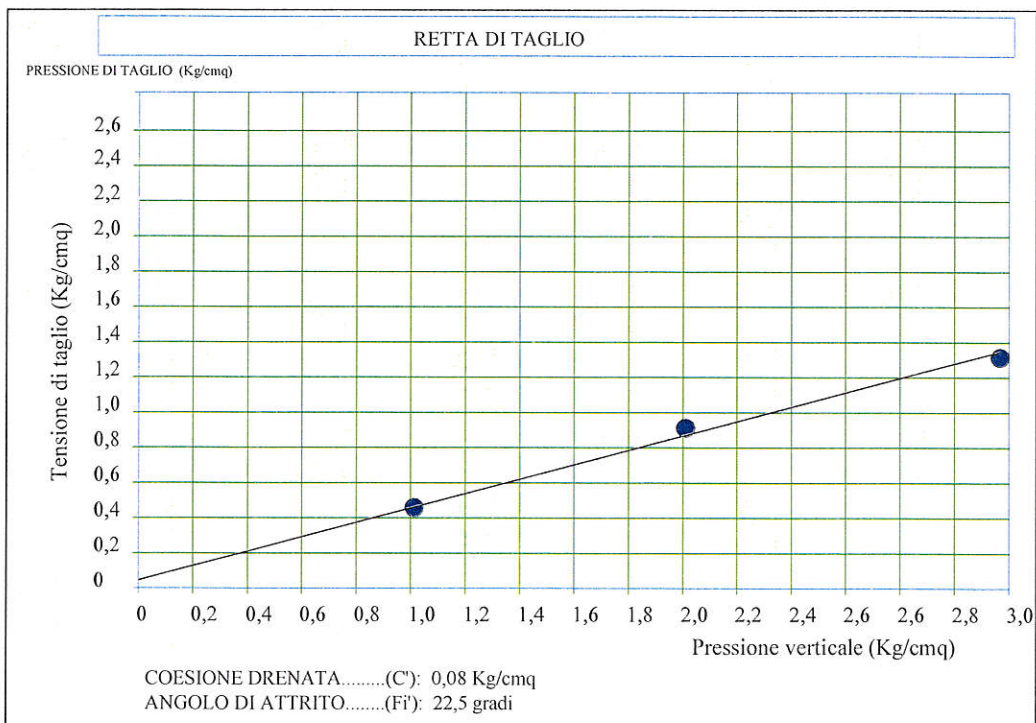
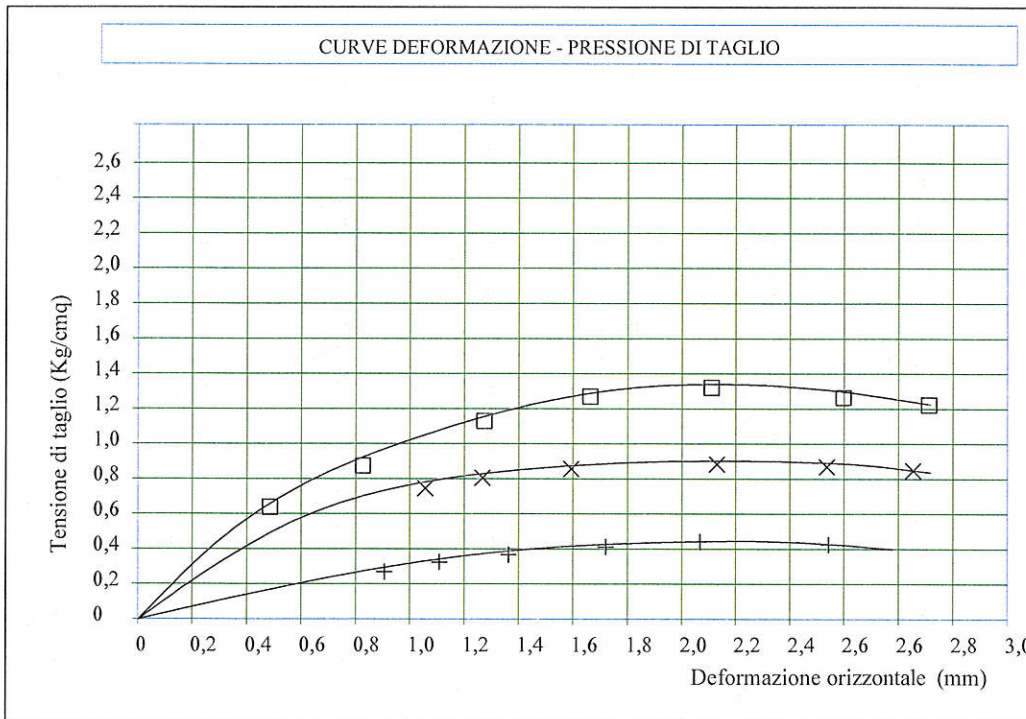
PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S1

