



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

PROGETTO SCUOLE COMUNE DI L'AQUILA
PRIMO BANDO - LOTTO 7

SCUOLA INFANZIA E PRIMARIA CIRCOLO RODARI

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI N. 3753 DEL
06/04/09 - PRIMI INTERVENTI URGENTI CONSEGUENTI AGLI EVENTI SISMICI
CHE HANNO COLPITO LA REGIONE ABRUZZO IL GIORNO 6 APRILE 2009

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECNICHE E GEOFISICHE
RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO: 1/1	DATA: Agosto 2009	Geofisica dott. Maria Rita Caponi, <i>Maria Rita Caponi</i>	Responsabile del progetto dott. Massimo Lenoci
LAVORO: 599/09	REVISIONE REV1	Geognostica dott. Marcello Martinelli <i>Marcello Martinelli</i>	 Dott. MASSIMO LENOCI Geologo A.P. n° 544 <i>Massimo Lenoci</i>
CONGEO s.n.c. - Geotecnica Geofisica Geognostica - di M. Lenoci, M. Martinelli & C. Sede Legale: 00133 - Roma - Via Dedalo, 27 - Uffici Tecnici: 00133 - Roma - Via Alcesti, 52 Tel. 06 2018088 - Fax 06 20631211 - congeo@congeo.it - www.congeo.it C. F. e P. I.V.A. 05729641000 - Registro Imprese di Roma n. 73931/1999 - R.E.A. n. 916627			



INDICE

1	PREMESSA	3
2	INDAGINI E PROVE ESEGUITE	4
2.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	4
2.2	STANDARD PENETRATION TEST	4
2.3	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	5
2.4	PROSPEZIONI GEOSISMICHE TIPO MASW	6
2.5	PROSPEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE	8
3	SINTESI E COMMENTO DEI RISULTATI	12
3.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	12
3.2	STANDARD PENETRATION TEST	12
3.3	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	12
3.4	PROSPEZIONI GEOSISMICHE TIPO MASW	13
3.5	PROSPEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE	14
4	CONCLUSIONI	15
	ALLEGATI	16
	AII. 1 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI	17
	AII. 2 – STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO	18
	AII. 3 – CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	19
	AII. 4 – PROSPEZIONI SISMICHE MASW	20
	AII. 5 – SEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE	23
	AII. 6 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	27



1 PREMESSA

Su incarico della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile, è stato eseguito uno studio geologico, geotecnico e geofisico di dettaglio per la valutazione delle caratteristiche stratigrafiche, fisico-meccaniche, sismiche e geoelettriche dei terreni di sedime della costruenda Scuola Infanzia e Primaria Circolo Rodari nel lotto 7.

Al fine di acquisire la documentazione geologica richiesta a corredo degli elaborati tecnici di progetto e per fornire ai progettisti le indicazioni di carattere geologico e geotecnico e geosismico necessarie per le scelte riguardanti le opere strutturali e di fondazione, sono state svolte le seguenti attività:

- Esame della cartografia ufficiale disponibile (topografica, geologica, idrogeologica);
- Ricerca di informazioni reperibili in letteratura attinenti alle caratteristiche geologico-geotecniche delle formazioni individuate;
- Indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche secondo un protocollo che prevede l'esecuzione di:

N. 1 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo;

N. 2 Standard Penetration Test (SPT);

N. 4 Prove penetrometriche dinamiche (DM30);

N. 1 Prospezione sismica tipo MASW (Multichannel Analysis of surface Waves) per la determinazione delle Vs30;

N. 1 Prospezione geoelettrica tomografica.

In questa relazione vengono descritte le metodologie applicate, commentati i risultati della perforazione e delle altre prove e prospezioni in sito e ricostruiti i rapporti stratigrafici tra i terreni del substrato.

In allegato sono presentati i logs stratigrafici e penetrometrici, gli elaborati delle prospezioni MASW, le sezioni geoelettriche e la documentazione fotografica.

L'area oggetto di questo studio è rappresentata nella sezione C.T.R. della Regione Abruzzo n° 358042; la planimetria con ubicazione delle indagini è rappresentata nell'All. 1.



2 INDAGINI E PROVE ESEGUITE

Nelle pagine che seguono verranno descritti i metodi di esecuzione delle indagini geognostiche e geofisiche oltre che le metodologie e le normative di riferimento per le prove geotecniche in sito.

2.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

E' stato realizzato n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo (AQ_7_S1) spinto fino alla profondità di 30 m dal p.c..

Per l'esecuzione delle perforazioni si è fatto uso di una sonda a funzionamento idraulico, con l'utilizzo di autovetture, autocarro e camion come mezzi di appoggio per il trasporto ed il trasferimento di materiali, personale e strumenti.

Il carotaggio continuo è stato effettuato, conformemente alla natura dei terreni attraversati, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batterie di aste e carotiere semplice da 101 mm di diametro, con avanzamento a secco per un miglior recupero dei terreni carotati utilizzando, ove necessario, acque chiare come fluido di circolazione. La stabilizzazione del foro è stata ottenuta previo rivestimento mediante tubazioni da 127 mm di diametro fino a fondo foro. Le carote di terreno, provenienti dal sondaggio, sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC, provviste di scomparti e coperchio apribile.

I risultati del sondaggio geognostico verranno commentati al capitolo 3.1 mentre nell' All. 2 viene presentato il log stratigrafico.

2.2 STANDARD PENETRATION TEST

Durante la perforazione sono state eseguite n° 2 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) in avanzamento all'interno del foro di sondaggio con la porzione di foro sovrastante opportunamente rivestita, e previa pulizia del fondo dello stesso, utilizzando attrezzature conformi a quanto stabilito nella normativa di riferimento ASTM D1586/67-74 (campionatori tipo Raymond ed a punta chiusa, maglio di 63,5 kg, altezza di caduta pari a 760 mm e aste di collegamento con diametro esterno di 50 mm e peso di circa 7,0 kg/ml).

La prova SPT consiste nel far cadere il maglio sulla batteria di aste registrando il numero di colpi necessario ad ottenere una penetrazione complessiva di 45 cm. Si registra il numero di colpi per l'infissione dei primi 15 cm (N_1) che rappresentano il posizionamento, dopodiché si inizia la prova vera e propria misurando il numero di colpi per l'avanzamento degli altri 30 cm in 2 step di 15 cm (N_2+N_3). La prova si considera terminata al raggiungimento dei 30 cm di penetrazione o del rifiuto strumentale (R) corrispondente ad un numero di colpi maggiore di 100.



Per l'interpretazione dei risultati, i valori di N_{SPT} sono stati normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della pressione verticale efficace, mediante l'espressione:

$$N_{norm} = C_n N_{SPT}$$

dove:

N_{SPT} è il numero dei colpi misurato con la prova standard;

N_{norm} è il valore di N riferito a $\sigma'_{vo} = 1 \text{ kgf/cm}^2$;

C_n è un coefficiente di correzione dipendente dal valore di σ'_{vo} secondo la seguente espressione:

$$C_n = \frac{1}{\sigma'_{vo}(n)}$$

considerando $n = 0,5$ (Liao e Whitman, 1985).

Per il calcolo della pressione del terreno sovrastante, laddove non si avevano a disposizione dati diretti, ad ogni orizzonte litologico è stato riferito un peso di volume desunto dalla bibliografia.

Per l'interpretazione geotecnica delle prove si è fatto riferimento alla normativa "Road bridge specifications (Shioi e Fukuni, 1982)" che lega il valore N_{norm} con l'angolo di attrito interno efficace ϕ' secondo la seguente relazione:

$$\phi'_{SPT} = 15 + (N_{NORM} \times 15)^{0.5}$$

Il valore N_{norm} può infine fornire buone indicazioni sul grado di addensamento dei terreni granulari e sulla loro densità relativa (Terzaghi e Peck, 1948; Skempton, 1986):

Dr%	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
	MOLTO SCIOLTA	SCIOLTA	MEDIA	ADDENSATA	MOLTO ADDENSATA
N_{norm}	0 - 3	3 - 8	8 - 25	25 - 42	42 - 58

I risultati delle prove verranno commentati al capitolo 3.2.

2.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Durante la campagna di indagine sono state condotte n. 4 prove (DIN7-1;2;3;4) utilizzando un penetrometro dinamico medio modello DM-30, le cui caratteristiche vengono presentate in tabella nella sezione relativa agli allegati tecnici.

Le modalità esecutive delle prove penetrometriche dinamiche prevedono l'infissione per percussione di un sistema di aste nel terreno tramite una massa



battente di 30 kg da una un'altezza di 20 cm. Durante l'infissione viene registrato il numero di colpi necessario affinché le aste penetrino nel terreno per 10 cm; la prova si considera terminata qualora venga raggiunto il numero massimo di 50 colpi/10 cm (*rifiuto*) o si sia raggiunta una profondità prestabilita.

Per quanto riguarda l'elaborazione delle stesse prove, si deve prima di tutto suddividere lo spessore di terreno investigato in strati finiti che abbiano avuto una risposta omogenea alla sollecitazione imposta con l'infissione delle aste e definire per ognuno di essi il valore medio di numero di colpi (N_{10}).

Quest'ultimo viene opportunamente riportato a quello di una prova penetrometrica dinamica di tipo SPT (N_{spt}), attraverso l'utilizzo di fattori di conversione (Vannelli e Benassi, 1983) legati alle caratteristiche della strumentazione; l' N_{spt} viene in seguito utilizzato per la determinazione dei parametri geotecnici forniti secondo le formule e gli algoritmi dei seguenti autori:

Densità relativa %, secondo Terzaghi e Peck (1948,1967);
Angolo di Attrito Efficace, secondo Peck e Hanson (1953,1974);
Modulo di deformazione Drenato, secondo D'Appollonia (1970);
Peso di volume saturo per granulari, secondo Terzaghi e Peck (1948,1967);
Peso di volume secco per granulari secondo Terzaghi e Peck (1948,1967);
Coesione non drenata, secondo Terzaghi e Peck (1948,1967);
Peso di volume saturo per coesivi, secondo Bowles, Terzaghi e Peck (1982,1948,1967);
Contenuto in acqua %, secondo Bowles, Terzaghi e Peck (1982,1948,1967);
Indice dei vuoti, secondo Bowles, Terzaghi e Peck (1982,1948,1967);
Velocità onde S, secondo Ohta e Goto (1978);
Capacità portante ammissibile, secondo Sanglerat (1972).

I risultati delle prove penetrometriche verranno commentati al capitolo 3.3 mentre nell' All. 3 vengono prodotti i certificati.

2.4 PROSPEZIONI GEOSISMICHE TIPO MASW

E' stata realizzata n. 1 prospezione sismica tipo MASW (AQ_7_M1) per la determinazione delle V_{s30} .

Come è noto, il parametro V_{s30} rappresenta la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo ed è fondamentale per valutare e codificare gli effetti di un sisma in un determinato luogo.

E' sperimentalmente provata la relazione che lega le leggi del moto delle onde superficiali di Rayleigh e quelle delle onde di taglio S. La *velocità di fase* delle prime è influenzata direttamente da alcuni parametri quali la velocità delle onde P, la densità del mezzo ed in particolare modo dalla velocità delle onde S.

Il metodo di indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), basato su un energizzazione sismica artificiale del suolo e sull'analisi spettrale delle onde di Rayleigh presenti nel segnale, consente di ricostruire il modello



sismostratigrafico del sottosuolo e soddisfare quindi le aspettative della normativa.

In particolare, osservando le caratteristiche dispersive del sito e applicando opportune tecniche di inversione è possibile stimare alcune proprietà fisico-elastiche del sottosuolo in condizioni di sollecitazione sismica.

La propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda che interessano il terreno a diverse profondità e che risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche. Questo comportamento viene definito *dispersione* ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

In generale, lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

Lo studio dello spettro delle velocità derivante dall'analisi del sismogramma registrato consente di definire la cosiddetta curva di dispersione che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

La tecnica MASW sottintende quindi un metodo interpretativo indiretto attraverso il quale, a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici (V_{S30}).

La procedura è articolata in tre passi successivi:

- Acquisizione, registrazione e analisi dei dati sismici contenenti le onde di Rayleigh per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze;
- Definizione della curva di dispersione del modello reale del terreno funzione delle caratteristiche dello stesso.
- Inversione, ovvero reiterazioni successive per la definizione di un modello finale le cui caratteristiche (densità e velocità di propagazione delle onde s) meglio approssimano quelle reali.

Questo ultimo processo impone la conoscenza della stratigrafia locale in funzione della quale viene definito lo spazio di ricerca, in termini di Modulo di Poisson, spessore degli strati e V_s all'interno del quale analizzare la soluzione che meglio si approssima alla realtà.

