

Infrastrutture Lombarde spa

Indagine di vulnerabilità strutturale alle azioni sismiche del nuovo Ospedale S. Gerardo di Monza

Allegato 2 : Relazione Prove Sperimentali - Geotecnica



Engineering Consulting & Structural Design

Via Goldoni, 22 - 20129 Milano

C.F. & P.IVA: 05961930962

ECSD S.R.L.

Via Goldoni, 22 - 20129 Milano

IL DIRETTORE TECNICO

Prof. Franco Mola



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DALLA MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 3470 DEL 3.5.83 (L. 1038/71 ART. 29) E SUCCESSIVE
PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGNAMI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

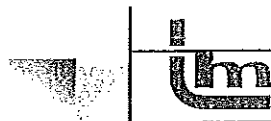
Via A. Pitentino, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712- Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F.e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 I.V.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

RISULTATI SPERIMENTALI TABELLE RIASSUNTIVE

STRUTTURE: PILASTRI IN CLS



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

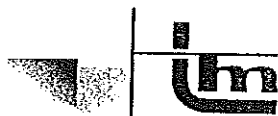
AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N°23470 DEL 3.5.83 (L.1035/71 ART. 20) E SUCCESSIVE
PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712- Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F.e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

CONTROLLO CALCESTRUZZI					LOCALITÀ: MONZA	
TABELLE RIASSUNTIVE					OSPEDALE SAN GERARDO	
METODO MICROSI-MICO (ULTRASUONI+DUREZZA SUPERFICIALE)					TECNICI RILEVATORI:	
TABELLE DATI					DR. MASSIMILIANO LA PORTA DR. ING. MANUEL CARSAÑA DR. GIULIO RADIVO	
ZONA	PIANO	ELEMENTO STRUTTURALE	Velocità m/sec	Resistenza SONREB Rs kg/cm ²	Resistenza SONREB Rs N/mm ²	COMPRESSIONE CAROTAGGIO N/mm ²
1	10	PILASTRO 82	3543	219	21.5	
2	10	PILASTRO 74	3453	196	19.2	
3	10	SETTO 70	3425	192	18.8	
4	10	PILASTRO 68	3162	119	11.7	
5	10	SETTO 77	3202	146	14.4	
6	8	SETTO 77	3335	177	17.3	
7	8	PILASTRO 82	3392	144	14.1	
8	8	PILASTRO 74	3453	148	14.5	15.5
9	8	SETTO 70	3629	156	15.3	10.6
10	8	PILASTRO 68	3351	139	13.6	
11	6	SETTO 77	3119	137	13.4	
12	6	PILASTRO 82	3027	103	10.1	
13	6	PILASTRO 74	3376	152	14.9	
14	6	SETTO 70	3462	166	16.3	
15	6	PILASTRO 68	3326	154	15.1	
16	4	SETTO 77	3382	155	15.2	
17	4	PILASTRO 82	3792	208	20.4	
18	4	PILASTRO 74	3610	193	18.9	18.6
19	4	SETTO 70	3554	161	15.8	14.9
20	4	PILASTRO 68	3419	140	13.7	
21	2	SETTO 77	3483	154	15.1	
22	2	PILASTRO 82	3620	186	18.3	
23	2	PILASTRO 74	3436	150	14.8	
24	2	SETTO 70	3293	144	14.1	
25	2	PILASTRO 68	3553	177	17.4	
26	0	SETTO 77	4091	234	22.9	
27	0	PILASTRO 82	3735	234	23.0	
28	0	PILASTRO 74	3766	179	17.6	
29	0	SETTO 70	3533	206	20.2	22.1
30	0	PILASTRO 68	3787	283	27.7	



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 1493470 DEL 3.5.83 (L.1084/71 ART. 20) E SUCCESSIVE
PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712- Fax 0376.293042
e-mail: info@labcman.com

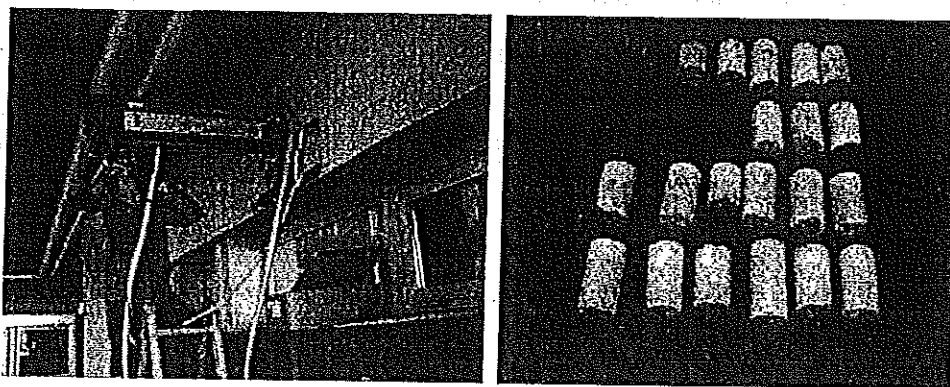
C.F.e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

1. STRUTTURE - PRELIEVO CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO

Per effettuare le prove di laboratorio richieste, sono stati prelevati n°20 provini cilindrici di calcestruzzo (carote).

Le carote sono state estratte in orizzontale e sono state sottoposte a prova di carbonatazione. I provini sono stati quindi classificati, riposti in buste sigillate e trasferiti in laboratorio per le indagini successive.

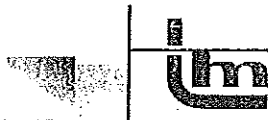


Carotaggio meccanico con prelievo campione cilindrico, campioni di carote estratte

I provini sono stati sottoposti a prove di schiacciamento secondo le prescrizioni normative, previa spianatura delle superfici stesse mediante cappatura.

La resistenza cubica a compressione del calcestruzzo R_c è equiparata alla rottura del provino cilindrico con rapporto altezza/diametro (h/Φ) uguale a 1.

In allegato vengono riportati i risultati sperimentali sotto forma di certificati.



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 1723470 DEL 3.5.83 (L. 1025/71 ART. 20) E SUCCESSIVE
PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

2. SONDAGGI GEOTECNICI - INDAGINI PRELIMINARI

Come richiesto dalla Direzione Lavori sono stati eseguiti n.3 sondaggi verticali a carotaggio continuo, di cui uno fino alla profondità di 30m e due a 20m con esecuzione di prove SPT ogni 5m.

Nelle stesse zone di indagine sono state effettuate anche prove SCPT e nella zona S3 una prova di Down hole sismico.

In fase preliminare è stata eseguita un'indagine GPR per individuare le zone idonee all'esecuzione dei sondaggi.

La fase di acquisizione dati è stata preceduta da alcuni test di taratura, e dalla scelta del trasduttore.

Dati gli spessori da indagare si è optato per un'acquisizione a media frequenza (200 MHz).

Nella planimetria seguente vengono riportate le posizioni scelte per l'esecuzione dei sondaggi.

Individuate le tre possibili zone di sondaggio sono stati eseguiti altrettanti scavi di ispezione spinti sino alla profondità di due metri dal piano campagna per segnalare l'assenza di sottoservizi o canalizzazioni nelle immediate vicinanze.



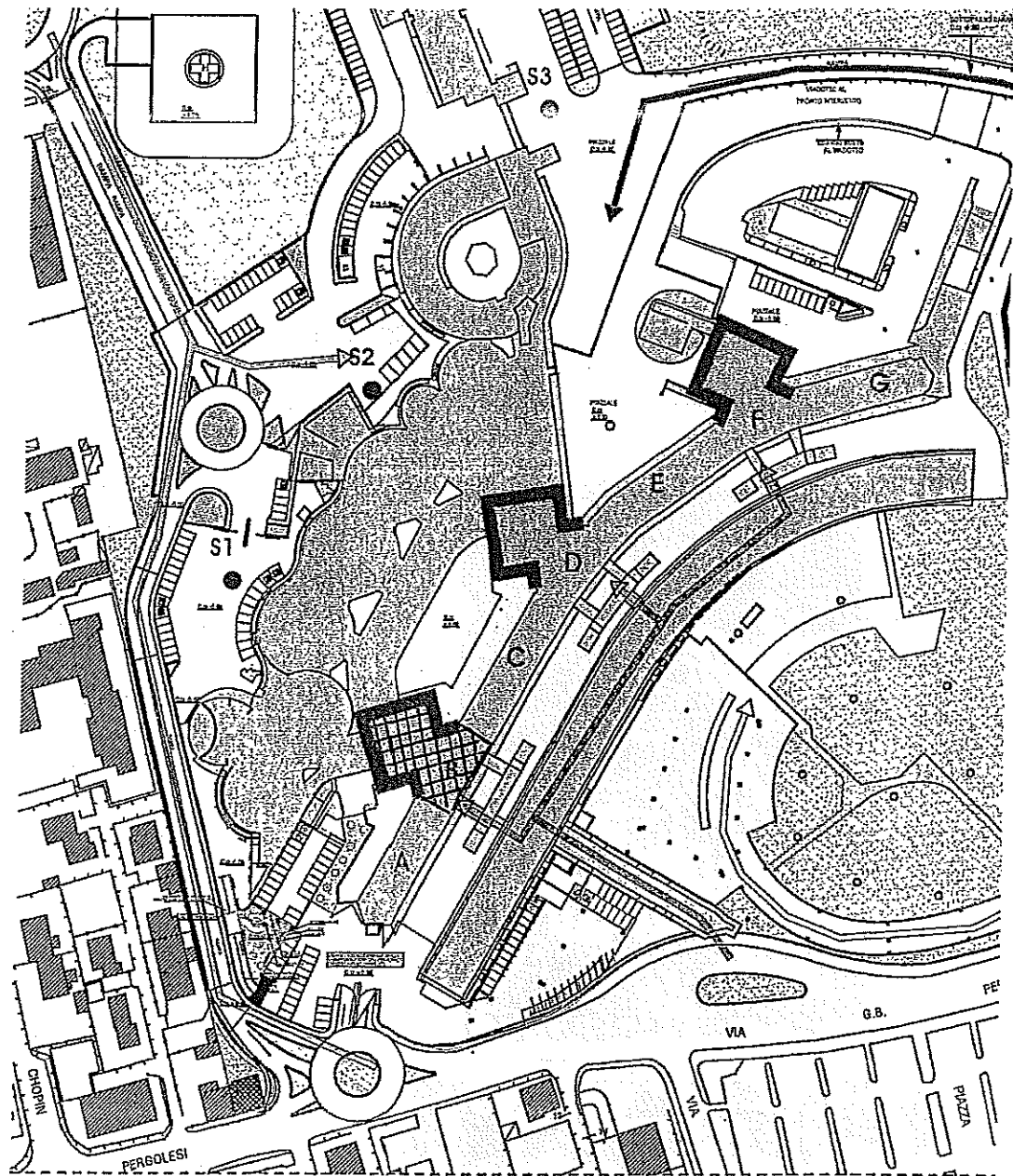
L.T.M. Laboratorio Tecnologico Martovano s.r.l.