Campione: C1

Profondità: mt. 8,0/8,5

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



# ERPOOL s.r.l.

LABORATORIO GEOTECNICO - INDAGINI IN SITO - SONDAGGI  
 via Montemarcone 85, cap 66041 Atessa (CH) P. IVA 02239660695 0872/898382

COMMITTENTE: Dr. Domenico Pellicciotta

DITTA: Regione Abruzzo

CANTIERE: L'Aquila (CH)

PROGETTO: Impianto di depurazione

Sondaggio: S1

Campione: C1

Profondità: mt. 8,0/8,5

## PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale.....: 9,48 cmq

Altezza iniziale.....: 6,93 cm

Velocità di prova.....: 1,5 mm/min

Volume iniziale.....: 68,54 cmc

Contenuto in acqua.. : 45,26%

Grado di saturazione..... : 97,34%

Densità naturale..... : 2,21 g/cm<sup>3</sup>

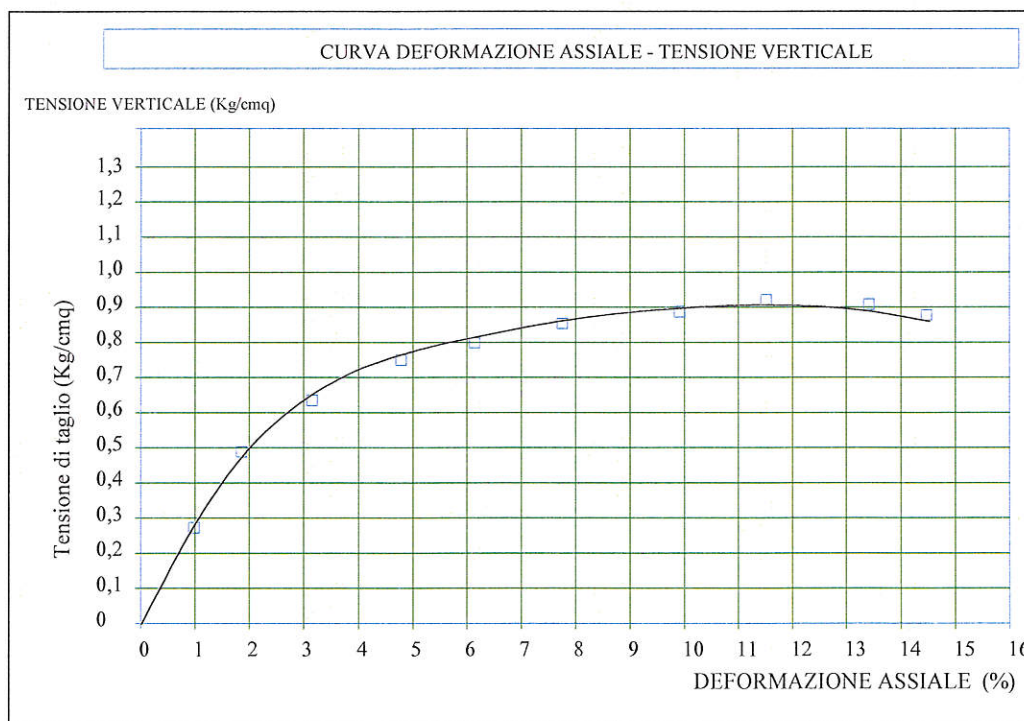
Densità secca.....: 1,64 g/cm<sup>3</sup>

Indice dei vuoti.....: 0,754

Porosità.....: 56,82 %

Densità satura.....: 2,25 g/cm<sup>3</sup>

Peso specifico.....: 2,11 g/cm<sup>3</sup>



PROV. N°	CARATTERISTICHE A ROTTURA				
	Resistenza Cu (Kg/cm <sup>3</sup> )	Deformazione ass. ε (%)	Pres. verticale σ <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>3</sup> )	Velocità di deformazione (mm/min)	δT a rottura (ore)
1	0,46	11,52	0,92		