Per quanto riguarda la profondità di indagine normalmente è accettata l'approssimazione per cui tale valore può essere paragonato alla metà della



lunghezza d'onda λ_{\max} misurata dai ricevitori; quest'ultima, in generale, è considerata circa pari alla lunghezza L dello stendimento.

L'elaborazione dei dati ricavati da questo tipo di prospezioni consente anche di determinare analiticamente il *periodo proprio di oscillazione del sito* che risulta essere paragonabile con quello di un sisma reale.

Nelle condizioni stratigrafiche tipiche di un deposito sedimentario, in cui risulta particolarmente forte il contrasto di impedenza tra gli strati superficiale e il bedrock, si verifica che un tremore registrato al suolo è un movimento composto caratterizzato da due spettri: orizzontale e verticale.

In ognuno di essi è presente una componente derivante dalle onde di volume provenienti dal bedrock, amplificate dagli strati più superficiali, ed una derivante dalle onde che viaggiano direttamente in superficie.

Un'onda sismica proveniente dal bedrock, nel suo viaggio attraverso gli strati soffici superiori, viene modificata in base alle loro caratteristiche elastiche; si può definire una relazione che regola queste modifiche e determinare la frequenza fondamentale di risonanza del sito. In particolare tale parametro può essere stimato attraverso due procedure differenti: una basata sulla equazione della risonanza dove si considerano gli spessori e le velocità V_s di tutti gli strati al di sopra del bedrock e una basata sull'analisi del rapporto spettrale H/V derivante dal modeling delle onde di corpo.

Dal punto di vista esecutivo, le acquisizioni vengono eseguite con stendimenti lineari in cui i geofoni sono collocati su una linea retta ad una distanza reciproca costante determinata dalle condizioni geologiche locali e logistiche. Risulta fondamentale infatti che non vi siano variazioni stratigrafiche laterali nell'ambito della lunghezza dello stendimento e che lo stesso non subisca brusche variazioni di quota.

La sorgente, generalmente una mazza (*switch hammer*) o un fucile sismico (*minibang*), deve essere sempre posizionata esternamente allo stendimento (prima del primo geofono), e sempre in asse con esso.

L'acquisizione di campagna è stata condotta mediante il sismografo PASI modello 16SG24-N a 24 bit, con 24 geofoni verticali a 4,5 Hz. Il processing dei dati acquisiti è stato eseguito con software WinMASW 4.1Pro.

Al capitolo 3.4 la sintesi e il commento dei risultati mentre in All. 4 gli elaborati tecnici.

2.5 PROSPEZIONI GEOELETTICHE TOMOGRAFICHE

Durante la campagna di indagini è stata anche condotta n. 1 prospezione geoelettrica tomografica (AQ_7_T1) allo scopo di interpolare lungo la sezione geoelettrica l'assetto stratigrafico desunto dai dati scaturiti dalle altre indagini eseguite e di individuare eventuali anomalie del quadro georesistivo locale imputabili alla presenza di cavità, strutture antropiche sepolte, materiali di



riporto, ecc. Qui di seguito vengono illustrati i principi generali su cui si basano il metodo geoelettrico tomografico unitamente alle modalità operative di campagna e di elaborazione dei dati.

Definendo il parametro resistenza elettrica come il rapporto tra la differenza di potenziale Δv , applicata agli estremi di un corpo conduttore e l'intensità di corrente I che lo attraversa si avrà che:

$$R = \Delta V / I$$

Se il corpo ha una sezione costante S ed una lunghezza L la resistenza è direttamente proporzionale ad L ed inversamente proporzionale ad S secondo la relazione:

$$R = \rho \times L / S$$

dove la costante di proporzionalità ρ è la resistività elettrica, una caratteristica del materiale considerato che ne definisce in modo esauriente il comportamento elettrico.

Si può esprimere la resistività come la resistenza di un conduttore con lunghezza pari ad 1 m e sezione unitaria. L'unità di misura utilizzata per la resistività è l'ohm per metro [$\Omega \cdot m$].

Il metodo geoelettrico tomografico è basato sulla determinazione sperimentale della resistività (*apparente* in quanto riferita ad un terreno non omogeneo) attraverso misure congiunte di intensità di corrente elettrica, inviata nel terreno tramite una coppia di elettrodi, e di tensione ai capi di una seconda coppia di elettrodi, anch'essi in contatto con il suolo.

Il terreno al di sotto degli elettrodi viene suddiviso idealmente in un numero finito di maglie o celle, i cosiddetti "elementi finiti" in ciascuna delle quali la resistività è omogenea ed incognita; la forma degli elementi è generalmente quadrata o rettangolare e le loro dimensioni sono determinate in base alla distanza tra gli elettrodi. In particolare, la tecnica di tomografia dipolare di superficie, consiste nell'immissione di corrente mediante un dipolo costituito da due elettrodi A e B e nella misura della tensione mediante un secondo dipolo costituito da altri due elettrodi (M ed N). La posizione reciproca dei dipoli e il rapporto tra le loro distanze definisce la geometria dello stendimento.

Nella configurazione tipo "*doppio dipolo*" gli elettrodi A-B ed M-N si mantengono contigui ad una distanza " a " (ampiezza dipolare) uguale tra loro mentre varia l'interasse (n) tra i due dipoli secondo multipli dell'ampiezza.

Nella configurazione tipo "Wenner – Schlumberger" gli elettrodi di potenziale M-N si mantengono al centro di quelli di corrente A-B che si distanziano sempre secondo multipli dell'ampiezza. In entrambi i casi la profondità di indagine è garantita, entro i limiti di applicabilità della stessa, dall'aumento della distanza tra gli elettrodi (a) e conseguentemente dall'interasse (na). Omettendo la

trattazione teorica, per il calcolo della resistività apparente viene comunemente utilizzata la seguente formula:

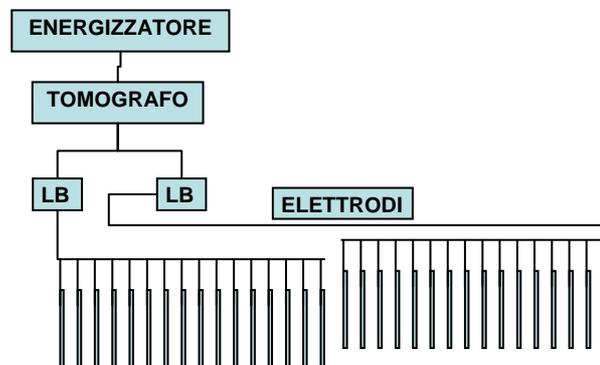
$$\rho_a = K \cdot \Delta V / I$$

dove K è chiamato fattore geometrico ed è funzione della configurazione elettrodica prescelta.

La scelta della geometria dello stendimento è generalmente funzione della finalità d'indagine. L'applicazione della configurazione elettrodica tipo Wenner-Schlumberger, rispetto ad altre, fornisce dei risultati basati su un numero minore di misure ma rappresenta un ottimo compromesso, nell'applicazione geologica, per la definizione delle anomalie elettriche sia verticali che orizzontali. L'equipaggiamento necessario per eseguire i rilievi geoelettrici è costituito da:

- strumento di acquisizione dati e di gestione dell'hardware (tomografo);
- uno o più dispositivi Link-Box;
- cavo di collegamento strumento - Link-Box;
- cavo/i di collegamento Link-Box – elettrodi;
- elettrodi costituiti da picchetti in acciaio inossidabile;
- energizzatore;
- cavo di collegamento energizzatore-strumento.

Una indagine con l'utilizzo di 2 link-box e 32 elettrodi prevede l'allestimento della strumentazione secondo lo schema di seguito riportato.



Per il lavoro in oggetto è stato utilizzato un allestimento a 16 elettrodi con tomografo PASI mod. 16SG24N, energizzatore PASI mod. P-300 T e link-box PASI.

La procedura esecutiva prevede alcuni passaggi fondamentali che riguardano essenzialmente l'allestimento della strumentazione e che vengono di seguito elencati:



- posizionamento di tutti gli elettrodi secondo uno stendimento e loro collegamento alle centraline di gestione (Link-Box);
- selezione, sullo strumento, della geometria prescelta per lo stendimento ed inserimento dei parametri geometrici specifici;
- impostazione dei parametri di acquisizione;
- attivazione dell'acquisizione automatica.

Lo strumento inizia a comunicare in maniera autonoma con i link-box fornendo loro tutte le informazioni relative ai dati preimpostati e per cambiare quindi funzione ai vari elettrodi con la conseguenza che ogni picchetto si trasforma successivamente in elettrodo A, B, M, N o scollegato; i valori vengono progressivamente visualizzati ed acquisiti nell'hard disk interno allo strumento dal quale possono successivamente essere trasferiti al computer per l'elaborazione finale. Lo strumento è contemporaneamente in comunicazione con l'energizzatore al quale impartisce invece le specifiche di alimentazione.

Ogni singola misura di resistività viene materializzata in una cella di terreno, considerata omogenea, al di sotto dello stendimento in funzione della configurazione elettrodica utilizzata; la profondità di indagine dipende oltre che dalla lunghezza dello stendimento anche dalla risposta elettrica dei materiali attraversati dal flusso di corrente e può essere tarata utilizzando conoscenze stratigrafiche dirette quali sondaggi, scavi e rilevamenti geologici di dettaglio.

Il quadro di insieme che ne deriva rappresenta quindi una immagine tomografica del sottosuolo e, come nel caso dei profili di resistività, la sua risoluzione sarà tanto più accurata quanto maggiore risulterà il contrasto di conducibilità tra i corpi conduttori e quanto più saranno ravvicinati i punti in cui verrà misurato il parametro di resistività apparente. Il programma di elaborazione impiegato utilizza il metodo di inversione dei minimi quadrati per produrre un modello 2D del sottosuolo in termini di resistività reale partendo dai dati di resistività apparente relativi ad ogni singola misura scegliendo automaticamente i migliori parametri di inversione per un certo set di dati.

I dati scaturiti dall'indagine permettono quindi la redazione di profili di resistività sia apparente che reale sui quali viene evidenziata la geometria dei vari elettrostrati corrispondenti ad orizzonti definiti caratterizzati da valori tra loro omogenei. Vuoti o masse sepolte nel terreno sarebbero rappresentati, con geometrie opportune, da anomalie di resistività più o meno contrastanti con il quadro resistivo generale.

Le tabelle e le sezioni tomografiche relative alle misure di resistività apparente misurata (1° grafico) e calcolata (2° grafico) ed a quelle di resistività reale ricavata (3° grafico) vengono presentate nell' All. 5; il commento dei risultati al capitolo 3.5.

3 SINTESI E COMMENTO DEI RISULTATI

3.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

La Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100:000, foglio 139 "L'Aquila", riporta per il lotto in studio, al di sotto dei depositi alluvio-colluvio-eluviali attuali, litotipi descritti come *"Molasse: molasse ed arenarie; nella parte superiore in banchi e strati relativamente più sottili, talvolta scistosi, e con più frequenti e spesse intercalazioni di marne arenacee; nella parte inferiore in banchi e strati più spessi con impronte vegetali, frustoli carboniosi e, a luoghi, con sottili letti di lignite picea. Banchi basali con sferoidi concrezionari"* riferibili al Miocene superiore.

Per periodo e caratteristiche litologiche, tali terreni risultano paragonabili all'"Unità arenaceo-pelitica" del "Complesso torbiditico altomiocenico laziale-abruzzese" riportato nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50:000, foglio 359 "L'Aquila", nella quale il sito in esame però non è rappresentato. In tale documento, molto più recente rispetto al primo, questi termini vengono descritti come "alternanze arenaceo-pelitiche in strati medio-spessi con rapporto sabbia/argilla > 2" ed attribuiti al Messiniano inferiore.

Il sondaggio geognostico effettuato, in accordo con quanto sopra, riporta una sequenza stratigrafica superficiale caratteristica di un ambiente alluvionale ove il particolare succedersi degli eventi deposizionali determina alternanze granulometriche che si evolvono da termini argillo-limosi, a limo-argillosi, a sabbio-limosi; tali materiali risultano poggiare, ad una profondità di circa 12 m, su alternanze di calcareniti, limi ed argille riferibili alle formazioni mioceniche.

Il livello piezometrico, ottenuto interpolando i dati relativi ai piezometri installati nelle vicinanze, si attesta a circa 8,60 m di profondità.

3.2 STANDARD PENETRATION TEST

Nell'elaborazione delle prove S.P.T., per il calcolo della pressione efficace del terreno sovrastante, non avendo a disposizione un dato sperimentale diretto, è stato utilizzato un peso di volume medio pari a 19 KN/m³.