ATTIVITÀ DI INGEGNERIA, ARCHITETTURA, PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI OPERE DI INFRASTRUTTURA, EDILIZIA, AGRICOLTURA, INDUSTRIA, ENERGIA, AMBIENTE, TRASporti, SERVIZI, ATTIVITÀ DI INGEGNERIA, ARCHITETTURA, PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI OPERE DI INFRASTRUTTURA, EDILIZIA, AGRICOLTURA, INDUSTRIA, ENERGIA, AMBIENTE, TRASporti, SERVIZI.

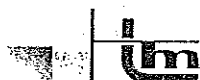
Via A. Piantino, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.251042
e-mail: info@l.t.m.it

C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 L.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



Ubicazione sondaggi geotecnici



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 8/2004 DEL 3.5.03 (L. 3365/01 ART. 29) E SUCCESSIVE
PRODIGE ED ACCREDITAMENTO PER I SETTORI: LEGGERIA IDRAULICA, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

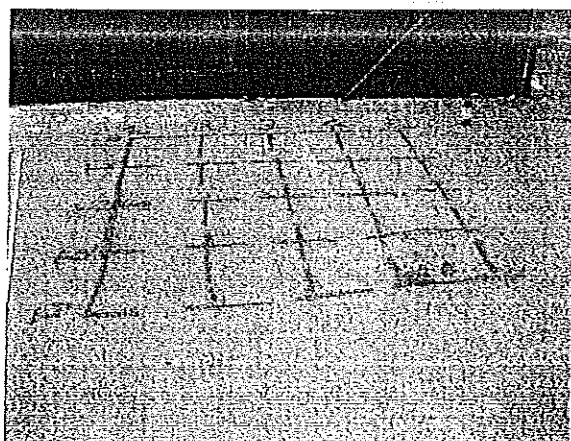
Via A. Pizzardi, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 I.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



Fase del rilievo GPR a media frequenza



Mappatura completa della zona d'indagine



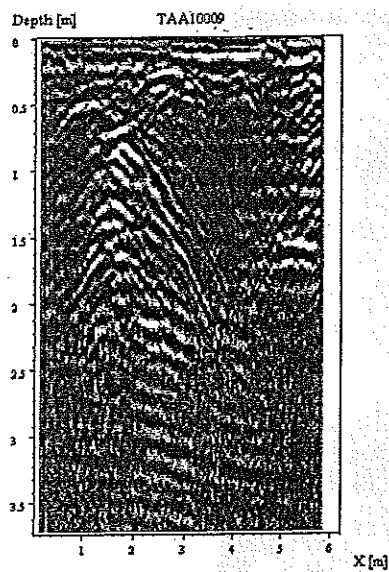
L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N°23/09 DEL 3.5.03 (L. 18/4/71 ART. 29 E SUCCESSIVE)
FOTOGRAPHE ED ASSICURAMENTI PER I SETTORI: LAVORI PUBBLICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ALCALI

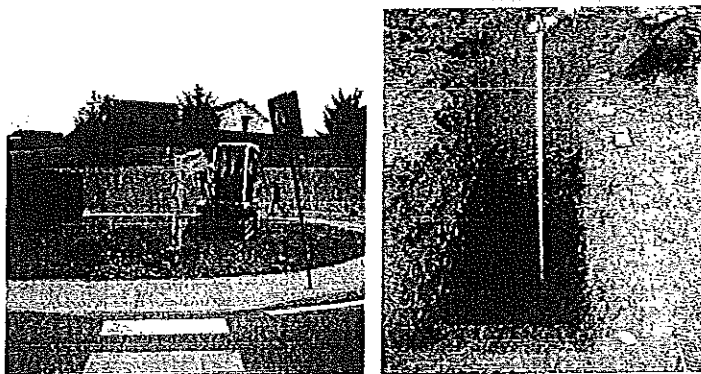
Via A. Pitagora, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 Kv.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

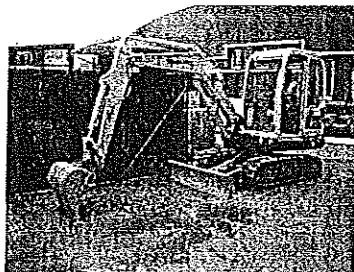
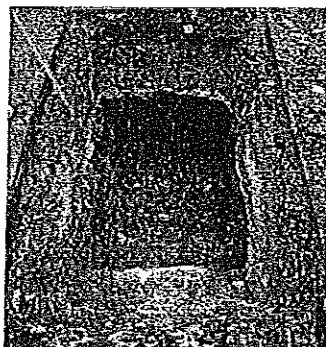


Radargramma zona di indagine S2



Scavo in prossimità del sondaggio n.1

PROT. N. 1212B/08



Scavo in prossimità del sondaggio n.2



Scavo in prossimità del sondaggio n.3

PROT. N. 1212B/08

3. SONDAGGI GEOTECNICI - RISULTATI SPERIMENTALI

PREMESSA

Su incarico e per conto del Committente sono state realizzate indagini geognostiche in sito con lo scopo di fare una valutazione litologica, una ricostruzione stratigrafica di dettaglio e un'analisi sismica sui terreni, per definire la vulnerabilità del Complesso Ospedaliero San Gerardo di Monza ubicato in Via Pergolesi n. 33.

Le indagini geognostiche eseguite sono:

- tre sondaggi a rotazione e carotaggio continuo realizzati dal 20/10/2008 al 27/10/2008, due spinti alla profondità di - 20 m, uno alla quota di - 30.00 m attrezzato con tubo per prova Down Hole in foro,
- prove penetrometriche dinamiche in foro tipo SPT durante l'esecuzione dei sondaggi
- prove penetrometriche dinamiche con penetrometro pesante tipo SCPT in data 20/10/2008 e 21/10/2008
- analisi sismica mediante prova in foro Down Hole realizzata dallo studio EEG di Milano in data 03/11/2008

I sondaggi geognostici e le prove penetrometriche dinamiche sia SPT che SCPT sono state eseguite dal Laboratorio di Prove Geotecniche in sito GEOPROGETTI S.a.s. di Medolla, concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (in base alla Circolare n. 349/STC del 16.12.1999, con riferimento all'art. 4 comma 2 e all'art. 17 del D.L. n. 165 del 30.03.2001 e all'art. 59 del D.P.R. 6.6.2001 n. 380) a svolgere attività di prova e certificazione per prove geotecniche in sito con Decreto n. 54420 del 27/01/2006.

Tutte le indagini sono state seguite, controllate e visionate in corso d'opera dal Dott. Geol. Paolo Cestari.

I certificati di prova sono allegati alla relazione, All. n. 1 e all. n. 2



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 4/23/01 DEL 3.5.01 (L. 128/01 ART. 20) E SUCCESSIVE
MODIFICHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGNAMI, EDILIZIA, CALCESTRUZZI, LATOGESITI ACQUA

Via A. Rizzardi, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@lbttecnico.com

C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 Lt.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

SONDAGGI GEOGNOSTICI

I sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo sono stati realizzati con sonda MUSTANG A 65 ATLAS COPCO 6x6 installata su autoveicolo per uso speciale FIAT 260 PAC 26 (6X6) Targato RE 701910 con capacità di perforazione oltre i 50 metri di profondità.

Durante l'esecuzione di una perforazione è necessario assicurare la stabilità delle pareti e del fondo del foro e il minimo disturbo del terreno.