Resistenza al taglio non drenata (Cu) : 0,46 Kg/cm<sup>3</sup>

Sensibilità ..... : \_\_\_\_\_



**GEA s.n.c.**

LABORATORIO GEOTECNICO - PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)  
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)  
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874  
EMAIL: gealaboratorio@gmail.com



ISO 9001  
Certificato n° 482343 QM08  
Autorizzazione Ministeriale n° 4536  
Prove Geotecniche su Terre

**DATA: 21/3/2014**

**Certificato: 520314**

<b>Il Richiedente</b> <b>Codimar S.r.l.</b>	
<b>Verbale di accettazione N°</b> <b>1460214</b>	<b>Data</b> <b>26/02/14</b>
<b>Rif. Ordine di acquisto/Offerta</b>	
<b>N°</b> -	<b>Data</b> -

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO			
<b>Sito potenzialmente contaminato</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Anomalie di campionamento</b>	<input type="checkbox"/>
		<b>Data prelievo</b>	<b>21/02/14</b>
<b>Procedura di campionamento:</b>	SHELBY <input checked="" type="checkbox"/>	Note:	
	MAZIER <input type="checkbox"/>		
	OSTELBERG <input type="checkbox"/>		

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI	
<b>Commitente</b>	<b>"Commissario Straordinario Delegato Per La Realizzazione Degli Interventi Di Mitigazione Del Rischio Idrogeologico Della Regione Abruzzo (D.P.C.M. 8/3/2011)"</b>
<b>Cantiere</b>	<b>Indagini Eseguite Sponde Fiume Aterno E Torrente Raio A Pile - L'Aquila</b>

		Profondità	
<b>Sondaggio</b>	<b>1</b>	<b>Campione</b>	<b>1</b>
		<b>da m:</b>	<b>6.50</b>
		<b>a m:</b>	<b>7.00</b>

	DATA
<b>Consegna campione</b>	<b>26/02/2014</b>
<b>Apertura</b>	<b>03/03/2014</b>
<b>Inizio prove</b>	<b>03/03/2014</b>
<b>Fine prove</b>	<b>06/03/2014</b>

<b>Esclusioni/anomalie/difformità</b>
<b>Non riscontrate</b>

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		<b>2</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		<b>3</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Taglio diretto (**)		<b>4-5</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI, 1994.
Espansione Laterale Libera E.L.L.		<b>6</b>	ASTM D2166.
	<b>Totale pag.</b>	<b>6</b>	

(\*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm<sup>3</sup>.  
 (\*\*) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.  
 (\*\*\*) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliariari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11

CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00
--------------	-------------	-----------------------------------

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 36 cm.  $\phi$ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

### DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo argilloso marrone chiaro - nocciola con alcune sfumature grigio chiaro e venature nerastre e sparsi livelletti sabbiosi. Presenta sporadici clasti di piccole dimensioni subarrotondati.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
20	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
30	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		ELL
40				
50				
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo



DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Commis. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1                      Campione: 1                      Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

## CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua : <u>9.79</u> %	Grado di saturazione...: <u>58.5</u> %
Densità naturale.....: <u>2.04</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....: _____ %
Peso specifico.....: <u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....: _____ %
Densità secca.....: <u>1.86</u> g/cmc.	Limite plastico.....: _____ %
Densità satura.....: <u>2.17</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale.: _____
Porosità.....: <u>31.12</u> %	Sensibilità.....: _____
Indice dei vuoti.....: <u>0.4519</u>	Coef. di permeabilità.: _____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA'  
IP:

GRADO DI PLASTICITA'

INDICE DI CONSISTENZA  
IC:

STATO

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.)