Prova	Prof.	N1	N2	N3	Nspt	σ'_{vo}	Cn	N _{norm}	Stato di addens.	ϕ SPT
n°	[cm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kg/cm ²]	[-]	[-]	[-]	[°]
SPT1	200	12	13	18	31	0,291	1,855	58	Molto Addensato	44
SPT2	900	13	18	32	50	0,540	1,360	68	Molto Addensato	47

3.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Sono state eseguite n° 4 Prove Penetrometriche Dinamiche; nella tabella seguente viene riportata per ognuna di esse la profondità di penetrazione.

PROVA	fino a m
DIN6-1	5,40
DIN6-2	7,00
DIN6-3	3,80
DIN6-4	1,80

Le prove penetrometriche hanno interessato i terreni superficiali prevalentemente alluvionali caratterizzati da granulometria e addensamento/consistenza molto diversi, per raggiungere il rifiuto strumentale a profondità variabili, in corrispondenza di orizzonti particolarmente compatti.

I logs penetrometrici evidenziano diversi numeri di “strati geotecnici” per le singole prove con N_{SPT} molto variabili a testimonianza della eterogeneità anche laterale di questi depositi alluvio-detritici. Non si evidenzia, comunque, la presenza di orizzonti continui e significativamente potenti dotati di caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti.

Nell’utilizzo dei parametri geotecnici ricavati si tenga in considerazione che il comportamento dei terreni indagati può essere ipotizzato generalmente attritivo non potendo però escludere la presenza di livelli ove una buona percentuale di resistenza al taglio è dovuta a forze coesive.

3.4 PROSPEZIONI GEOSISMICHE TIPO MASW

La prospezione MASW è stata eseguita utilizzando 24 geofoni distanti tra loro 2,0 m, con off-set di energizzazione pari a 10 m. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei parametri determinati attraverso l’indagine geofisica.

Parametri sperimentali							
Sismostrato	da m	a m	spessore	+ / -	Vs	+ / -	γ
			(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(gr/cm ³)
1	0,0	6,6	6,6	0,7	214	4	1,89
2	6,6	10,6	4,0	0,5	278	21	1,98
3	10,6	16,4	5,8	0,8	312	31	1,96
4	16,4	-	-	-	635	99	2,12

La velocità media di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (V_{s30}) si stima pari a 352 m/s.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni, le V_{s30} stimate ed il profilo stratigrafico dei terreni indagati permettono di classificare il sito come appartenente alla Categoria C (“Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, 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”).

Il programma di calcolo fornisce inoltre, mediante correlazioni empiriche e sperimentali, per ogni sismostrato individuato, la seguente stima dei principali parametri sismo-elastici:



Strato n.	Vp	Modulo di Poisson	Modulo di taglio	Modulo di compressibilità	Modulo di Young
	(m/s)	(-)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
1	503	0,39	86	362	240
2	748	0,42	153	905	435
3	677	0,37	191	644	521
4	1322	0,35	856	2567	2310

La frequenza propria di oscillazione del sito, determinata sia sulla base dell'equazione della risonanza sia da modellazione del rapporto spettrale H/V si attesta rispettivamente a 3,7 Hz e 4,1 Hz.

3.5 PROSPEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE

La sezione tomografica è stata eseguita utilizzando 16 elettrodi con una geometria di indagine che ha portato alla definizione di 8 livelli orizzontali, formanti una maglia di 53 misure. E' stata prescelta la configurazione geometrica Wenner-Schlumberger con distanza elettrodica pari a 3 m e la profondità di indagine, determinata principalmente dalla estensione dello stendimento (45 m), è stata di circa 7,5 m.

La prospezione tomografica evidenzia la presenza di uno strato relativamente resistivo superficiale (resistività reale superiore a 40 $\Omega \cdot m$), poggiante sub-orizzontalmente su materiali più conduttivi (resistività reale inferiore a 40 $\Omega \cdot m$) fino alla base del trapezio di studio ove si osserva un accenno ad una nuova diminuzione di conduttività. Gli elettrostrati individuati sono riferibili a depositi alluvionali con blande diversificazioni granulometriche e quindi di umidità e resistività.

La sezione geoelettrica tomografica non ha evidenziato distorsioni del quadro resistivo imputabili alla presenza di vuoti nel sottosuolo.



4 CONCLUSIONI

L'articolata campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche è stata condotta con lo scopo di definire, le caratteristiche stratigrafiche, fisico-meccaniche, sismiche e geoelettriche dei terreni di fondazione del costruendo fabbricato scolastico. Tali terreni sono ubicati nel territorio comunale di L'Aquila, all'interno del LOTTO 7 precedentemente individuato dal Dipartimento della Protezione Civile come idoneo ad ospitare la struttura scolastica da un punto di vista urbanistico, idraulico ed idrogeologico.

Da un punto di vista stratigrafico i terreni del lotto in superficie risultano riferibili ad un ambiente deposizionale alluvionale nel quale sono evidenti variazioni energetiche che determinano deposizioni eteropiche di termini dapprima argillo-limosi poi limo-argillosi e sabbio-limosi; più in profondità i litotipi appartengono a formazioni mioceniche caratterizzate da alternanze di calcareniti, sabbie ed argille.

Si può in generale affermare che i terreni costituenti il lotto 7, sia nelle facies granulari che in quelle coesive che in quelle semilitoidi, sono complessivamente dotati di discrete caratteristiche di resistenza anche in considerazione delle scelte progettuali che privilegiano fondazioni superficiali ad ampio sviluppo areale su cui insisteranno strutture leggere a modesta elevazione.

L'indagine geosismica ha definito, per i terreni in studio, una categoria di suolo "C". Sulla sezione geoelettrica tomografica non si osservano anomalie riconducibili alla presenza di cavità. La falda si trova a profondità tale da non interferire con le strutture di appoggio.

Alla luce di quanto sopra esposto si ritiene che il sito in esame, tenuto conto delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e della tipologia dell'opera, è idoneo ad ospitare l'edificio scolastico in progetto.



ALLEGATI

- AII. 1 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI
- AII. 2 - STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO
- AII. 3 – CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
- AII. 4 – PROSPEZIONI SISMICHE MASW
- AII. 5 – SEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE
- AII. 6 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ALL. 1 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI



 Ubicazione lotto di indagine (immagine tratta da Google Earth)

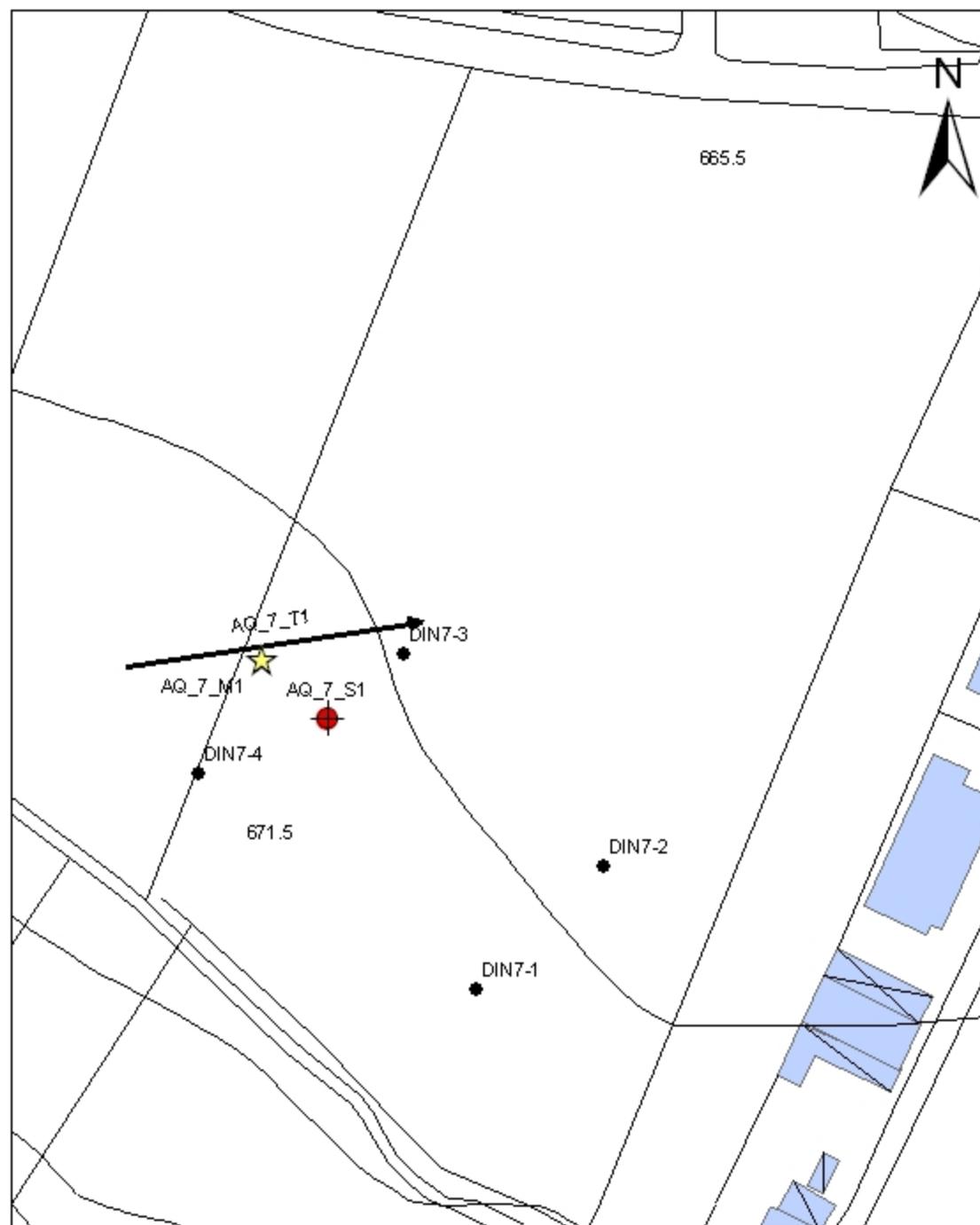


Legenda

-  Sondaggio
-  Prove penetrometriche dinamiche
-  Prospezione sismica MASW
-  Prospezione geoelettrica tomografica

0,00 m 45,00 m

1:1.000





ALL. 2 – STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

**CONGEO s.n.c.**

Via Dedalo, 27 - 00133 ROMA

GEOFISICA - GEOTECNICA - GEOGNOSTICA

Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento Protezione CivileEditing CONGEO s.n.c. su dati forniti
dal Dipartimento della Protezione CivileProgetto scuole Comune di L'Aquila - Bando primo Lotto 6
Indagini geognostiche geotecniche e geofisicheMetodo di perforazione: aste e carotiere
Fluido di circolazione: acquaQuota p.c.:
m s.l.m.