Perforazioni poco profonde al di sopra del livello della falda, in terre coerenti o in rocce possono essere stabili senza ricorso a particolare cautela; in tutti gli altri casi è indispensabile ricorrere ad adeguati metodi di stabilizzazione.

La stabilizzazione si ottiene con tubi di rivestimento provvisorio che segue l'avanzamento dell'utensile di perforazione, il diametro e il tipo di rivestimento vengono indicati nella scheda tecnica del sondaggio.

Le perforazioni n. 1 e n.2 sono state realizzate a rotazione con carotieri semplici del diametro $\phi = 101$ mm. e rivestimento del diametro $\phi = 113$ mm.

La perforazione n. 3 è stata realizzata a rotazione con carotiere semplice del diametro $\phi = 116$ mm e rivestimento provvisorio del diametro $\phi = 128$ mm.

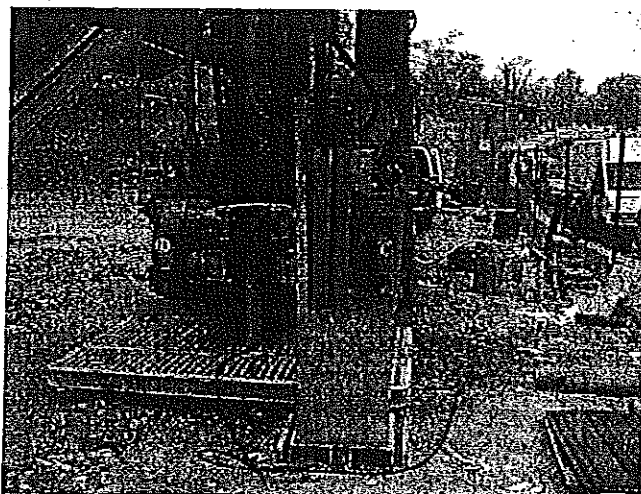
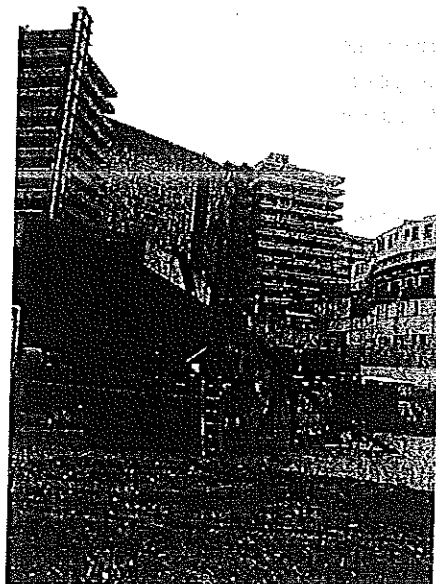
Al fine di ridurre le interferenze che la perforazione provoca sul terreno naturale alterando lo stato originario, gli avanzamenti sono stati condotti a bassa velocità con il minimo utilizzo di acqua di circolazione anche in estrazione campione.

Le carote, una volta estratte sono state posizionate in cassette catalogatrici in PVC divise per metri e dotate di coperchio di protezione.

Le cassette verranno tenute in giacenza presso il Laboratorio di prove geotecniche in Sito Geoprogetti S.a.s. in Via Duca D'Este in Comune di Medolla per sei mesi dalla data della perforazione a disposizione della Committenza per eventuali controlli.

Sui bordi e sul coperchio di chiusura della cassette sono stati indicati mediante apposita targhetta il committente, il cantiere, la data d'esecuzione sondaggio i metri campionati.

PROT. N. 1212B/08



Sonda Mustang a 65 Atlas Copco 6x6



AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 14-01 DEL 11/01/1987 ART. 23 E SUCCESSIVE
MODIFICHE ED AGGIORNAMENTI PER ATTIVITÀ DI PROVA, COLLETTORI, LAVORI DI PROVA

Via A. Filenbino, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (PD)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293012
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 01283110209
Capitale Sociale € 11.440.111
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

STANDARD PENETRATION TEST

La prova S.P.T. è standardizzata sia dalla A.S.T.M. Designation 1588/84 che dall'I.S.S.M.F.E. 1988 che dall'A.G.I. in Italia (1977).

Questa prova consiste nel misurare la resistenza del terreno alla penetrazione di un campionatore standard per una profondità di 30 cm. sotto i colpi di un peso di 63.5 Kg. che cade da un'altezza costante di 75 cm.

Il campionatore, divisibile in due metà è collegato alle aste di trivellazione e viene abbassato sul fondo del foro dopo che questo sia stato debitamente spurgato ed il livello dell'eventuale falda si sia stabilizzato. Il campionatore permette, subordinatamente, di prelevare piccoli campioni del terreno stesso.

Il martino viene abbassato sulla testa di battuta delle aste fino a che il campionatore penetri di circa 15 cm. (in modo da evitare interferenze con zone disturbate); da questo punto comincia il test e vengono registrati i colpi necessari a produrre la penetrazione di 30 cm. distinti in due tratti di 15 cm.

Il martino automatico a caduta libera ha un funzionamento molto semplice: tutto l'insieme viene agganciato alla fune dell'argano, sollevato e avvitato alle aste.

Una volta tolto lo spinotto di sicurezza, l'argano può alzare il tubo esterno insieme al martino. Raggiunta l'altezza di 75 cm. lo spallamento a canna apre i ganci a molla lasciando cadere il martino sulla testa di battuta.

Abbassando il tubo esterno il martino è di nuovo riagganciato e così l'operazione può essere ripetuta tante volte fino a completare la prova.

Il primo tratto, detto di avviamento, corrisponde a un avanzamento di 15 cm. e il relativo numero di colpi è designato con N_1

$N_1 = 50$ l'avanzamento è minore di 15 cm, l'infissione deve essere sospesa; la prova è considerata conclusa, e si annota la relativa penetrazione (ad es. $N_1 = 50/13$ cm).

Se il tratto di avviamento è superato con $N_1 \leq 50$, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 30 cm., contando separatamente il numero di colpi necessario per la penetrazione dei primi e dei secondi 15 cm. (N_2 ed N_3) fino al limite di 100 colpi ($N_2 + N_3 \leq 100$).



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N°23/05 DEL 2.5.83 (L. 3084/71 ART. 29) E SUCCESSIVE
PROSECUTIONE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LINGUAGGI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Rizzardi, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (MN)
Tel. 0376.251712 - Fax 0376.253042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 L.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

Se con $N_2 + N_3$ non si raggiunge l'avanzamento di 30 cm., l'infissione viene sospesa e la prova è considerata conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Il ritmo della percussione nel corso della prova deve essere compreso tra 10 e 25 colpi/minuto.

I risultati della prova vengono indicati nella scheda del sondaggio.

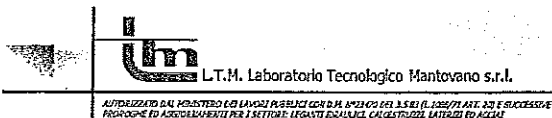
In ghiaia o in terreni molto compatti, come nei sondaggi in oggetto, viene utilizzato un campionatore con punta chiusa con apertura di 60°.

In base al valore NSPT è possibile determinare lo stato reale di addensamento per terreni incoerenti come da tabella di seguito riportata.

VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI RESISTENZA DEI DATI DELLO S.P.T.

Definizione della consistenza	Numero dei colpi NSPT	Indice di consistenza I_c	Coeficiente non drenata C_u [Bar]
Terreno coerente			
Priva di consistenza	< 2	0	< 0.1
Poco consistente	2 - 4	0 - 0.25	0.1 - 0.25
Moderatamente consistente	4 - 8	0.25 - 0.5	0.25 - 0.5
Consistente	8 - 15	0.5 - 0.75	0.5 - 1.0
Molto consistente	15 - 30	0.75 - 1.0	1.0 - 2.0
Estremamente consistente	> 30	> 1.0	> 2.0

Grado di addensamento	Numero dei colpi NSPT	Densità relativa D_r	Angolo di attrito φ°
Terreno incoerente			
Sciolti	< 4	< 0.2	< 30°
Poco addensato	4 - 10	0.2 - 0.4	30° - 35°
Moderatamente addensato	10 - 30	0.4 - 0.6	35° - 40°
Addensato	30 - 50	0.6 - 0.8	40° - 45°
Molto addensato	> 50	> 0.8	> 45°



L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 2300 DEL 15.01.1994/PLAT. 23 E SUCCESSIVE
PROTEZIONI ED ASSICURAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI ED ALUNCI, CALCESTRUZZI, LATRISI ED AGGIAI

Via A. Pizzardi, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712- Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 L.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

CERTIFICATI DI PROVA

Nei certificati di prova dei sondaggi allegati in calce alla relazione vengono indicati tutti i dati necessari per una esatta catalogazione e un riconoscimento immediato del cantiere di esecuzione prove: committente, cantiere, data di accettazione prove, n. verbale di accettazione, n. di commessa, periodo di esecuzione, n. sondaggio, quota piano di inizio perforazione, attrezzatura utilizzata, metodo di perforazione e esatta ubicazione sondaggio.

Nella scheda tecnica viene indicata la profondità raggiunta dalla perforazione e quella raggiunta dal rivestimento provvisorio, i diametri e il tipo di carotiere e di rivestimento utilizzato.