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE

## CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto .....:  $C' = 0.12 \text{Kg/cm}^2$   $\phi' = 27.8^\circ$   
Prova di taglio residuo .....:  $C' = \text{_____Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{_____}^\circ$   
Prova di espansione laterale libera .....:  $C_u = 3.33 \text{Kg/cm}^2$   
Prova triass. non consolidata non drenata (UU):  $C_u = \text{_____Kg/cm}^2$   
Prova triassiale consolidata non drenata (CU):  $C' = \text{_____Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{_____}^\circ$   
Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...:  $C' = \text{_____Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{_____}^\circ$

DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliariari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

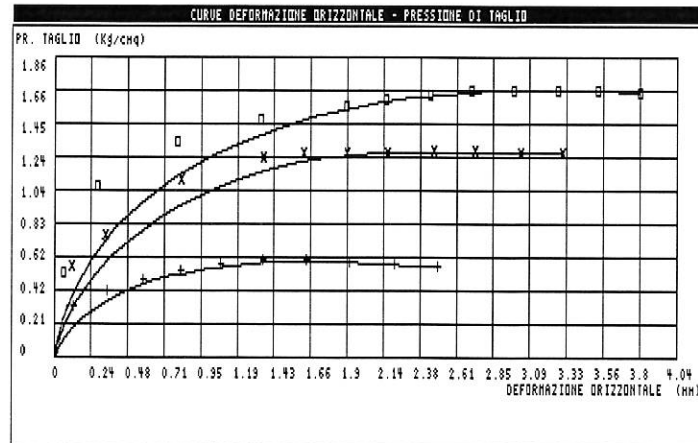
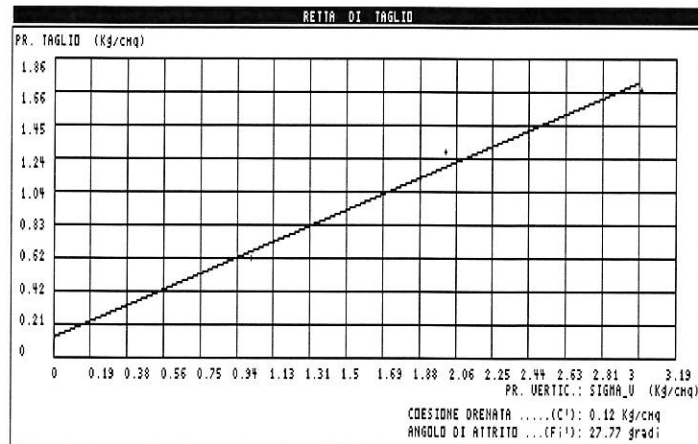
COMMITTENTE: Commis. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1

Campione: 1

Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO



DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11

CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1      Campione: 1      Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale .: 36.51 cm<sup>2</sup>      Altezza iniziale ..: 2 cm  
Velocità di prova : 0.004 mm/min      Volume iniziale ....: 73.02 cmc

PROV N °	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			C A R A T T E R I S T I C H E A R O T T U R A				
	Tempo di consolid (ore)	Pr.cons. ov (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def.vert δH (mm)	Pr.cella ov (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. ε (mm)	Pres.di taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	<u>24</u>	<u>1</u>	<u>0.11</u>	<u>1</u>	<u>1.63</u>	<u>0.603</u>	<u>0.0039</u>	<u>7</u>
2	<u>24</u>	<u>2</u>	<u>0.37</u>	<u>2</u>	<u>2.46</u>	<u>1.274</u>	<u>0.0041</u>	<u>10</u>
3	<u>24</u>	<u>3</u>	<u>0.62</u>	<u>3</u>	<u>2.98</u>	<u>1.657</u>	<u>0.0041</u>	<u>12</u>

Coesione drenata ... (C'): 0.12 Kg/cm<sup>2</sup>

Angolo di attrito .. (Φ'): 27.77°

DATA: 21/3/2014

Certificato: 520314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

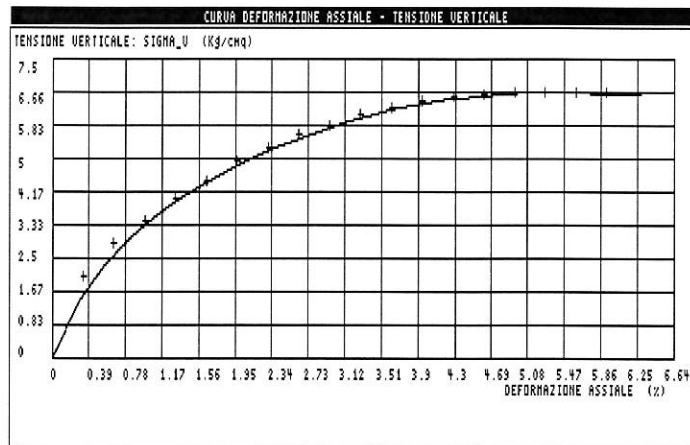
COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 1      Campione: 1      Profondità da mt: 6.50 a mt: 7.00

### PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale .: 11.461 cm<sup>2</sup>      Altezza iniziale ...: 7.605 cm  
Velocità di prova : 1.5 mm/min      Volume iniziale ...: 87.159 cmc

Contenuto in acqua: 8.202 %      Peso specifico ....: 2.7 g/cmc  
Densità naturale .: 2.096 g/cmc      Densità secca .....: 1.937 g/cmc  
Indice dei vuoti .: 0.393      Porosità .....: 28.231 %  
Densità satura ...: 2.22 g/cmc      Grado di saturaz. .: 56.288 %



PROV N°	C A R A T T E R I S T I C H E   A R O T T U R A				
	Resisten Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformaz ass. ε (%)	Pr.Vert. σ <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	<u>3.331</u>	<u>5.26</u>	<u>6.663</u>	_____	_____

Resistenza al taglio non drenata (Cu): **3.33 Kg/cm<sup>2</sup>**  
Sensibilità .....: \_\_\_\_\_

**GEA s.n.c.**

LABORATORIO GEOTECNICO – PROVE IN SITO - IDROGEOLOGIA - INDAGINI GEONOSTICHE E GEOFISICHE

SEDE LEGALE: Via Nazionale, 165 - 64039 Penna S. Andrea (TE)  
SEDE OPERATIVA: Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)  
TEL: 085 4155618 FAX: 085 7993874  
EMAIL: gealaboratorio@gmail.comISO 9001  
Certificato n° 482343 QM08  
Autorizzazione Ministeriale n° 4536  
Prove Geotecniche su Terre**DATA: 21/3/2014****Certificato: 530314**

Il Richiedente <b>Codimar S.r.l.</b>	
Verbale di accettazione N°	<b>1460214</b>
Data	<b>26/02/14</b>
Rif. Ordine di acquisto/Offerta	
N°	-
Data	-

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO			
Sito potenzialmente contaminato	<input type="checkbox"/>	Anomalie di campionamento	<input type="checkbox"/>
Data prelievo	<b>21/02/14</b>		
Procedura di campionamento:	SHELBY	<input checked="" type="checkbox"/>	Note:
	MAZIER	<input type="checkbox"/>	
	OSTELBERG	<input type="checkbox"/>	

INTESTAZIONE DEI CERTIFICATI	
Commitente	<b>"Commissario Straordinario Delegato Per La Realizzazione Degli Interventi Di Mitigazione Del Rischio Idrogeologico Della Regione Abruzzo (D.P.C.M. 8/3/2011)"</b>
Cantiere	<b>Indagini Eseguite Sponde Fiume Aterno E Torrente Raio A Pile - L'Aquila</b>

Sondaggio		Campione		Profondità	
<b>2</b>	<b>1</b>	da m:	<b>7.00</b>	a m:	<b>7.50</b>

DATA	
Consegna campione	<b>26/02/2014</b>
Apertura	<b>03/03/2014</b>
Inizio prove	<b>03/03/2014</b>
Fine prove	<b>06/03/2014</b>

Esclusioni/anomalie/difformità
<b>Non riscontrate</b>

PROVE ESEGUITE	COD. PROVA	pag.	Normativa di riferimento
Descrizione macroscopica		<b>2</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.
Caratteristiche fisiche e meccaniche (*)		<b>3</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994. Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85, D 2488-84, D 3282-83.
Taglio diretto (**)		<b>4-5</b>	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio – AGI, 1994.
Espansione Laterale Libera E.L.L.		<b>6</b>	ASTM D2166.
	<b>Totale pag.</b>	<b>6</b>	

(\*) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm<sup>3</sup>.  
 (\*\*) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati.  
 (\*\*\*) I valori di prova riportati derivano dall'applicazione di una media aritmetica dei valori sperimentali.

Il Direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

## G E A

### LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 7.00	a mt: 7.50
--------------	-------------	------------------------	------------

DIMENSIONI DEL CAMPIONE: H= 40 cm.  $\phi$ = 8.5 cm.