SONDAGGIO AQ_7_S1

φ foro	Rivestimento	Scala 1 : 50	Prof. da p.c.	Sezione stratigrafica	Spessore (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Recupero				Pocket penetr.	Prova SPT	Scala 1 : 50	Camp. indist.	Piezometro
							20	40	60	80					
					1,80	Terreno vegetale sabbioso.						1			
					0,70	Limo grigiastro di natura detritica.					SPT 1	2	12 13 18		
					5,50	Limo sabbioso.						3			
					4,00	Argilla di colore giallastro, molto compatta.					SPT 2	9	13 18 32		
												10			

Note:

SONDAGGIO AQ_7_S 1

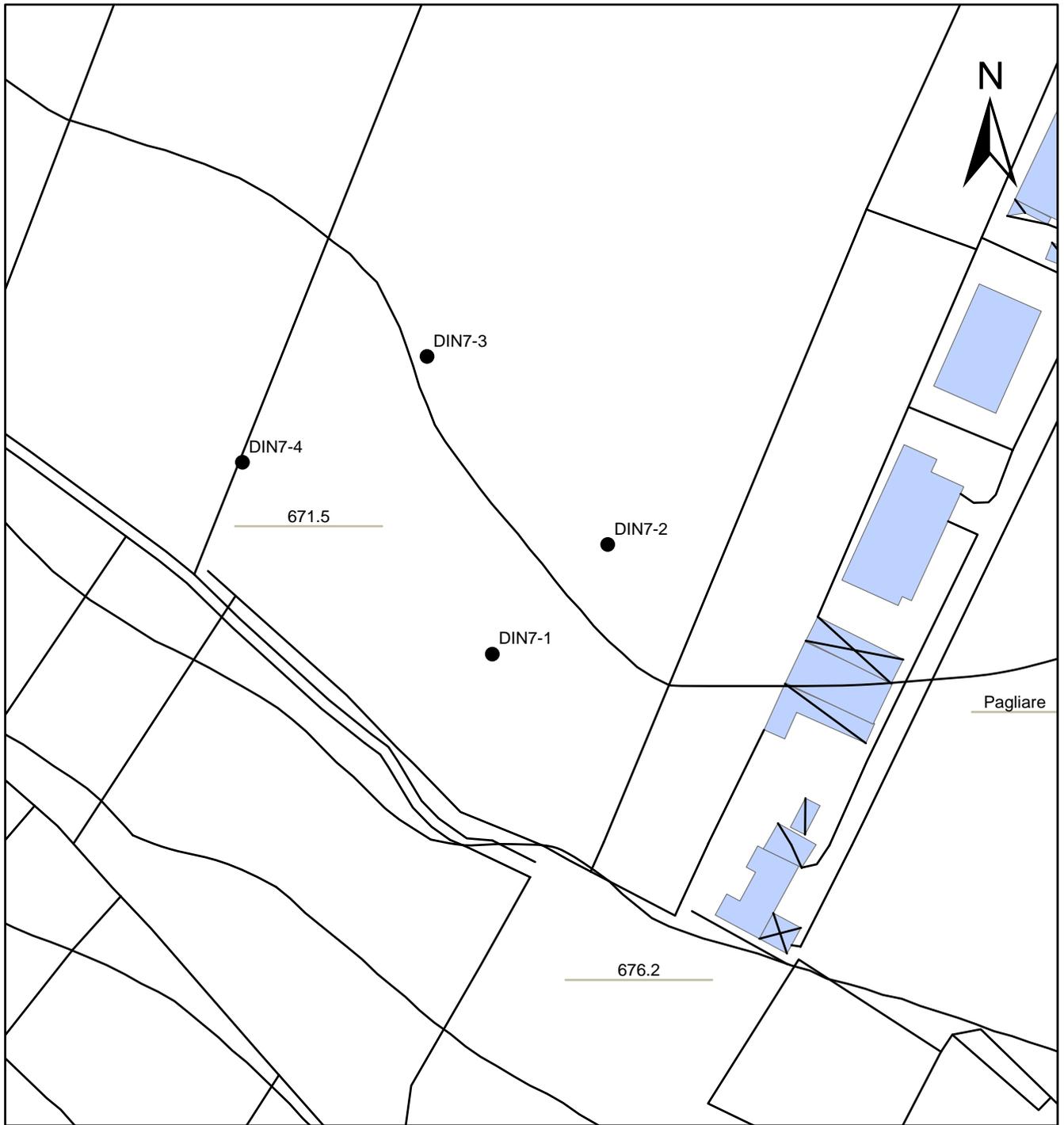
φ foro	Rivestimento	Scala 1 : 50	Prof. da p.c.	Sezione stratigrafica	Spessore (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Recupero				Pocket penetr.	Prova SPT	Scala 1 : 50	Camp. indist.	Piezometro
							20	40	60	80					
	101 mm														
	127 mm														
		10										10			
		11			4,00	Argilla di colore giallastro, molto compatta.						11			
		12	12,00									12			
		13										13			
		14										14			
		15			6,00	Limo argilloso coesivo con ciottoli di natura calcarea.						15			
		16										16			
		17										17			
		18	18,00									18			
		19										19			
		20			12,00	Limo di colore giallastro con inclusi ciottoli calcarei detritici.						20			

SONDAGGIO AQ_7_S 1

φ foro	Rivestimento	Scala 1 : 50	Prof. da p.c.	Sezione stratigrafica	Spessore (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Recupero				Pocket penetr.	Prova SPT	Scala 1 : 50	Camp. indist.	Piezometro
							20	40	60	80					
	101 mm	127 mm		[Stratigraphic section with wavy lines]	12,00	Limo di colore giallastro con inclusi ciottoli calcarei detritici.									
						Fine sondaggio									



ALL. 3 – CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE



1:1.000

Legenda

- Prove Penetrometriche

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DM-30 (60°)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	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 : DM-30 (60°)

MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,0000 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : Nspt = β_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 = δ / N

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

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	11	43,0	----	1	2,70 - 2,80	14	49,6	----	3
0,10 - 0,20	22	86,1	----	1	2,80 - 2,90	15	50,8	----	4
0,20 - 0,30	24	93,9	----	1	2,90 - 3,00	15	50,8	----	4
0,30 - 0,40	30	117,4	----	1	3,00 - 3,10	14	47,4	----	4
0,40 - 0,50	31	121,3	----	1	3,10 - 3,20	14	47,4	----	4
0,50 - 0,60	30	117,4	----	1	3,20 - 3,30	12	40,6	----	4
0,60 - 0,70	28	109,6	----	1	3,30 - 3,40	12	40,6	----	4
0,70 - 0,80	18	70,4	----	1	3,40 - 3,50	17	57,5	----	4
0,80 - 0,90	14	52,1	----	2	3,50 - 3,60	11	37,2	----	4
0,90 - 1,00	10	37,2	----	2	3,60 - 3,70	11	37,2	----	4
1,00 - 1,10	10	37,2	----	2	3,70 - 3,80	11	37,2	----	4
1,10 - 1,20	12	44,6	----	2	3,80 - 3,90	12	38,8	----	5
1,20 - 1,30	12	44,6	----	2	3,90 - 4,00	12	38,8	----	5
1,30 - 1,40	11	40,9	----	2	4,00 - 4,10	13	42,1	----	5
1,40 - 1,50	10	37,2	----	2	4,10 - 4,20	12	38,8	----	5
1,50 - 1,60	12	44,6	----	2	4,20 - 4,30	9	29,1	----	5
1,60 - 1,70	15	55,8	----	2	4,30 - 4,40	10	32,4	----	5
1,70 - 1,80	15	55,8	----	2	4,40 - 4,50	15	48,6	----	5
1,80 - 1,90	15	53,1	----	3	4,50 - 4,60	34	110,1	----	5
1,90 - 2,00	14	49,6	----	3	4,60 - 4,70	27	87,4	----	5
2,00 - 2,10	13	46,1	----	3	4,70 - 4,80	10	32,4	----	5
2,10 - 2,20	13	46,1	----	3	4,80 - 4,90	14	43,4	----	6
2,20 - 2,30	13	46,1	----	3	4,90 - 5,00	13	40,3	----	6
2,30 - 2,40	15	53,1	----	3	5,00 - 5,10	15	46,6	----	6
2,40 - 2,50	13	46,1	----	3	5,10 - 5,20	37	114,8	----	6
2,50 - 2,60	14	49,6	----	3	5,20 - 5,30	50	155,2	----	6
2,60 - 2,70	13	46,1	----	3	5,30 - 5,40	50	155,2	----	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,0000 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	7	27,4	----	1	3,50 - 3,60	14	47,4	----	4
0,10 - 0,20	25	97,8	----	1	3,60 - 3,70	13	44,0	----	4
0,20 - 0,30	21	82,2	----	1	3,70 - 3,80	10	33,8	----	4
0,30 - 0,40	22	86,1	----	1	3,80 - 3,90	14	45,3	----	5
0,40 - 0,50	24	93,9	----	1	3,90 - 4,00	15	48,6	----	5
0,50 - 0,60	20	78,3	----	1	4,00 - 4,10	14	45,3	----	5
0,60 - 0,70	23	90,0	----	1	4,10 - 4,20	15	48,6	----	5
0,70 - 0,80	23	90,0	----	1	4,20 - 4,30	14	45,3	----	5
0,80 - 0,90	23	85,5	----	2	4,30 - 4,40	14	45,3	----	5
0,90 - 1,00	13	48,3	----	2	4,40 - 4,50	13	42,1	----	5
1,00 - 1,10	13	48,3	----	2	4,50 - 4,60	14	45,3	----	5
1,10 - 1,20	7	26,0	----	2	4,60 - 4,70	12	38,8	----	5
1,20 - 1,30	7	26,0	----	2	4,70 - 4,80	14	45,3	----	5
1,30 - 1,40	8	29,8	----	2	4,80 - 4,90	14	43,4	----	6
1,40 - 1,50	6	22,3	----	2	4,90 - 5,00	13	40,3	----	6
1,50 - 1,60	4	14,9	----	2	5,00 - 5,10	13	40,3	----	6
1,60 - 1,70	4	14,9	----	2	5,10 - 5,20	14	43,4	----	6
1,70 - 1,80	6	22,3	----	2	5,20 - 5,30	14	43,4	----	6
1,80 - 1,90	6	21,3	----	3	5,30 - 5,40	14	43,4	----	6
1,90 - 2,00	6	21,3	----	3	5,40 - 5,50	14	43,4	----	6
2,00 - 2,10	7	24,8	----	3	5,50 - 5,60	15	46,6	----	6
2,10 - 2,20	7	24,8	----	3	5,60 - 5,70	18	55,9	----	6
2,20 - 2,30	9	31,9	----	3	5,70 - 5,80	21	65,2	----	6
2,30 - 2,40	11	39,0	----	3	5,80 - 5,90	22	65,6	----	7
2,40 - 2,50	12	42,5	----	3	5,90 - 6,00	20	59,6	----	7
2,50 - 2,60	16	56,7	----	3	6,00 - 6,10	21	62,6	----	7
2,60 - 2,70	14	49,6	----	3	6,10 - 6,20	36	107,3	----	7
2,70 - 2,80	15	53,1	----	3	6,20 - 6,30	30	89,4	----	7
2,80 - 2,90	16	54,1	----	4	6,30 - 6,40	30	89,4	----	7
2,90 - 3,00	15	50,8	----	4	6,40 - 6,50	30	89,4	----	7
3,00 - 3,10	16	54,1	----	4	6,50 - 6,60	32	95,4	----	7
3,10 - 3,20	12	40,6	----	4	6,60 - 6,70	33	98,3	----	7
3,20 - 3,30	15	50,8	----	4	6,70 - 6,80	45	134,1	----	7
3,30 - 3,40	13	44,0	----	4	6,80 - 6,90	48	137,6	----	8
3,40 - 3,50	14	47,4	----	4	6,90 - 7,00	50	143,3	----	8

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,0000 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	7	27,4	----	1	1,90 - 2,00	10	35,4	----	3
0,10 - 0,20	18	70,4	----	1	2,00 - 2,10	11	39,0	----	3
0,20 - 0,30	16	62,6	----	1	2,10 - 2,20	15	53,1	----	3
0,30 - 0,40	16	62,6	----	1	2,20 - 2,30	14	49,6	----	3
0,40 - 0,50	22	86,1	----	1	2,30 - 2,40	13	46,1	----	3
0,50 - 0,60	23	90,0	----	1	2,40 - 2,50	18	63,8	----	3
0,60 - 0,70	18	70,4	----	1	2,50 - 2,60	16	56,7	----	3
0,70 - 0,80	16	62,6	----	1	2,60 - 2,70	15	53,1	----	3
0,80 - 0,90	16	59,5	----	2	2,70 - 2,80	15	53,1	----	3
0,90 - 1,00	12	44,6	----	2	2,80 - 2,90	17	57,5	----	4
1,00 - 1,10	15	55,8	----	2	2,90 - 3,00	19	64,3	----	4
1,10 - 1,20	17	63,2	----	2	3,00 - 3,10	20	67,7	----	4
1,20 - 1,30	18	66,9	----	2	3,10 - 3,20	23	77,8	----	4
1,30 - 1,40	18	66,9	----	2	3,20 - 3,30	26	88,0	----	4
1,40 - 1,50	20	74,4	----	2	3,30 - 3,40	27	91,4	----	4
1,50 - 1,60	19	70,7	----	2	3,40 - 3,50	30	101,5	----	4
1,60 - 1,70	16	59,5	----	2	3,50 - 3,60	45	152,3	----	4
1,70 - 1,80	14	52,1	----	2	3,60 - 3,70	49	165,8	----	4
1,80 - 1,90	12	42,5	----	3	3,70 - 3,80	50	169,2	----	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,0000 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	19	74,3	----	1	0,90 - 1,00	9	33,5	----	2
0,10 - 0,20	17	66,5	----	1	1,00 - 1,10	12	44,6	----	2
0,20 - 0,30	16	62,6	----	1	1,10 - 1,20	15	55,8	----	2
0,30 - 0,40	16	62,6	----	1	1,20 - 1,30	16	59,5	----	2
0,40 - 0,50	15	58,7	----	1	1,30 - 1,40	18	66,9	----	2
0,50 - 0,60	10	39,1	----	1	1,40 - 1,50	19	70,7	----	2
0,60 - 0,70	11	43,0	----	1	1,50 - 1,60	29	107,9	----	2
0,70 - 0,80	12	47,0	----	1	1,60 - 1,70	48	178,5	----	2
0,80 - 0,90	10	37,2	----	2	1,70 - 1,80	50	186,0	----	2