La descrizione stratigrafica delle litologie riscontrate è conforme quanto richiesto dalle normative A.G.I. in base alla profondità di perforazione, vengono riportate in simbologia i disegni litologici, e le foto relative, prese direttamente da cassetta catalogatrice.

Viene indicato il numero e il tipo di campione prelevato, la profondità di prelievo e il giorno del prelievo.

Nella scheda viene indicata la percentuale di carotaggio, le misure, se eseguite, del pocket e del torvane, il numero di colpi delle S.P.T. alla profondità d'esecuzione della prova e i risultati del Vane Test.

Se il sondaggio è stato attrezzato viene schematizzata l'attrezzatura posizionata in foro tipo piezometri, inclinometri, packers gonfiabili o altro.

Sondaggio N°1

La colonna stratigrafica di dettaglio è riportata nel certificato di prova allegato, in generale si distinguono:

- da 0.00 a - 1.30 m ghiaia sabbiosa di riporto
- da - 1.30 a - 2.00 m ghiaia in abbondante matrice sabbiosa
- da - 2.00 a - 10.00 m sabbia fine e media con ghiaia
- da - 10.00 m a - 20.00 m sabbia ghiaiosa fine e media



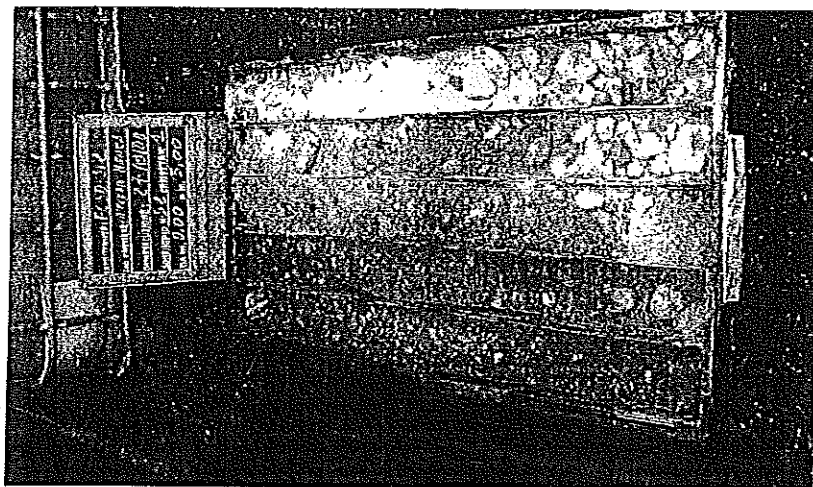
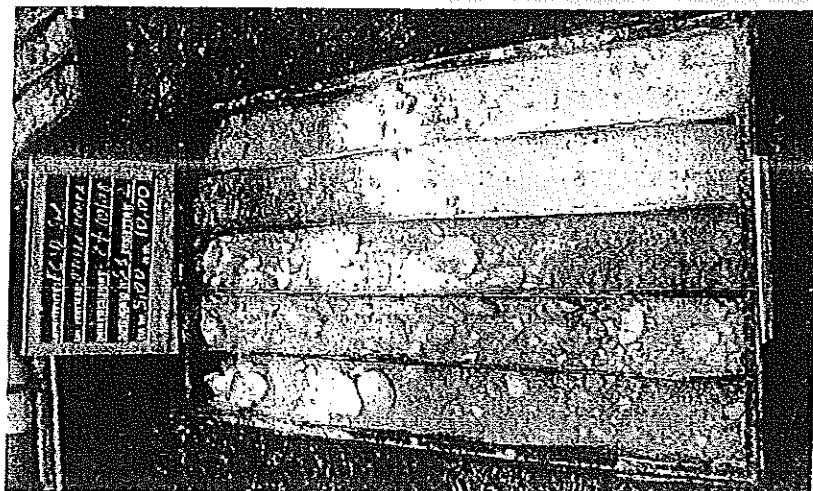
L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 10/12/00 DEL 3.5.03 (L. 30/04/01 ART. 29) E SUCCESSIVE
PROLOGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SISTEMI LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

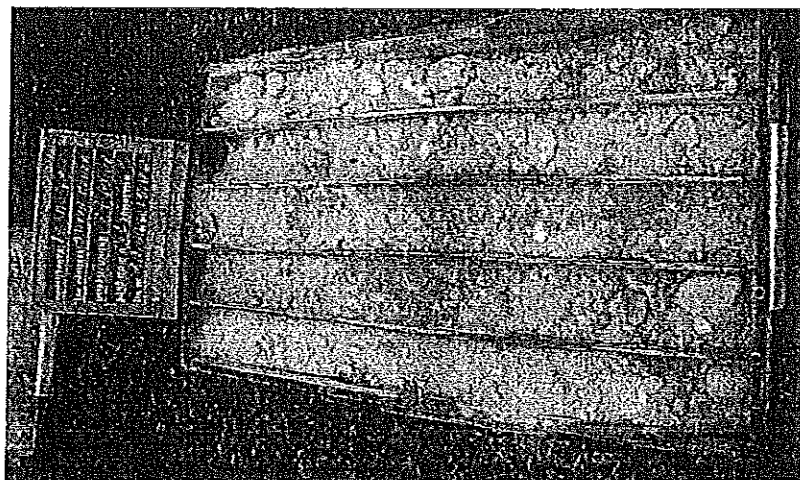
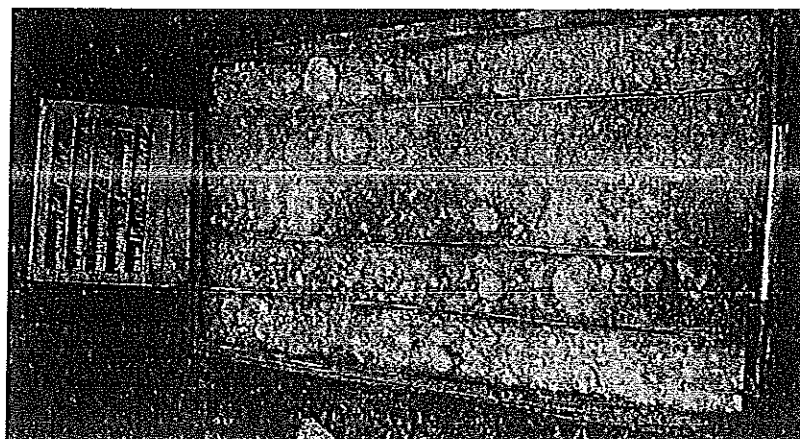
Via A. Pizzardi, 10/12
46010 Levalle di Cortatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 01263110209
Capitale Sociale € 11.440 L.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



PROT. N. 1212B/08



Cassette catalogatrici sondaggio n. 1 da 0.00 a 20.00 m di profondità



L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 260 DEL 1.5.1970, MODIFICATO ART. 20 E SUCCESSIVE
PROSECUTIONE ED AGGIORNAMENTO PER I SETTORI: LEGANTI EDILIZIA, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitagora, 10/12
46010 Levalle di Cortatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 L.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

Durante l'esecuzione del sondaggio n. 1 sono state realizzate n. 4 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, rispettivamente alla profondità di - 5.10 m, - 10.00m, - 15.20 m e - 20.00 m.

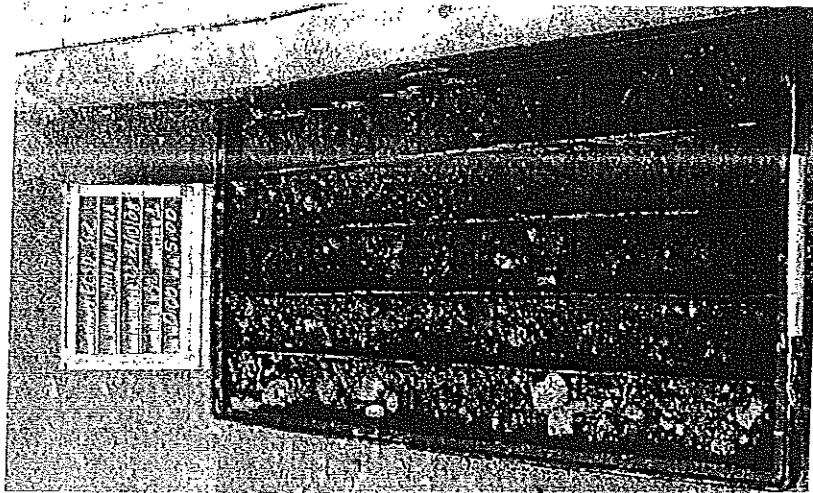
In tutte le prove non è stato raggiunto il secondo avanzamento. Per numero di colpi $N_1 = 50$ si sono misurati abbassamenti minimi (3,11,9,10 cm).

I terreni alla profondità indagata sono da classificare come molto addensati.