CONDIZIONI DEL CAMPIONE: Indisturbato

### DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE

Limo argilloso marrone chiaro - nocciola con sfumature grigio chiaro e venature nerastre con sporadici livelletti sabbiosi.

cm.	Consistenza	Res. pock. pen.	Res. al vanetest	Coll.prov.P.M.
10	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
20	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		Taglio diretto
30	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		ELL
40	Molto consistente	> 600.0 kN/m <sup>2</sup>		
50				
60				
70				
80				

Il Direttore del laboratorio

Dott. Geol. Luca Di Matteo

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2	Campione: 1	Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50
--------------	-------------	-----------------------------------

### CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Cont. naturale acqua : <u>19.91</u> %	Grado di saturazione...: <u>84.04</u> %
Densità naturale.....: <u>1.97</u> g/cmc.	Limite del ritiro.....: _____ %
Peso specifico.....: <u>2.7</u> g/cmc.	Limite liquido.....: _____ %
Densità secca.....: <u>1.65</u> g/cmc.	Limite plastico.....: _____ %
Densità satura.....: <u>2.04</u> g/cmc.	Coef. att. colloidale.: _____
Porosità.....: <u>39</u> %	Sensibilità.....: _____
Indice dei vuoti.....: <u>0.6394</u>	Coef. di permeabilità.: _____ cm/s

INDICE DI PLASTICITA' IP:	GRADO DI PLASTICITA'
------------------------------	----------------------

INDICE DI CONSISTENZA IC:	STATO
------------------------------	-------

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA (M.I.T.)
---

CLASSIFICAZIONE DI CASAGRANDE
-------------------------------

### CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPIONE

Prova di taglio diretto .....:  $C' = 0.09 \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = 25.5^\circ$   
Prova di taglio residuo .....:  $C' = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{___}^\circ$   
Prova di espansione laterale libera .....:  $C_u = 3.57 \text{ Kg/cm}^2$   
Prova triass. non consolidata non drenata (UU):  $C_u = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   
Prova triassiale consolidata non drenata (CU):  $C' = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{___}^\circ$   
Prova triassiale consolidata drenata (CD) ...:  $C' = \text{___} \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = \text{___}^\circ$

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

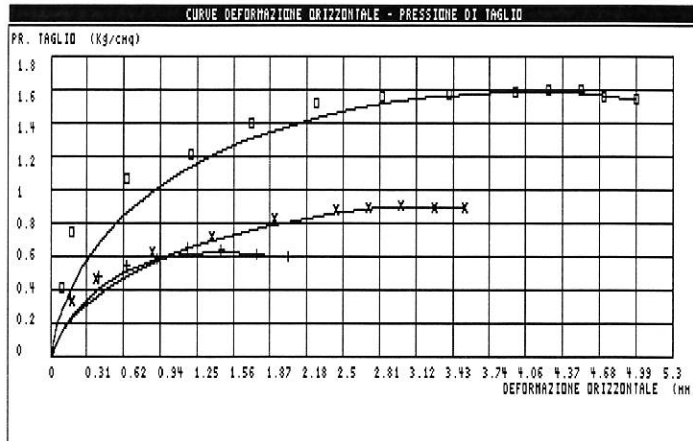
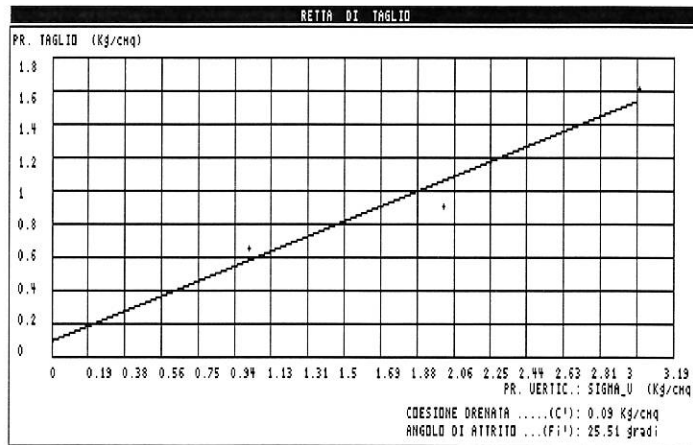
COMMITTENTE: Commis. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz. del rischio idrogeol. della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2