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,0000 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

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

DIN 1

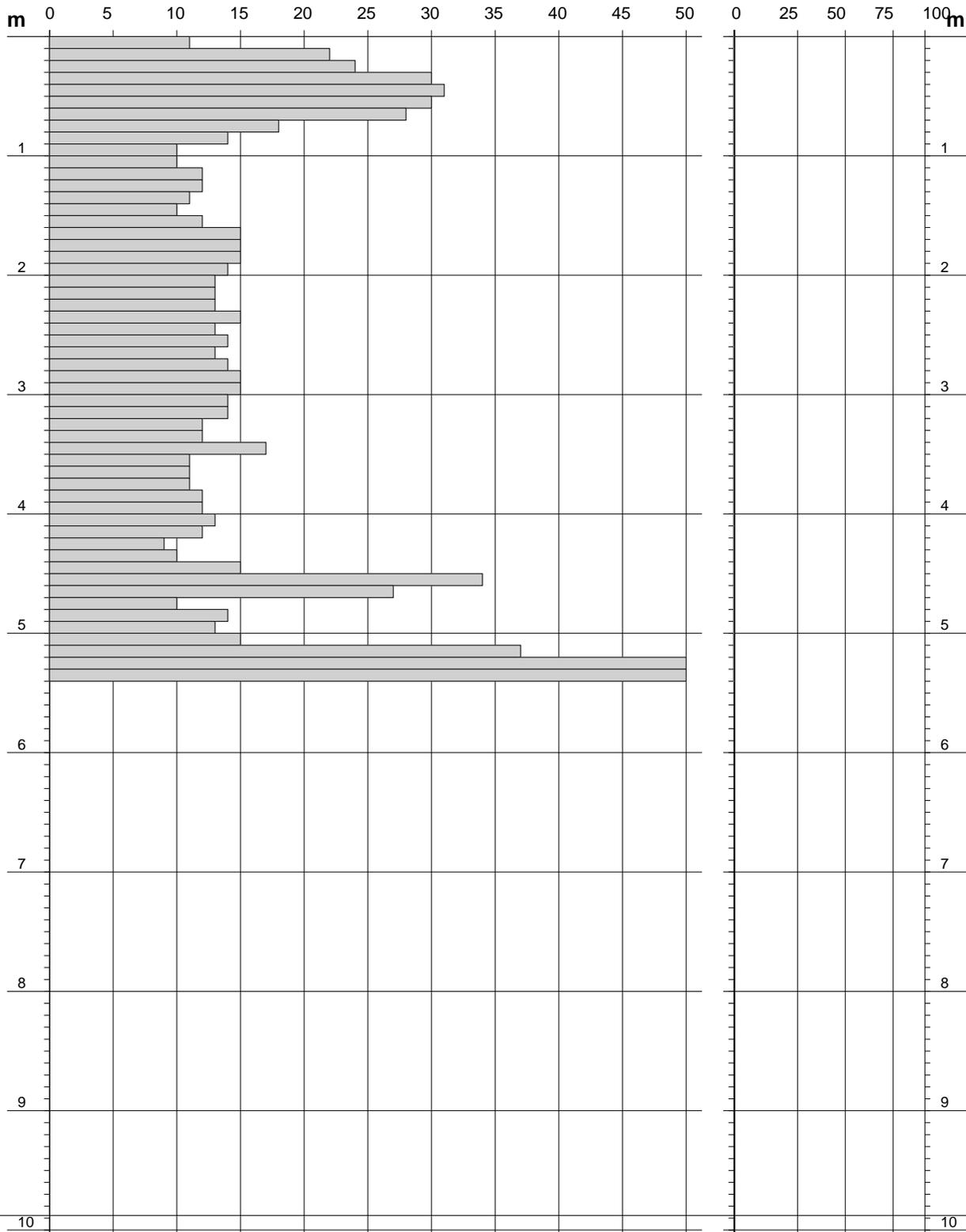
Scala 1: 50

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
 - lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
 - località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10,00$ cm Colpi Rivestimento



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO

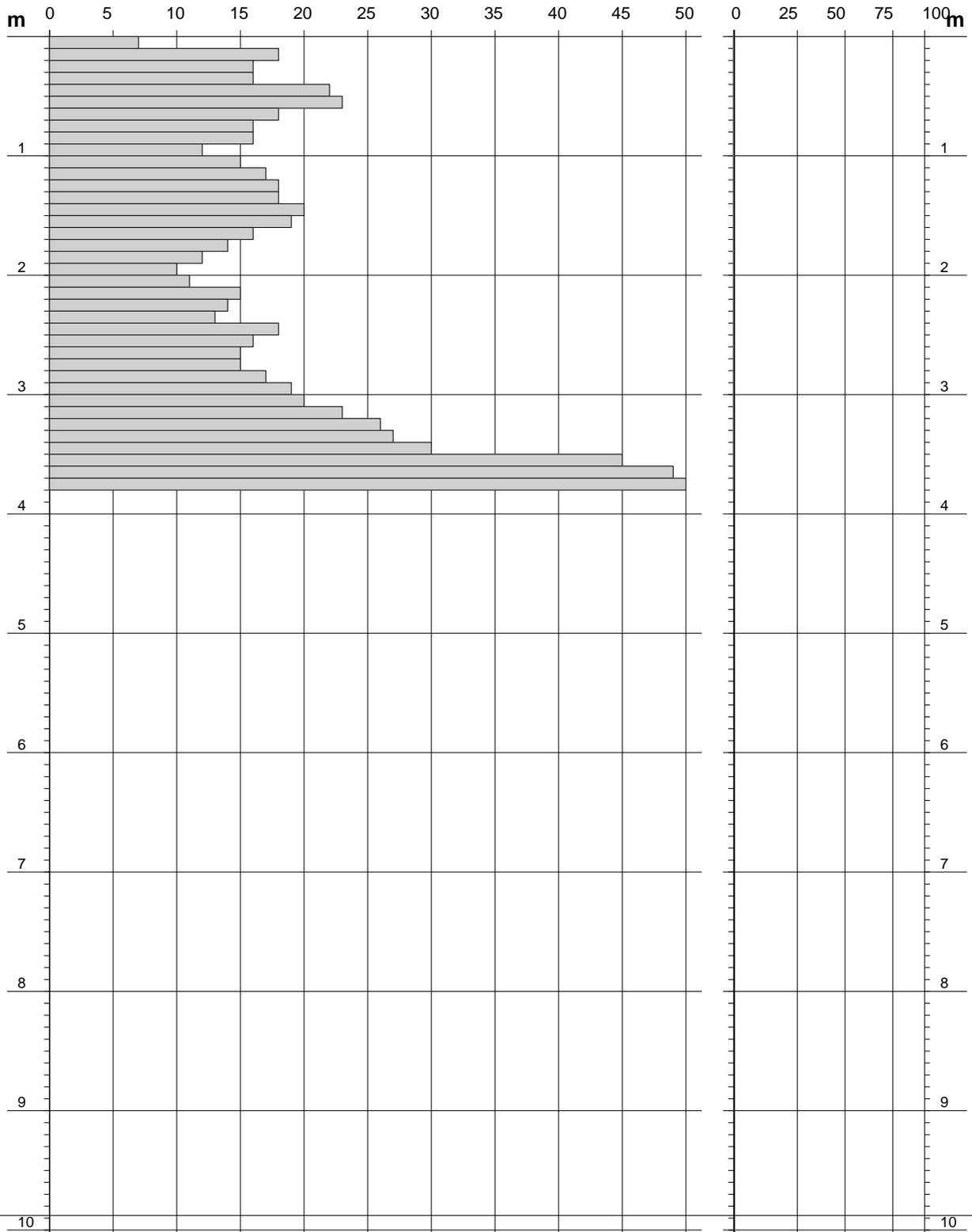
DIN 3
 Scala 1: 50

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
 - lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
 - località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10,00$ cm Colpi Rivestimento



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - RIVESTIMENTO

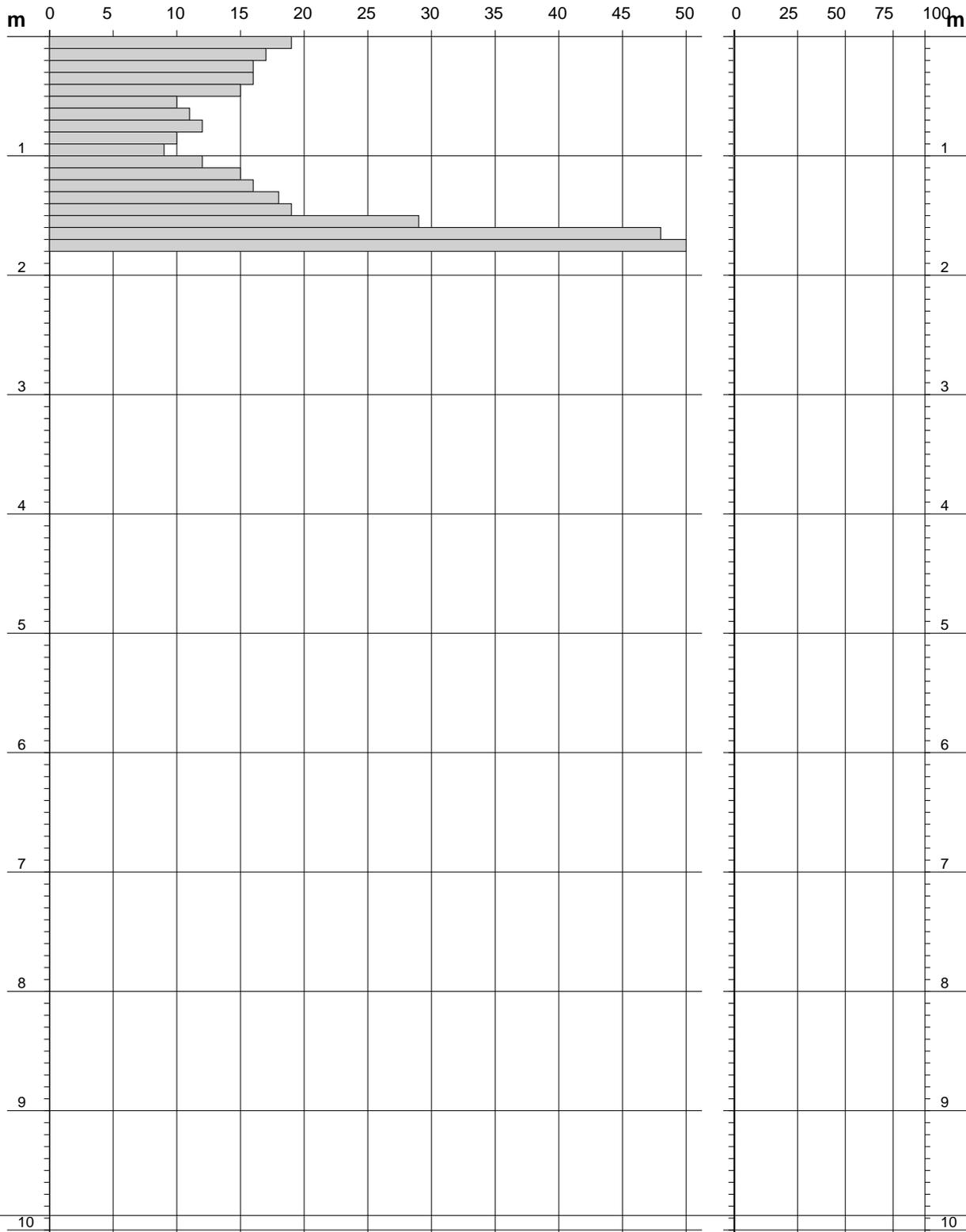
DIN 4
 Scala 1: 50

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
 - lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
 - località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10,00$ cm Colpi Rivestimento