Sondaggio N°2

La colonna stratigrafica di dettaglio è riportata nel certificato di prova allegato, in generale si distinguono:

- da 0.00 a - 3.50 m ghiaia sabbiosa con di riporto
- da - 3.50 a - 7.50 m ghiaia di riporto in abbondante matrice argillo-limoso
- da - 7.50 a - 14.80 m sabbia ghiaiosa
- da - 14.80 m a - 20.00 m sabbia con ghiaia fine e media





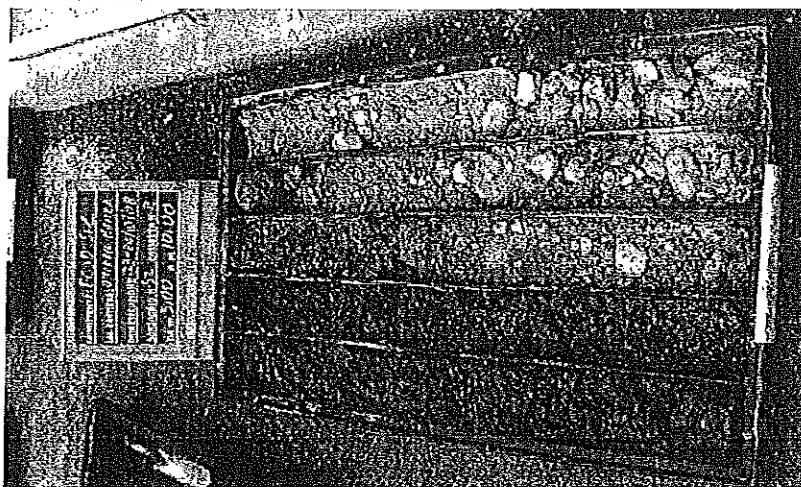
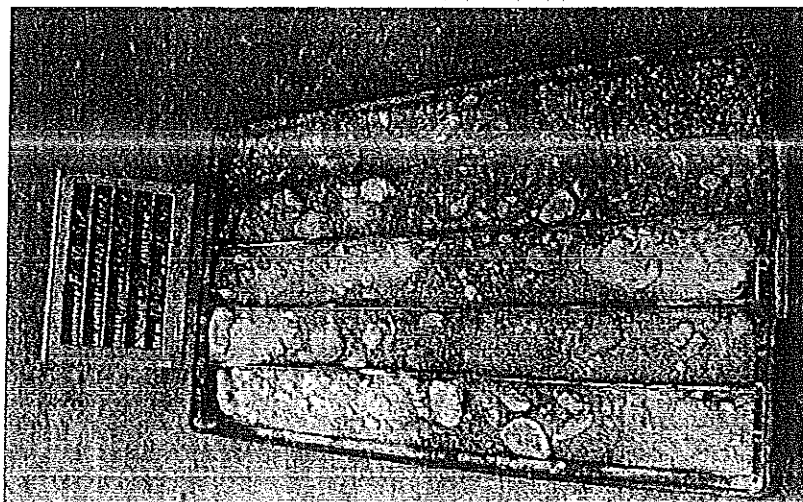
L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 31/01 DEL 3.5.03 R. 125/01 ART. 30 E SUCCESSIVE
MODIFICHE ED AGGIORNAMENTI PER LE ATTIVITÀ: LIGANTI EMULSATE, CALCESTRUZZI, LATASSI ED ACCIAI

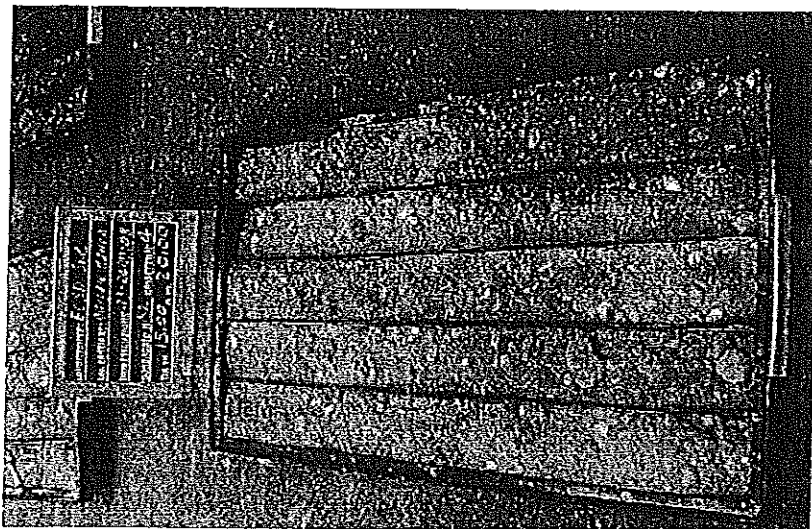
Via A. Pitagora, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440.000
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



PROT. N. 1212B/08



Cassette catalogatrici sondaggio n. 2 da 0.00 a 20.00 m di profondità

Durante l'esecuzione del sondaggio n. 2 sono state realizzate n. 4 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, rispettivamente alla profondità di - 5.20 m, - 10.00m, - 15.20 m e - 20.00 m.

Nelle ultime tre prove non è stato raggiunto il secondo avanzamento. Per numero di colpi $N_1 = 50$ si sono misurati abbassamenti minimi (5,8,10 cm).

I terreni alla profondità indagata sono da classificare come molto addensati.

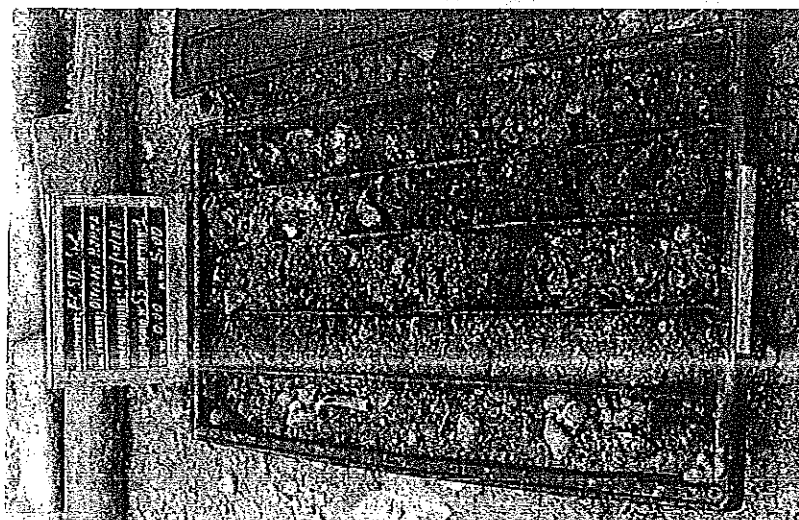
La SPT eseguita alla profondità di - 5.20 ha dato i seguenti risultati $N_1 = 1$, $N_2 = 2$, $N_3 = 2$, si tratta di ghiaia di riporto, quindi rimaneggiata in abbondante matrice argillo-limosa sciolta, non addensata.

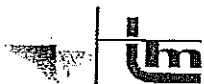
PROT. N. 12128/08

Sondaggio N°3

La colonna stratigrafica di dettaglio è riportata nel certificato di prova allegato, in generale si distinguono:

- da 0.00 a - 2.50 m ghiaia di riporto in matrice limo-sabbiosa
- da - 2.50 a - 6.10 m ghiaia di riporto in abbondante matrice argillo-limoso
- da - 6.10 a - 10.00 m sabbia fine e media con ghiaia media-grossa
- da - 10.00 m a - 26.50 m sabbia ghiaiosa fine e media
- da - 26.50 m a - 30.00 m sabbia ghiaiosa fine e media umida





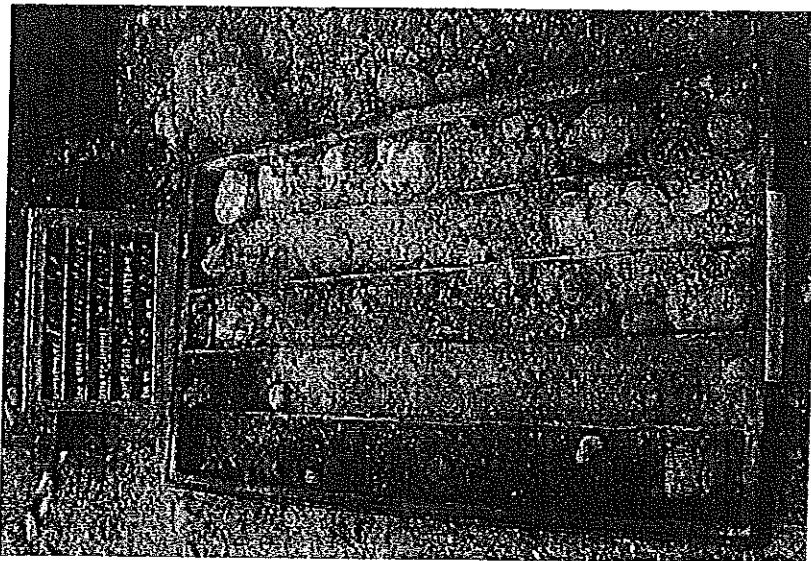
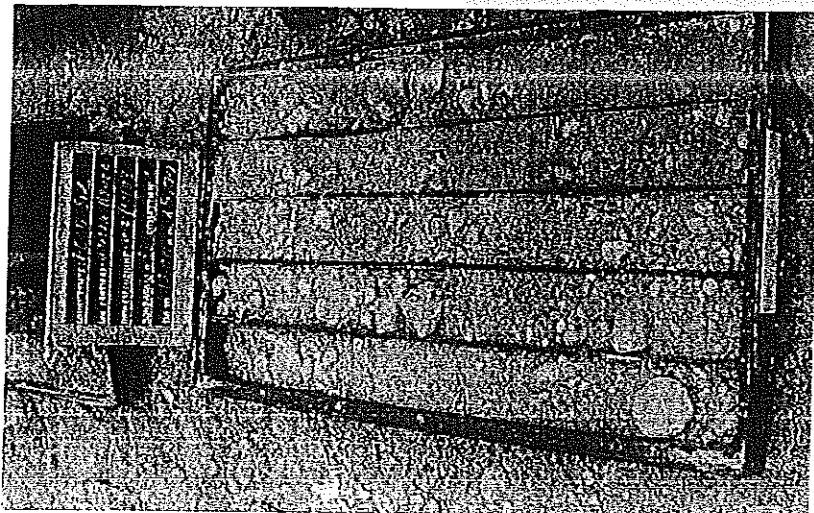
LT.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 3340 DEL 2.5.83 (L. 108/77 ART. 29) E SUCCESSIVE
PRODIGIONE ED ASSICURAMENTO PER I SETTORI: LEGANTI, DOLCE, DOLCESTROZZI, LATTAIA TO ACCIAI