Campione: 1

Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO





DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11

CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2      Campione: 1      Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Sezione iniziale .: 36.45 cm<sup>2</sup>      Altezza iniziale ...: 2 cm  
Velocità di prova : 0.004 mm/min      Volume iniziale ...: 72.9 cmc

PROV N °	CARATTERISTICHE A FINE CONSOLIDAZIONE			C A R A T T E R I S T I C H E A R O T T U R A				
	Tempo di consolid (ore)	Pr.cons. $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def.vert $\delta H$ (mm)	Pr.cella $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. $\epsilon$ (mm)	Pres.di taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	$\delta T$ a rottura (Ore)
1	<u>24</u>	<u>1</u>	<u>0.17</u>	<u>1</u>	<u>1.17</u>	<u>0.641</u>	<u>0.0039</u>	<u>5</u>
2	<u>24</u>	<u>2</u>	<u>0.62</u>	<u>2</u>	<u>2.98</u>	<u>0.893</u>	<u>0.0042</u>	<u>12</u>
3	<u>24</u>	<u>3</u>	<u>0.66</u>	<u>3</u>	<u>4.52</u>	<u>1.595</u>	<u>0.0042</u>	<u>18</u>

Coesione drenata ... (C'): 0.09 Kg/cm<sup>2</sup>  
Angolo di attrito .. ( $\phi'$ ): 25.51°

DATA: 21/3/2014

Certificato: 530314

# G E A

## LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

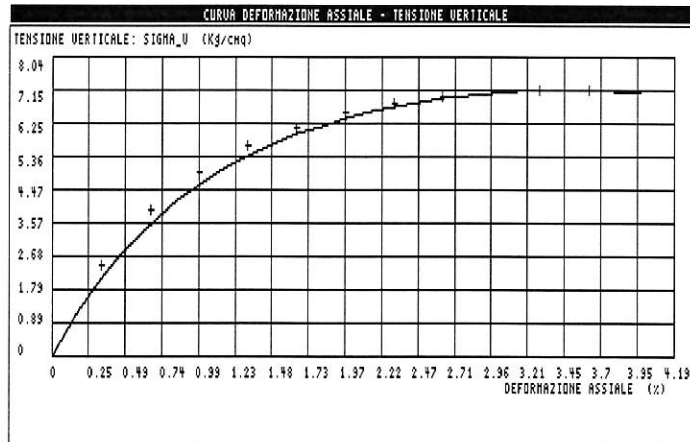
COMMITTENTE: Commiss. Straord. Delegato per la realizz. degli interventi di mitigaz.del rischio idrogeol.della Regione Abruzzo DPCM 8/3/11  
CANTIERE : Indagini eseguite sponde Fiume Aterno e Torrente Raio a Pile L'Aquila

Sondaggio: 2      Campione: 1      Profondità da mt: 7.00 a mt: 7.50

### PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Sezione iniziale .: 11.461 cm<sup>2</sup>      Altezza iniziale ...: 7.605 cm  
Velocità di prova : 1.5 mm/min      Volume iniziale ...: 87.159 cmc

Contenuto in acqua: 19.703 %      Peso specifico ....: 2.7 g/cmc  
Densità naturale .: 2.116 g/cmc      Densità secca .....: 1.768 g/cmc  
Indice dei vuoti .: 0.527      Porosità .....: 34.512 %  
Densità satura ...: 2.113 g/cmc      Grado di saturaz. .: 100.929 %



PROV N°	C A R A T T E R I S T I C H E R O T T U R A				
	Resisten Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformaz ass. ε (%)	Pr.Vert. ov (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità deform. (mm/min)	δT a rottura (Ore)
1	<u>3.573</u>	<u>3.287</u>	<u>7.147</u>	_____	_____

Resistenza al taglio non drenata (Cu): 3.57 Kg/cm<sup>2</sup>  
Sensibilità .....: \_\_\_\_\_