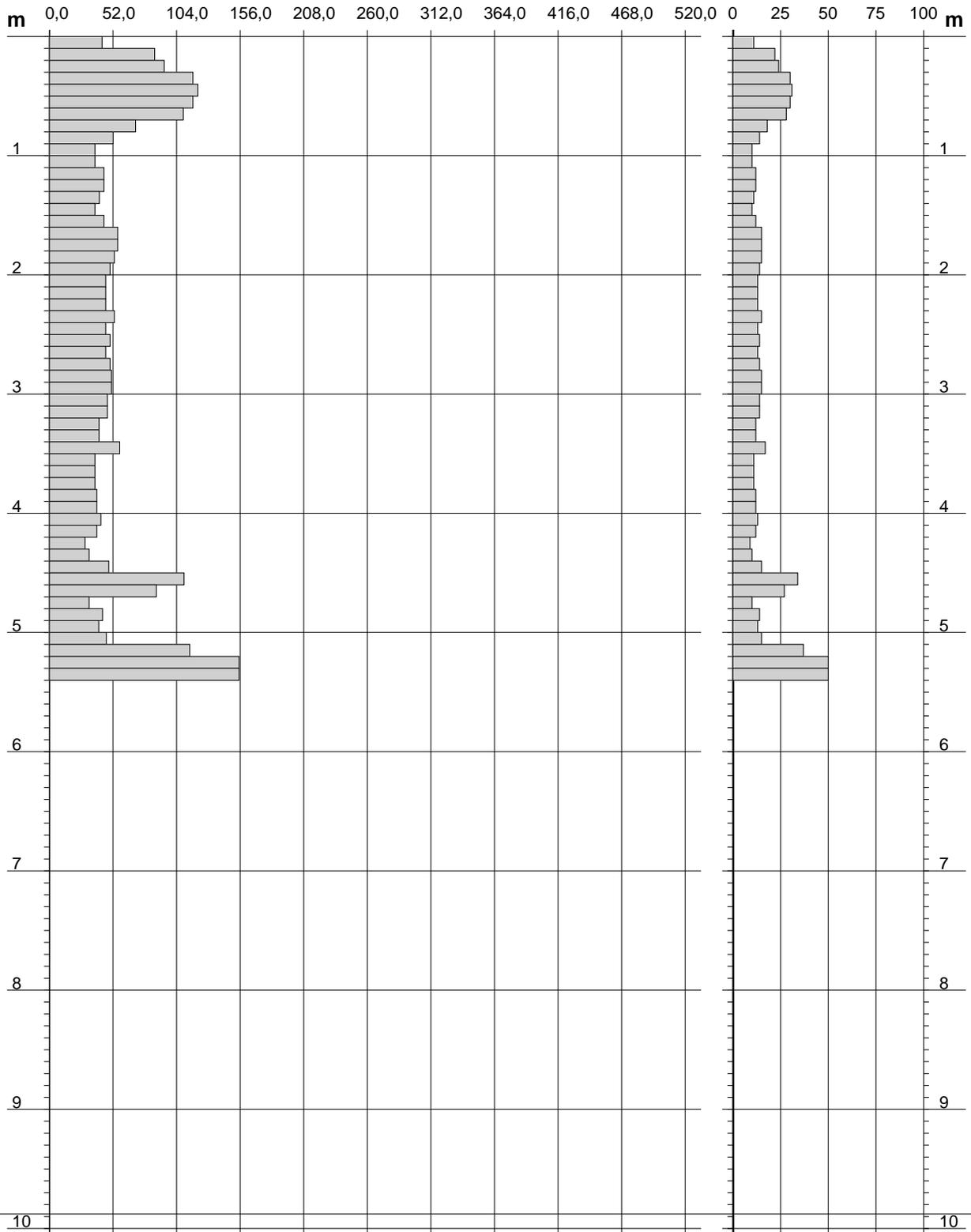
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 1
Scala 1: 50

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(10) n° colpi $\delta = 10,00$ cm



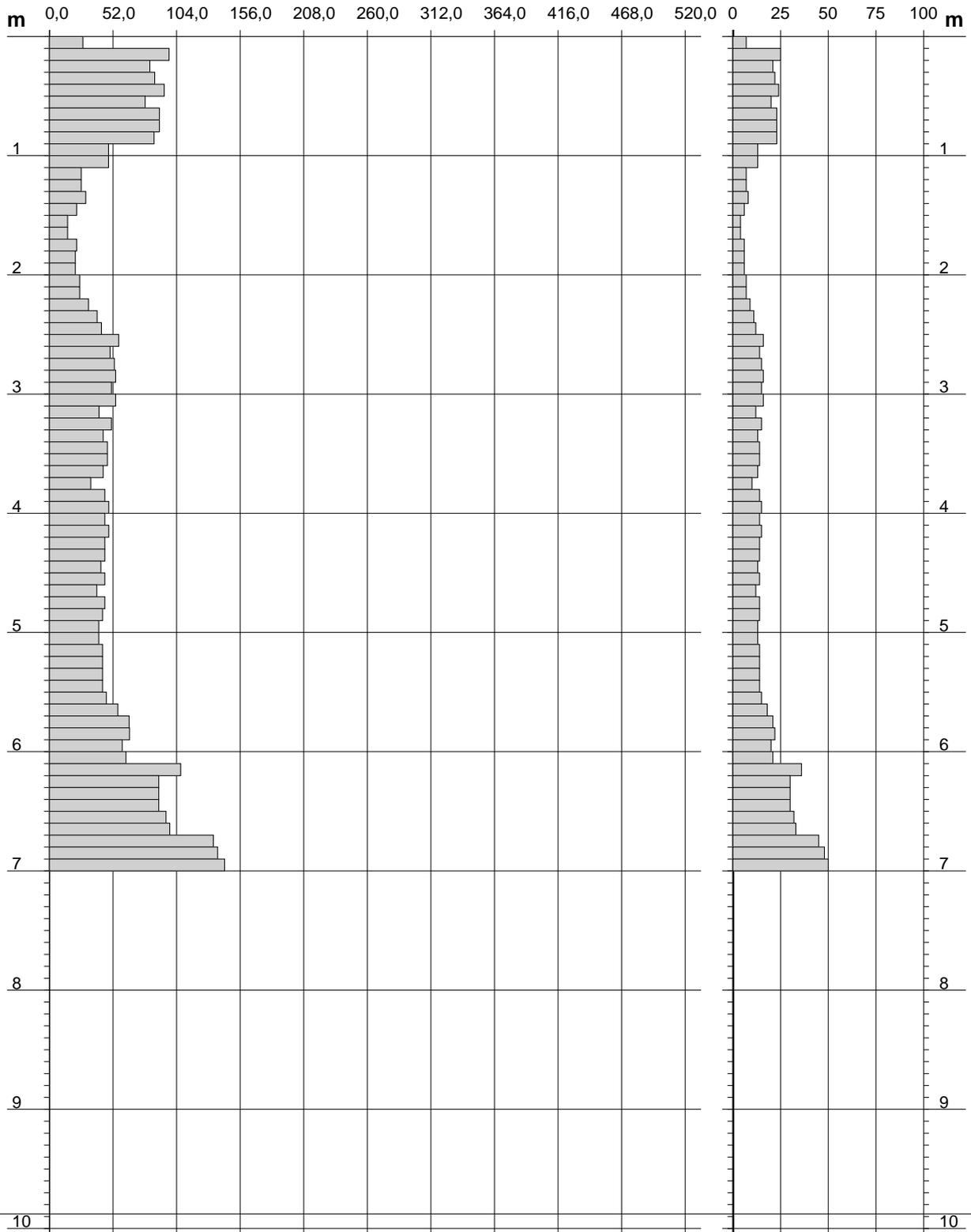
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

DIN 2
 Scala 1: 50

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
 - lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
 - località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 26/08/2009

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(10) n° colpi $\delta = 10,00$ cm



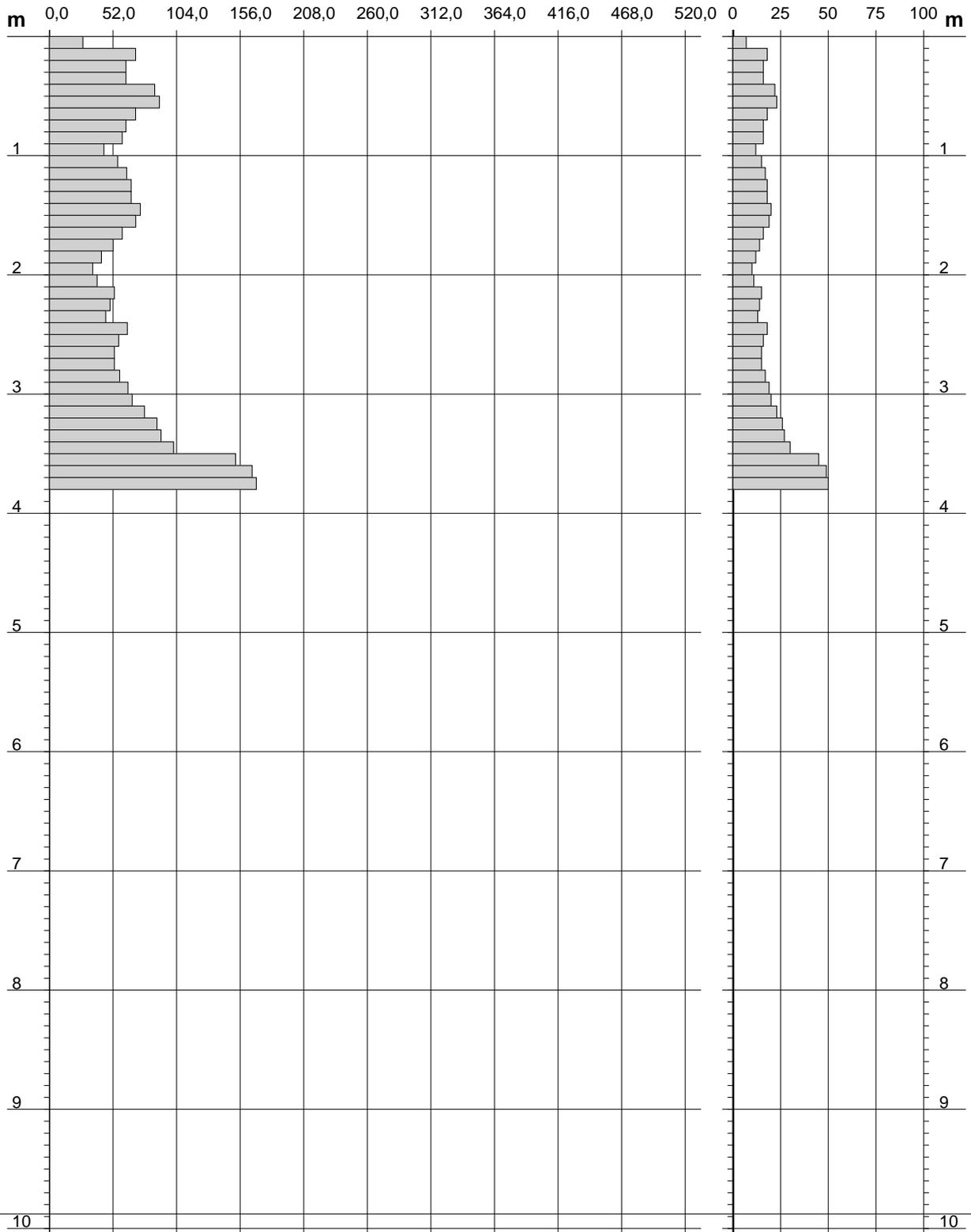
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

DIN 3
 Scala 1: 50

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
 - lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
 - località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 26/08/2009

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(10) n° colpi $\delta = 10,00$ cm