Via A. Filentino, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.291042
e-mail: info@labtecma.it

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 I.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



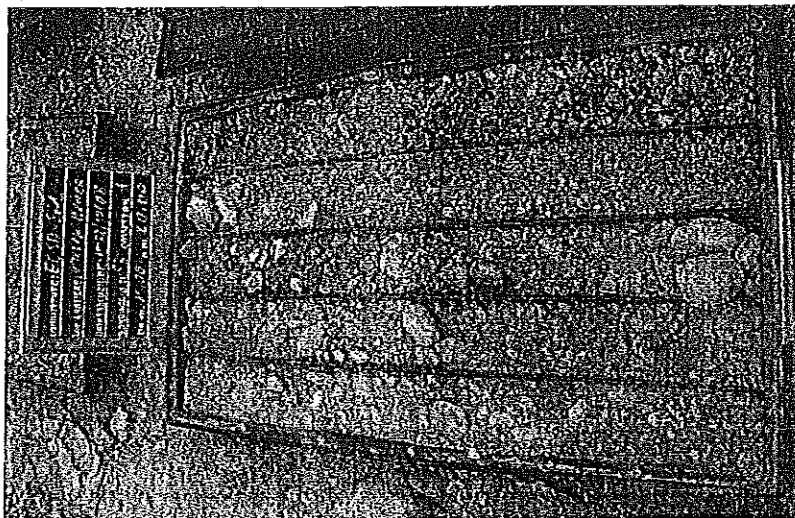
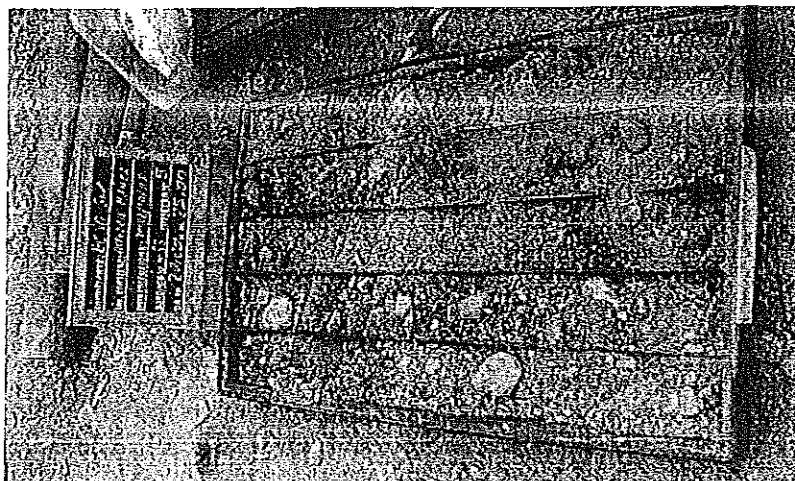


AUTOCERTIFICAZIONE DEL MONITORING DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 14/3/03 DEL 3.5.03 R. 1055/01 ART. 29 E SUCCESSIVE
PRODOTTORE ED ASSICURATORE PER I SERVIZI: LEGANTI IDANILE, CALCESTRUZZA, LATERIZZI ED ACCIAI

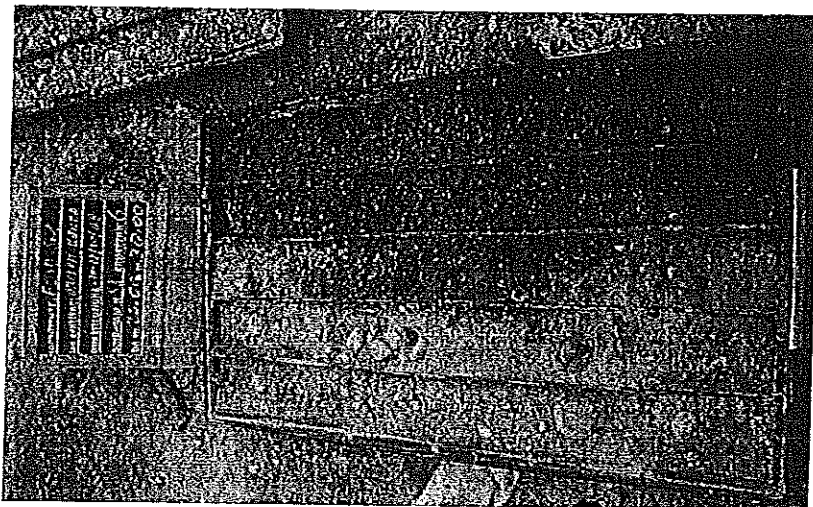
Via A. Rizzolini, 10/12
46010 Levata di Carstano (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecmar.com

C.Fe. P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 L.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



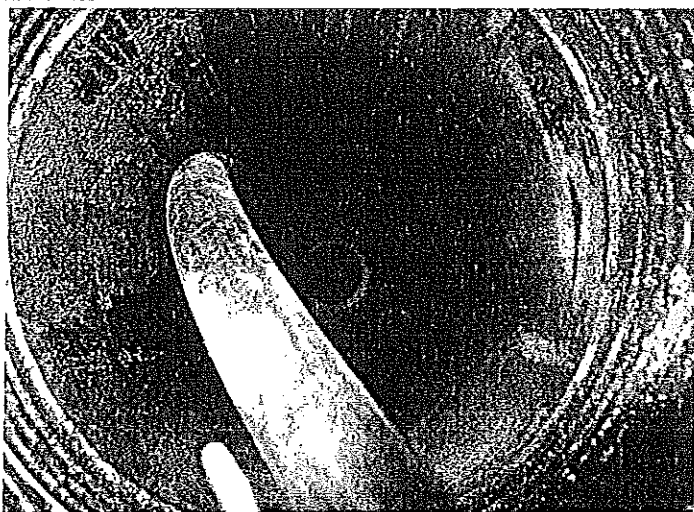
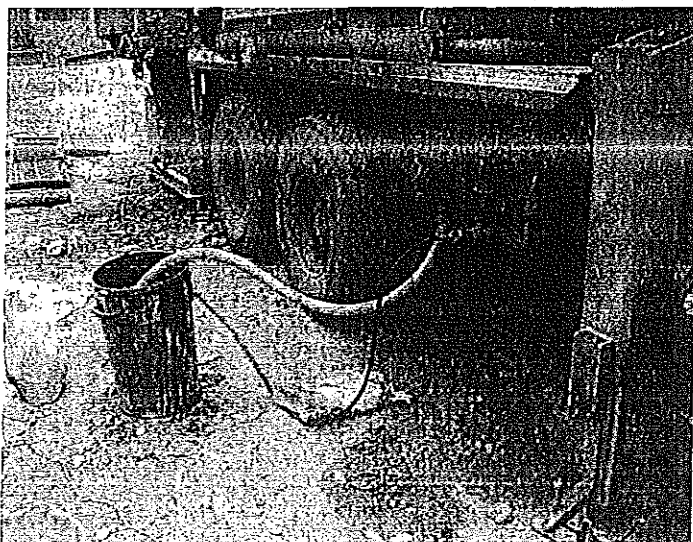
PROT. N. 1212B/08



Cassette catalogatrici sondaggio n. 3 da 0.00 a 30.00 m di profondità.

Il sondaggio n. 3 è stato attrezzato con tubo del diametro $\phi = 3''$ per prova Down Hole. L'intercapedine fra il diametro del tubo e il diametro di perforazione è stata cementata con valvola da fondo foro con una malta di cemento e bentonite in modo da riempire completamente lo spazio e non creare, vuoti o anomalie che possono interferire nella propagazione delle onde sismiche. Il tubo sporge rispetto il piano campagna di 0.36 m, ed è stato protetto mediante chiusino metallico del diametro $\phi = 100$ mm dotato di lucchetto.