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



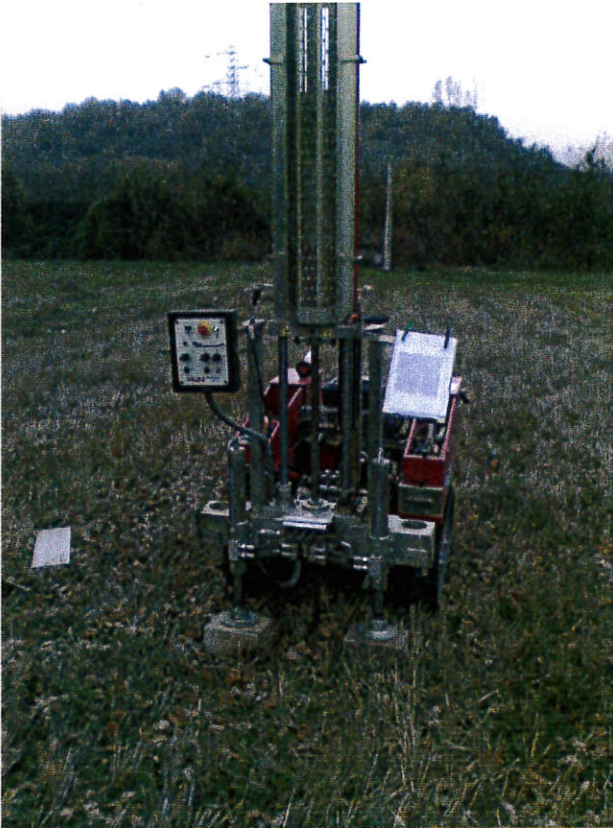
Foto n°1 – Postazione prova penetrometrica P1.



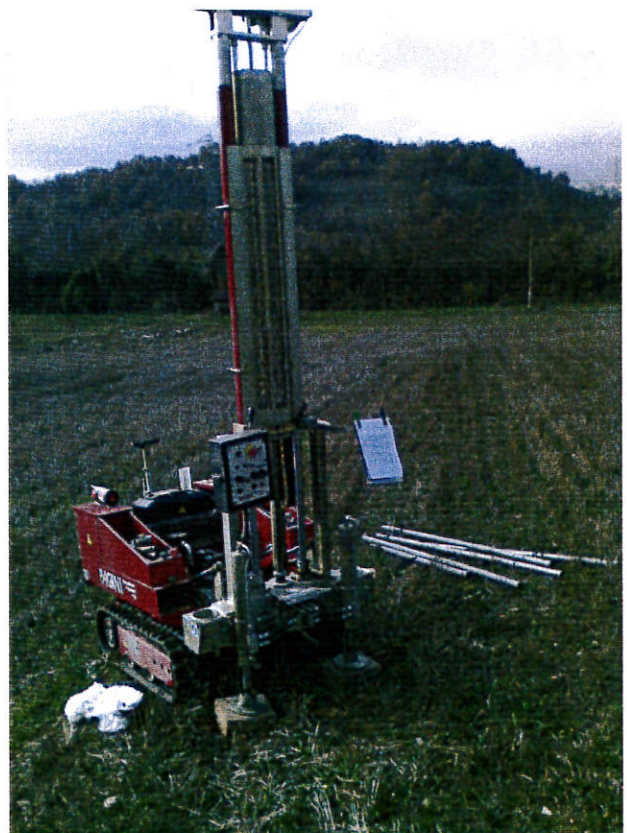
Foto n°2 – Postazione prova penetrometrica P2.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



*Foto n°3* – Postazione prova penetrometrica P3.



*Foto n°4* – Postazione prova penetrometrica P4.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



*Foto n°5* – Installazione piezometri.



*Foto n°6* – Postazione sondaggio geognostico S1.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---



Foto n°7 – Postazione sondaggio geognostico S2.



Foto n°9 – Particolare del sondaggio geognostico S3.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

---

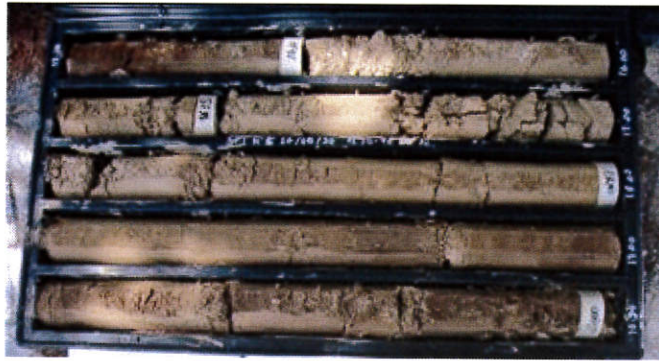


Foto n°10 – Carotaggio sondaggio S1