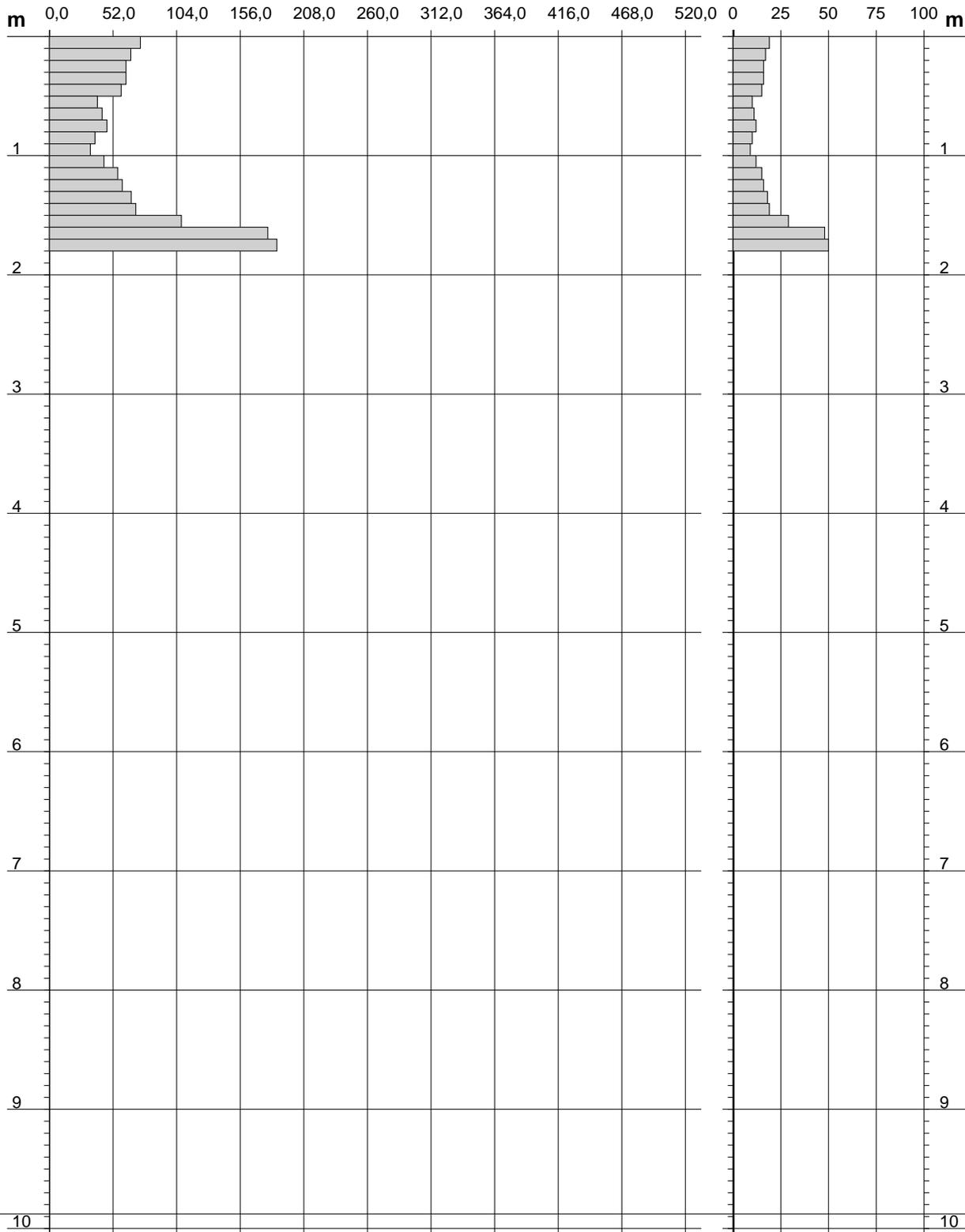
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 4
Scala 1: 50

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(10) n° colpi $\delta = 10,00$ cm



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,80	N	24,3	11	31	17,6	7,0	17,2	31,3	24	0,77	18
		Rpd	94,9	43	121	69,0	27,5	67,4	122,4			
2	0,80 5,10	N	13,6	9	34	11,3	4,3	9,4	17,9	14	0,77	11
		Rpd	46,8	29	110	38,0	13,6	33,2	60,4			
3	5,10 5,40	N	45,7	37	50	41,3	----	----	----	46	0,77	35
		Rpd	141,7	115	155	128,3	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	H	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia		
		Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat			W	e
1	0,00 0,80	18	95	112	47	32	330	1,98	1,57	1,13	2,00	26,2	0,708	4,69	Strato geotecnico 1
2	0,80 5,10	11	128	78	36	30	276	1,94	1,51	0,69	1,91	32,1	0,867	2,41	Strato geotecnico 2
3	5,10 5,40	35	174	183	70	37	461	2,08	1,73	2,19	2,20	15,4	0,415	7,13	Strato geotecnico 3

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,10	N	19,5	7	25	13,2	5,8	13,7	25,3	20	0,77	15
			Rpd	75,3	27	98	51,3	23,0	52,2	98,3			
2	1,10	2,20	N	6,2	4	8	5,1	1,3	4,9	7,4	6	0,77	5
			Rpd	22,6	15	30	18,7	4,6	18,0	27,1			
3	2,20	6,10	N	14,5	9	22	11,8	2,8	11,8	17,3	14	0,77	11
			Rpd	47,3	32	66	39,6	7,7	39,6	54,9			
4	6,10	6,70	N	31,8	30	36	30,9	2,4	29,4	34,2	32	0,77	25
			Rpd	94,9	89	107	92,1	7,2	87,7	102,0			
5	6,70	7,00	N	47,7	45	50	46,3	----	----	----	48	0,77	37
			Rpd	138,3	134	143	136,2	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	H		NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA				Q Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W			e
1	0,00	1,10	15	97	98	42	31	306	1,96	1,54	0,94	1,96	28,6	0,773	3,86	Strato geotecnico 1
2	1,10	2,20	5	100	43	18	28	229	1,88	1,41	0,31	1,83	39,3	1,061	1,10	Strato geotecnico 2
3	2,20	6,10	11	136	78	36	30	276	1,94	1,51	0,69	1,91	32,1	0,867	2,29	Strato geotecnico 3
4	6,10	6,70	25	171	143	57	34	384	2,02	1,64	1,56	2,08	21,2	0,574	4,78	Strato geotecnico 4
5	6,70	7,00	37	185	191	72	37	476	2,09	1,74	2,31	2,23	14,3	0,387	6,96	Strato geotecnico 5

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 3

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 3,50	N	17,2	7	30	12,1	4,8	12,4	22,0	17	0,77	13
		Rpd	62,5	27	102	44,9	16,4	46,1	78,8			
2	3,50 3,80	N	48,0	45	50	46,5	----	----	----	48	0,77	37
		Rpd	162,4	152	169	157,3	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	H	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA				Q	Litologia			
		Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu			Ysat	W	e
1	0,00 3,50	13	119	88	39	30	291	1,95	1,53	0,81	1,93	30,3	0,818	3,09	Strato geotecnico 1
2	3,50 3,80	37	164	191	72	37	476	2,09	1,74	2,31	2,23	14,3	0,387	8,12	Strato geotecnico 2

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 4

- committente : Protezione Civile - DICOMAC
- lavoro : Progetto scuole Comune de L'Aquila
- località : LOTTO 7

- data prova : 21/08/2009
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 26/08/2009

- note : Prova effettuata da piano scavo

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,60	N	15,3	9	29	12,1	4,9	10,3	20,2	15	0,77	11
		Rpd	58,1	34	108	45,8	18,3	39,8	76,4			
2	1,60 1,80	N	49,0	48	50	48,5	----	----	----	49	0,77	38
		Rpd	182,2	179	186	180,4	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 4

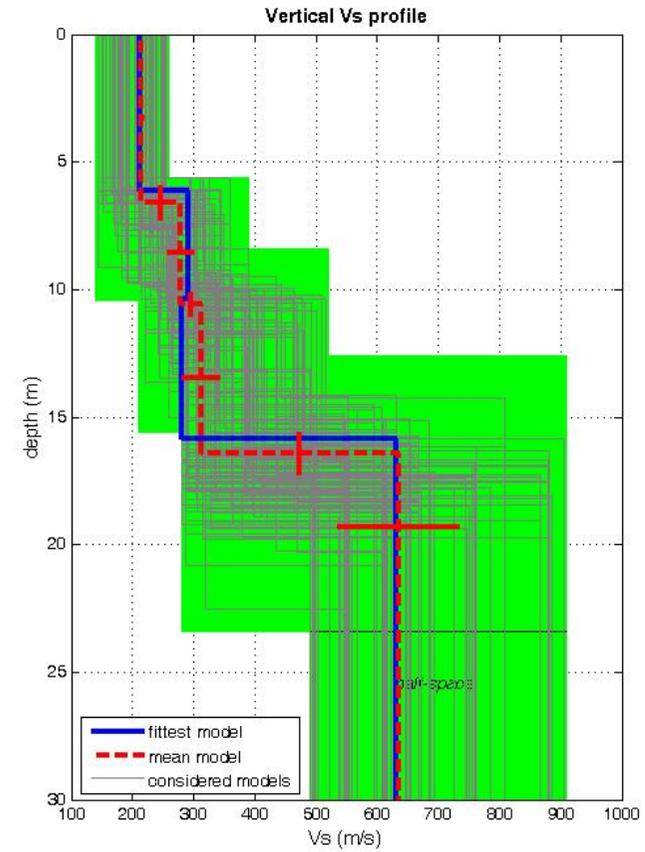
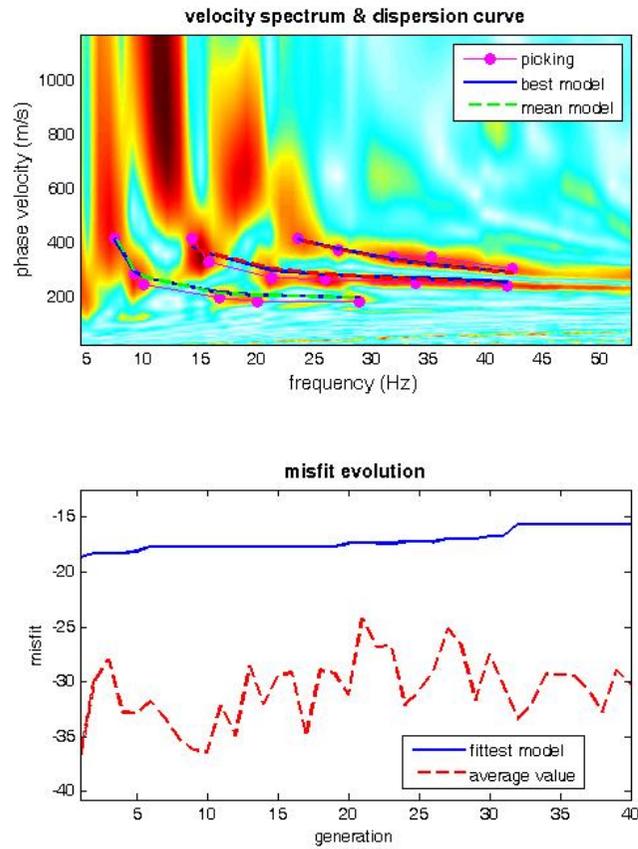
n°	H	NATURA GRANULARE								NATURA COESIVA				Q	Litologia
		Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e		
1	0,00 1,60	11	99	78	36	30	276	1,94	1,51	0,69	1,91	32,1	0,867	2,85	Strato geotecnico 1
2	1,60 1,80	38	142	195	73	38	484	2,09	1,75	2,38	2,24	13,8	0,373	9,11	Strato geotecnico 2

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972



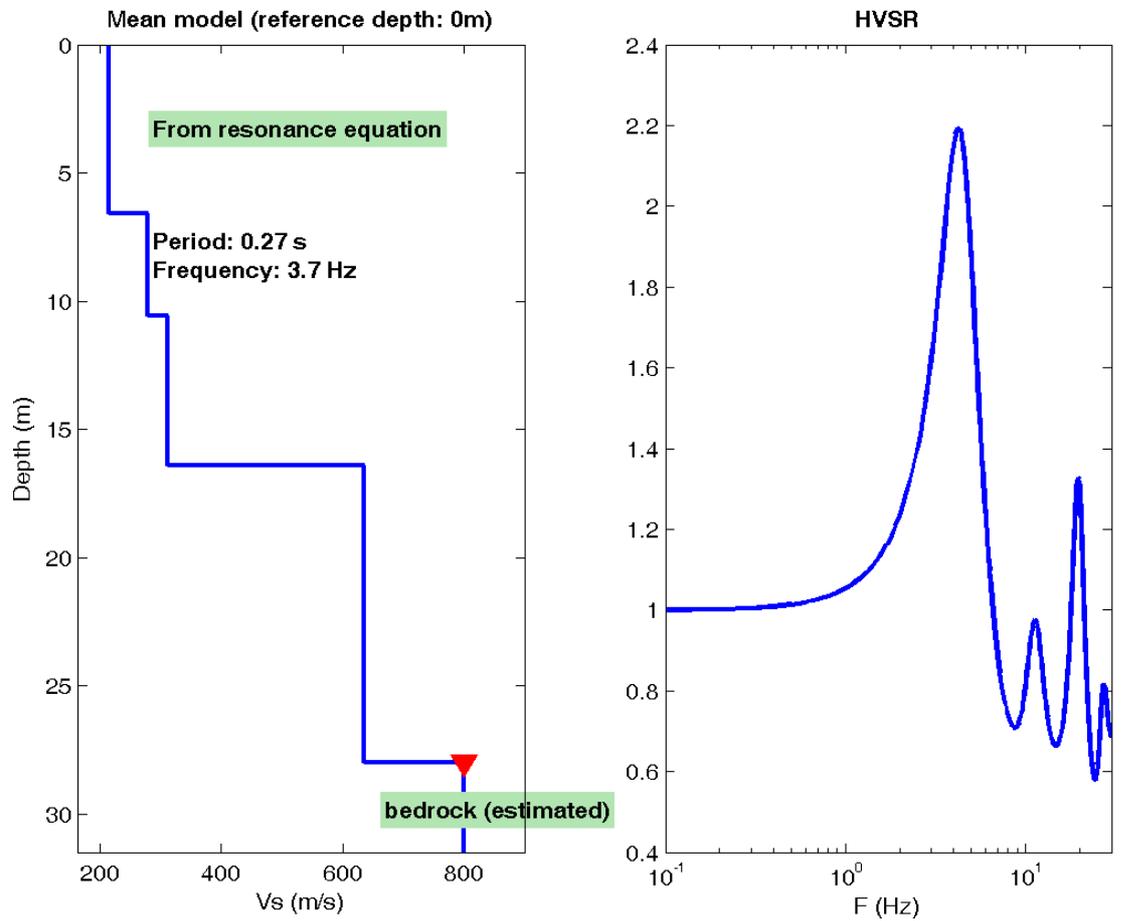
ALL. 4 – PROSPEZIONI SISMICHE MASW



dataset: aq-7-1mb.DAT
 dispersion curve: aq_7m_1b_2a.cdp
 VS30 (best model): 351 m/s
 VS30 (mean model): 352 m/s

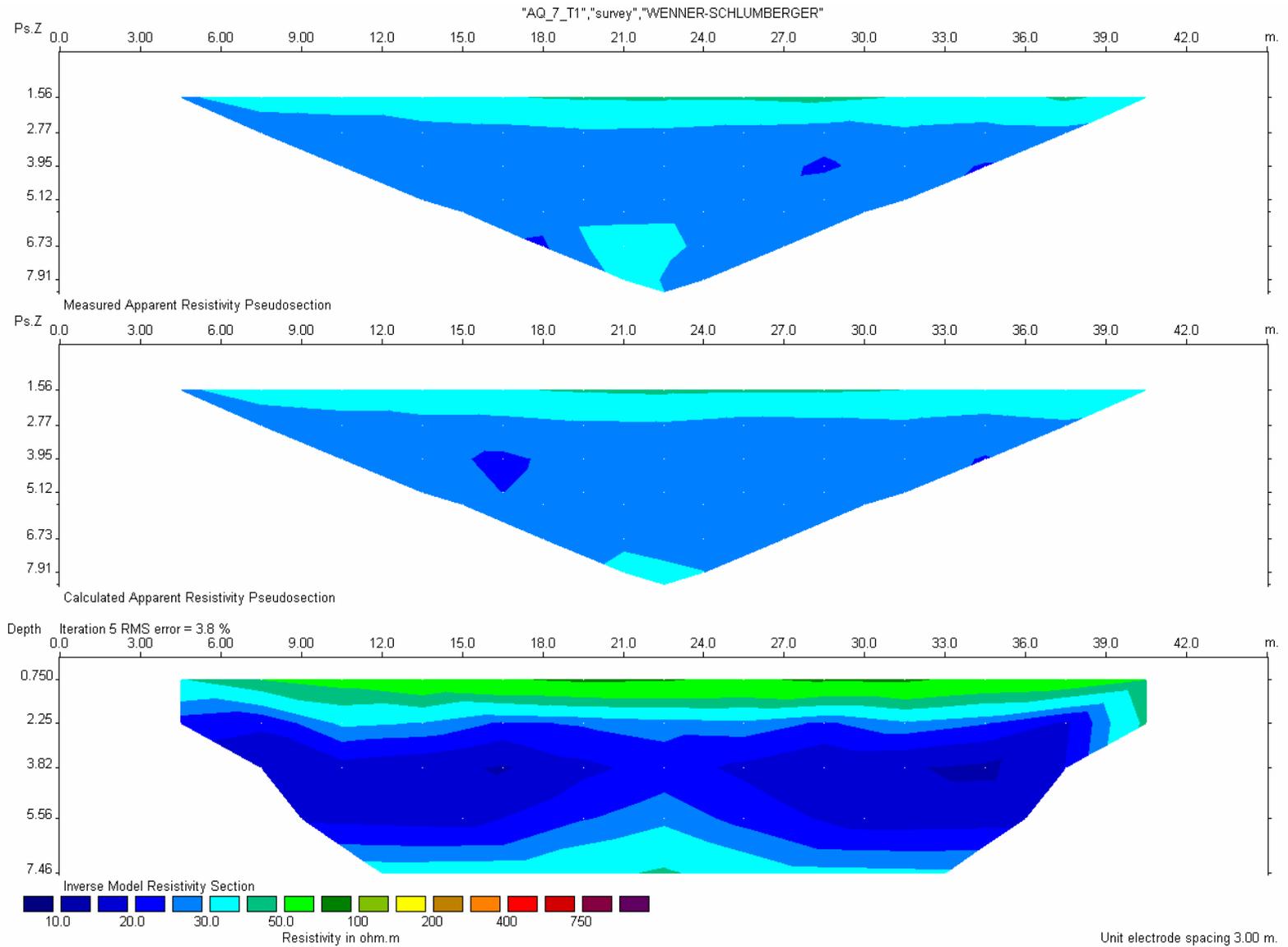
AQ_7_M1

Determinazione della frequenza di oscillazione propria di sito





ALL. 5 – SEZIONI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE





a[m]=3.0

09/08/25-16:25:31

a	b	m	n	V/I[ohm]	V[V]	I[A]	R[ohm*m]	SP[V]	NV	NI	
1	4	2	3	1.54e+00	7.677e-01	0.498014	2.906e+01	0.089	1.02e-03	4.42e-03	
2	5	3	4	1.76e+00	8.773e-01	0.498275	3.319e+01	-0.288	1.13e-03	1.45e-03	
3	6	4	5	1.81e+00	8.920e-01	0.492593	3.413e+01	0.108	9.57e-04	9.66e-03	
4	7	5	6	2.06e+00	9.675e-01	0.468757	3.890e+01	-0.034	1.23e-03	2.82e-02	
5	8	6	7	2.10e+00	1.045e+00	0.497056	3.964e+01	-0.090	1.14e-03	1.77e-03	
6	9	7	8	2.17e+00	1.085e+00	0.499262	4.097e+01	0.002	2.09e-03	1.04e-02	
7	10	8	9	2.18e+00	1.028e+00	0.470565	4.117e+01	-0.152	2.07e-03	3.22e-03	
8	11	9	10	2.18e+00	1.063e+00	0.487244	4.113e+01	0.041	3.16e-03	8.56e-03	
9	12	10	11	2.25e+00	1.116e+00	0.495407	4.247e+01	-0.068	1.33e-03	1.64e-03	
10	13	11	12	2.08e+00	1.015e+00	0.488359	3.918e+01	-0.025	1.57e-03	2.98e-03	
11	14	12	13	1.92e+00	9.079e-01	0.473026	3.618e+01	-0.178	7.93e-04	9.44e-03	
12	15	13	14	2.19e+00	1.078e+00	0.492282	4.129e+01	-0.098	1.03e-03	5.28e-03	
13	16	14	15	1.93e+00	8.889e-01	0.460249	3.640e+01	-0.068	1.24e-03	3.22e-03	
1	6	3	4	4.56e-01	2.178e-01	0.477362	2.580e+01	-0.026	7.89e-04	1.33e-02	
2	7	4	5	4.66e-01	2.321e-01	0.497796	2.636e+01	0.063	6.49e-04	3.96e-03	
3	8	5	6	4.65e-01	2.309e-01	0.496487	2.630e+01	-0.069	6.18e-04	3.02e-03	
4	9	6	7	4.82e-01	2.390e-01	0.496159	2.724e+01	-0.023	9.14e-04	4.44e-03	
5	10	7	8	5.09e-01	2.416e-01	0.474941	2.877e+01	0.044	8.12e-04	2.26e-02	
6	11	8	9	5.03e-01	2.328e-01	0.462724	2.845e+01	-0.123	7.90e-04	4.21e-03	
7	12	9	10	4.81e-01	2.298e-01	0.477385	2.722e+01	0.046	7.87e-04	2.44e-02	
8	13	10	11	4.65e-01	2.161e-01	0.464469	2.631e+01	-0.047	7.59e-04	1.02e-02	
9	14	11	12	5.02e-01	2.338e-01	0.465885	2.838e+01	0.027	1.10e-03	1.10e-02	
10	15	12	13	4.84e-01	2.422e-01	0.500395	2.737e+01	-0.136	7.66e-04	1.42e-03	
11	16	13	14	4.89e-01	2.036e-01	0.416670	2.763e+01	-0.063	6.83e-04	2.65e-03	



1	8	4	5	2.33e-01	1.098e-01	0.471069	2.636e+01	0.047	7.48e-04	1.06e-02
2	9	5	6	2.23e-01	1.116e-01	0.499403	2.527e+01	0.013	5.65e-04	4.94e-03
3	10	6	7	2.23e-01	1.111e-01	0.498765	2.519e+01	-0.012	7.97e-04	4.53e-03
4	11	7	8	2.26e-01	1.127e-01	0.498946	2.555e+01	0.000	7.13e-04	3.05e-03
5	12	8	9	2.38e-01	1.190e-01	0.500245	2.691e+01	-0.105	5.38e-04	1.17e-03
6	13	9	10	2.36e-01	1.083e-01	0.458634	2.670e+01	0.041	8.72e-04	1.99e-02
7	14	10	11	2.16e-01	9.852e-02	0.455885	2.444e+01	-0.032	1.39e-03	1.45e-02
8	15	11	12	2.40e-01	1.201e-01	0.500949	2.712e+01	0.024	7.89e-04	1.31e-03
9	16	12	13	2.18e-01	9.902e-02	0.453301	2.471e+01	-0.153	7.06e-04	1.30e-02
1	10	5	6	1.42e-01	6.678e-02	0.471074	2.672e+01	0.018	6.97e-04	9.74e-03
2	11	6	7	1.33e-01	6.677e-02	0.500252	2.516e+01	-0.011	9.05e-04	2.37e-03
3	12	7	8	1.40e-01	7.032e-02	0.501133	2.645e+01	0.174	7.86e-04	3.48e-03
4	13	8	9	1.42e-01	7.106e-02	0.502131	2.668e+01	-0.077	9.27e-04	3.37e-03
5	14	9	10	1.40e-01	7.010e-02	0.500055	2.642e+01	-0.187	8.89e-04	1.61e-03
6	15	10	11	1.44e-01	7.202e-02	0.501469	2.707e+01	-0.069	6.81e-04	1.27e-03
7	16	11	12	1.38e-01	6.175e-02	0.446855	2.605e+01	0.112	8.05e-04	1.46e-02
1	11	5	7	2.38e-01	1.233e-01	0.518607	2.689e+01	0.108	1.06e-03	8.05e-03
2	12	6	8	2.33e-01	1.173e-01	0.502475	2.640e+01	0.010	5.18e-04	1.38e-03
3	13	7	9	2.41e-01	1.213e-01	0.502284	2.731e+01	-0.059	7.81e-04	1.74e-03
4	14	8	10	2.42e-01	1.206e-01	0.498102	2.737e+01	-0.180	8.32e-04	6.34e-03
5	15	9	11	2.41e-01	1.208e-01	0.500811	2.727e+01	-0.201	5.32e-04	5.80e-03
6	16	10	12	2.23e-01	1.093e-01	0.490536	2.519e+01	0.026	9.46e-04	9.35e-03
1	13	6	8	1.48e-01	7.703e-02	0.520748	2.440e+01	-0.138	8.09e-04	4.43e-03
2	14	7	9	2.13e-01	1.063e-01	0.499457	3.512e+01	-0.006	5.97e-04	2.94e-03
3	15	8	10	1.74e-01	8.752e-02	0.502540	2.873e+01	-0.144	5.40e-04	1.06e-03
4	16	9	11	1.62e-01	8.123e-02	0.502063	2.668e+01	-0.124	7.12e-04	1.91e-03
1	15	7	9	1.41e-01	7.067e-02	0.502628	3.180e+01	0.001	9.72e-04	1.16e-03
2	16	8	10	1.23e-01	6.202e-02	0.502743	2.790e+01	-0.130	6.04e-04	4.47e-03
1	16	7	10	1.77e-01	8.913e-02	0.504683	2.996e+01	-0.047	1.03e-03	2.39e-03



ALL. 6 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prospezioni geoelettriche tomografiche AQ_7_T1
Prospezioni sismiche MASW AQ_7_M1



Prove penetrometriche dinamiche DIN7