PROT. N. 1212B/08



Cementazione tubo per prova Down Hole



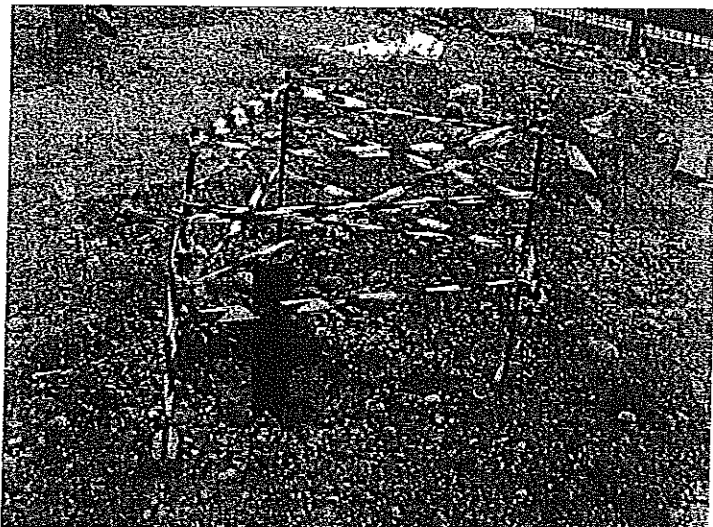
L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N°93/09 DEL 3.5.03 (L.1064/71 ART. 29 E SUCCESSIVE)
PRODIGE ED ASSICURAMENTO PER I SETTORI: LIGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ALTRI

Via A. Filentini, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 I.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



Tubo per prova Down Hole protetto da chiusino metallico dotato di lucchetto

Il livello della falda sotterranea è stata misurata nel foro di sondaggio in data 23/10/2008 alla profondità di - 28.40 m.

Durante l'esecuzione del sondaggio n. 3 sono state realizzate n. 6 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, rispettivamente alla profondità di - 5.70 m, - 10.50 m, - 15.30 m e - 20.00 m, - 25.20 m, - 29.80 m.

Nelle ultime quattro prove non è stato raggiunto il secondo avanzamento. Per numero di colpi $N_1 = 50$ si sono misurati abbassamenti minimi (6,7,8,12 cm).

I terreni alla profondità indagata sono da classificare come molto addensati.

La SPT eseguita alla profondità di - 5.70 m ha dato i seguenti risultati $N_1 = 3$, $N_2 = 11$, $N_3 = 17$, si tratta di ghiaia di riporto, quindi rimaneggiata in abbondante matrice argillo-limosa debolmente sabbiosa sciolta, non addensata.

La SPT eseguita alla profondità di - 10.50 m ha dato i seguenti risultati $N_1 = 34$, $N_2 = 5$, si tratta di sabbia ghiaiosa fine e media da addensata a molto addensata.

PROT. N. 1212B/08

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT

Le prove penetrometriche dinamiche SCPT sono state realizzate con penetrometro dinamico pesante montato su Nissan Pick Up.

La prova S.C.P.T. è standardizzata dall'I.S.S.M.F.E. 1988 e dall'A.G.I. in Italia (1977).

La prova penetrometrica dinamica S.C.P.T. consiste nel misurare la resistenza alla penetrazione nel terreno, di una punta conica $\phi = 51$ mm., con angolo al vertice di 60° , infissa a percussione con un peso di 73,5 Kg., che cade da un'altezza base di 75 cm.

La punta è avvitata su aste $\phi = 34$ mm. che sono protette da un rivestimento $\phi = 48$ mm., in modo che si possa misurare la resistenza alla punta eliminando l'attrito fra terreno e aste.

La prova si esegue infiggendo la punta conica nei terreni, per tratti consecutivi di 30 cm., misurando il numero di colpi (N_p) necessari; dopo 30 cm. di penetrazione della punta deve essere infisso il rivestimento rilevando ancora il numero di colpi (N_r).

La prova di regola viene interrotta quando N_p o N_r superano il valore di 100.

Il numero di colpi N_p che rappresenta la resistenza alla penetrazione a qualsiasi profondità, misurato per affondamenti di 30 cm. della punta, viene riportato in un diagramma continuo di penetrazione (in ascissa il numero di colpi e in ordinata la profondità in m.)

La resistenza all'affondamento del rivestimento viene analogamente espressa in colpi per 30 cm. di affondamento; si tratta però di resistenza laterale totale non utilizzata nei calcoli e puramente indicativa.



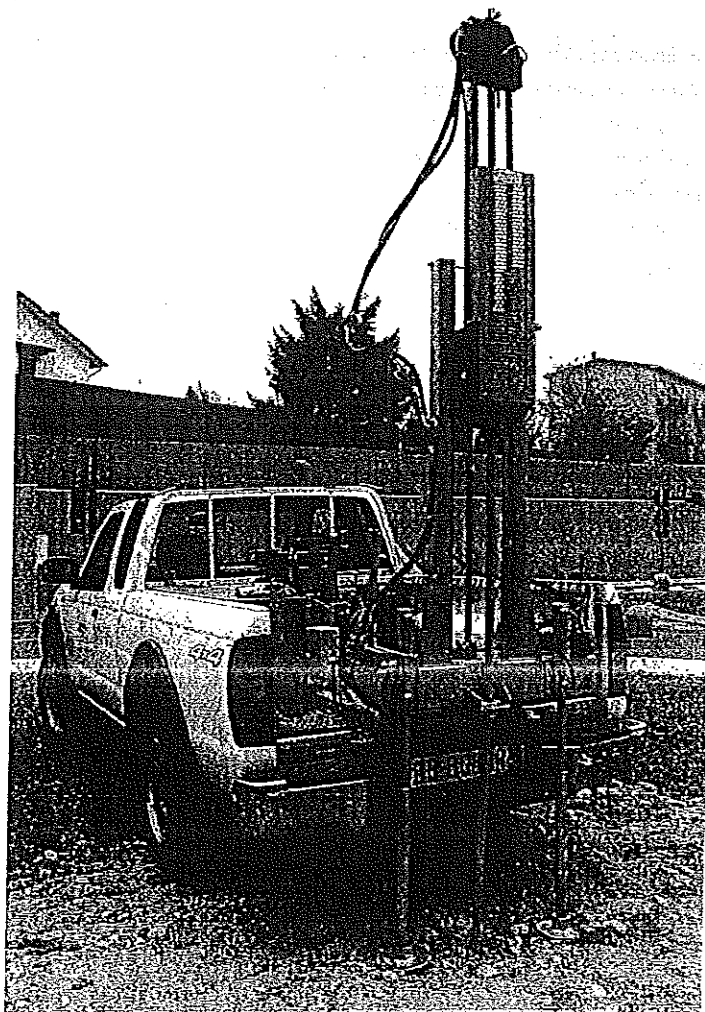
L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 43/00 DEL 1.12.93 (R. 1284/71 ART. 29) E SUCCESSIVE
PRODIGE ED AGGIORNAMENTI PER I SISTEMI LEGANTI IDRAULICI, CANTIERI, LAVORI ED AGENZIE

Via A. Filentino, 10/12
46010 Levata di Carlatone (MN)
Tel. 0376.291712- Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 I.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



Prova penetrometrica dinamica SCPT N.



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI PER LA REALIZZAZIONE DEI PROVA DI PENETROMETRIA DINAMICA E SUCCESSIVE
PROVE DI ACCETTAZIONE PER IL SETTORE LEGATO EDILIZIA, INFRASTRUTTURE, INTERVenti DI AZZIATI

Via A. Manzoni, 10/12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.291042
e-mail: info@lbtmantova.com

C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 I.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

Certificati di prova

Nei certificati di prova delle prove penetrometriche dinamiche allegati in calce alla relazione vengono indicati tutti i dati necessari per una esatta catalogazione e un riconoscimento immediato del cantiere di esecuzione prove: committente, cantiere, data di accettazione prove, n. verbale di accettazione, n. di commessa, periodo di esecuzione, n. prova, attrezzatura utilizzata e esatta ubicazione prova.

Nel diagramma continuo viene riportato il numero di colpi per affondamenti di 30 cm della punta.

Correlazioni per una caratterizzazione geomeccanica dei terreni

I valori di una prova penetrometrica dinamica permettono mediante correlazione la parametrizzazione geotecnica di terreni incoerenti.

Attraverso quindi l'impiego di correlazioni empiriche è possibile stimare in modo abbastanza affidabile diversi parametri quali: densità relativa, angolo d'attrito, modulo di Young, modulo edometrico, γ , modulo di Poisson, velocità delle onde di taglio, modulo di reazione e valore indicativo di qc.

I parametri geotecnici dedotti sono di seguito riportati.

PROT. N. 1212B/08

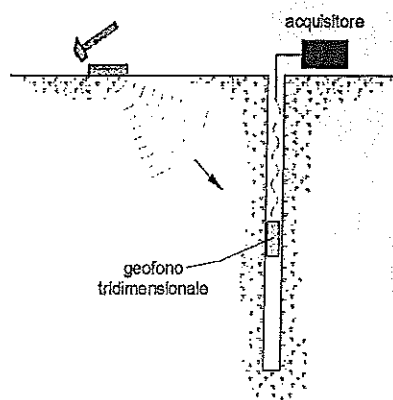
PROVA IN FORO DOWN HOLE

La prova è stata realizzata dallo studio EEG di Milano di cui si allega la relazione in calce a firma del Dr. Bruno Vassallo.

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1).

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4) un trasduttore (*trigger*) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.



Schema down hole ad un solo ricevitore



L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON DAL N. 1583/R. SINGOLI ART. 20 E SUCCESSIVE
PECCHIE E/O AGGIORNAMENTI PER L'ISTITUIRE: LIGANTI ESCLUSIVI, CALCESTRUZZI, LATTEZZI ED ACCIAT

Via A. Filantini, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 0209
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

Procedura sperimentale

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 - 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come *trigger*.

Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di *trigger* e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

L'interpretazione dei dati è riportata nella relazione di seguito allegata a firma del Dott. Geol. Bruno Vassallo.





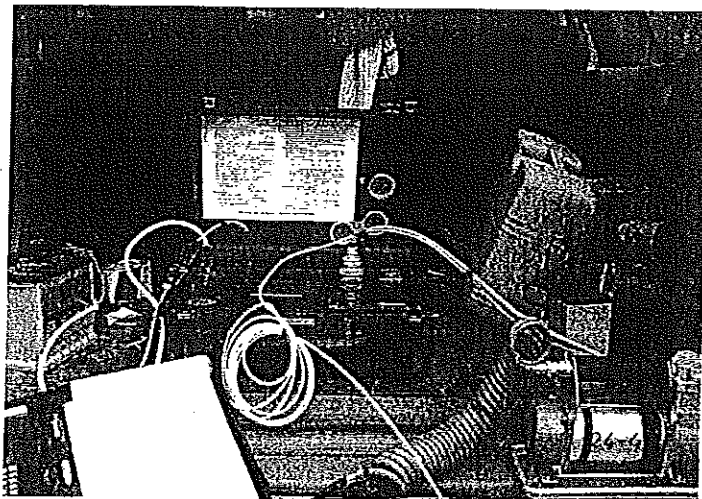
L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. N° 23409 DEL 3.5.83 (L. 1085/77 ART. 29) E SUCCESSIVE
PRODIGE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LAVORI EDILIZI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

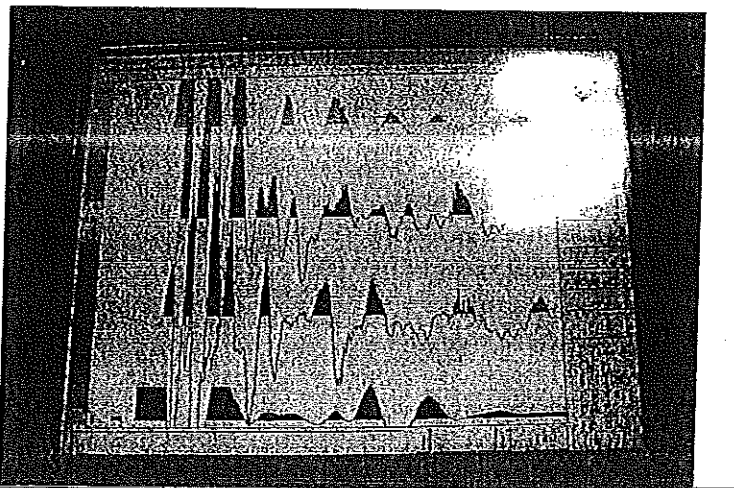
Via A. Rizzuto, 10/12
46010 Levalle di Curtatone (MN)
Tel. 0376.291712- Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 I.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08



Esecuzione prova sismica Down Hole



Registrazione dati



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 17/3/02 DEL 3.5.83 (L. 436/71 ART. 23 E SUCCESSIVE
MODIFICHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI EDILIZIA, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI)

Via A. Filadelfo, 10/12
45010 Levalle di Cortolona (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@lblecman.com

C.Fe. P.I. 0128311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 I.v.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

SISMICITA' DEL TERRITORIO E VALUTAZIONE AZIONE SISMICA

Il 20 Marzo 2003 è stata promulgata l'ordinanza n. 3274 della presidenza del Consiglio dei Ministri "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" che fissa le regole per l'identificazione dei comuni sismici e definisce le norme tecniche costruttive per la progettazione di edifici e per le opere di fondazione.

Nella nuova classificazione tutto il territorio viene suddiviso in 4 zone di cui la n. 1 è la più pericolosa.

Il comune di Monza e la zona d'indagine ricadono nella zona 4 e vengono definiti a "bassa sismicità".

Ai fini dell'azione sismica di progetto per il sito di studio, il nuovo DM 14 Gennaio 2008 permette di fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Le categorie definite sono:

A - Amassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.

B - Rocce tenere e depositi terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, 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 resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa o coesione non drenata $Cu,30 > 250$ kPa nei terreni a grana fine).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi 180 m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

PROT. N. 1212B/08

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $C_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).

E - Terreni del sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con valori di $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valore V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensibili o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Come si è detto, il comune di Monza e il sito di Interesse ricadono nella zona 4 corrispondente a zona a "bassa sismicità" con $S=6$ per il D.M. 16 Gennaio 1996.

Il valore di V_{s30} calcolato con la prova Down - Hole risulta di 530 m/s.

I terreni indagati sono sabbie con ghiaia di dimensioni medie con ciottoli di grosse dimensioni addensate con spessori superiori ai 30 m.

Le caratteristiche geomeccaniche e le litologie definite con le prove in sito e il valore della V_{s30} calcolato direttamente nel foro di sondaggio mediante la prova sismica diretta Down - Hole consentono di classificare il terreno d'indagine all'interno della categoria B.



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

APPROVATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 12/03/00 DEL 1.5.01 E PRESENTI ART. 20 E SUCCESSIVE
MODIFICHE ED AGGIUNTE PER I SETTORI: LEGANTI, CEMENTI, CEMENTI, CEMENTI, CEMENTI

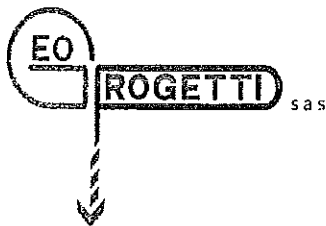
Via A. Rizzardi, 10/12
46010 Levalle di Cortolone (MN)
Tel. 0376.291712 - Fax 0376.293042
e-mail: info@labtecman.com

C.F. e P.I. 0129311 020 9
Capitale Sociale € 11.440 I.V.
Registro Imprese di Mantova

PROT. N. 1212B/08

4. ALLEGATI

- 1) Prove a compressione su campioni cilindrici e prove a trazione e piegamento su campioni di barre.
- 2) Certificati di prova emessi da laboratorio autorizzato Prove Geotecniche in sito Geoprogetti s.a.s. di Medolla (sondaggi geognostici)
- 3) Certificati di prova emessi da laboratorio autorizzato Prove Geotecniche in sito Geoprogetti s.a.s. di Medolla (prove penetrometriche dinamiche)
- 4) Relazione dell'indagine geofisica mediante applicazione della metodologia sismica down - hole eseguita dalla EEG di Milano



Di Paolo Cestari & C.
Laboratorio di prove geotecniche in sito (settore "c" Circolare 349/99/STC)
Decreto di concessione del Ministero dell' Infrastrutture e dei Trasporti
n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380

Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 - 41036 Medolla (MO)
Tel. 0535/47170 - Fax 0535/49364
e-mail: soc.geoprogetti@tin.it

CERTIFICATO DI PROVA n. 08/131 - 05/E emesso in data 10/11/2008
SETTORI DI PROVA

E) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.C.P.T.

Prove	Normativa di Riferimento
S.C.P.T.	ISSMFE 1988

Committente: ECSD S.r.l.

Cantiere: COMPLESSO OSPEDALIERO SAN GERARDO - MONZA -

Data verbale di accettazione: 09/10/2008

N.verbale di accettazione: 124/08

N. commessa: 124/08

Data esecuzione prova: 21/10/2008

Ubicazione del punto d'indagine:

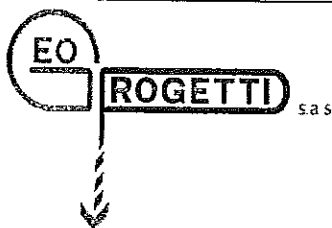
- ☐ Planimetria di dettaglio
- ☐ Corografia
- ☐ Planimetria catastale
- ☐ C.T.R.
- ☐ Coordinate UTM: N. E.
- ☐ Coordinate Geografiche

Pagine n. 3 compresa la presente

Note ed eventuali anomalie riscontrate: _____

Sperimentatore:
Dott. Geol. Paolo Cestari

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista



Di Paolo Cestari & C.
Laboratorio di prove geotecniche in sito (settore "c" Circolare 349/99/STC)
Decreto di concessione del Ministero dell' Infrastrutture e dei Trasporti
n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380

Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 – 41036 Medolla (MO)
Tel. 0535/47170 – Fax 0535/49364
e-mail: soc.geoprogetti@tin.it

CERTIFICATO DI PROVA n. 08/131 - 04/E emesso in data 10/11/2008
SETTORI DI PROVA

E) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.C.P.T.

Prove	Normativa di Riferimento
S.C.P.T.	ISSMFE 1988

Committente: ECSD S.r.l.

Cantiere: COMPLESSO OSPEDALIERO SAN GERARDO – MONZA -

Data verbale di accettazione: 09/10/2008

N.verbale di accettazione: 124/08

N. commessa: 124/08

Data esecuzione prova: 21/10/2008

Ubicazione del punto d'indagine:

- ☐ Planimetria di dettaglio
- ☐ Corografia
- ☐ Planimetria catastale
- ☐ C.T.R.
- ☐ Coordinate UTM: N. E.
- ☐ Coordinate Geografiche

Pagine n. 3 compresa la presente

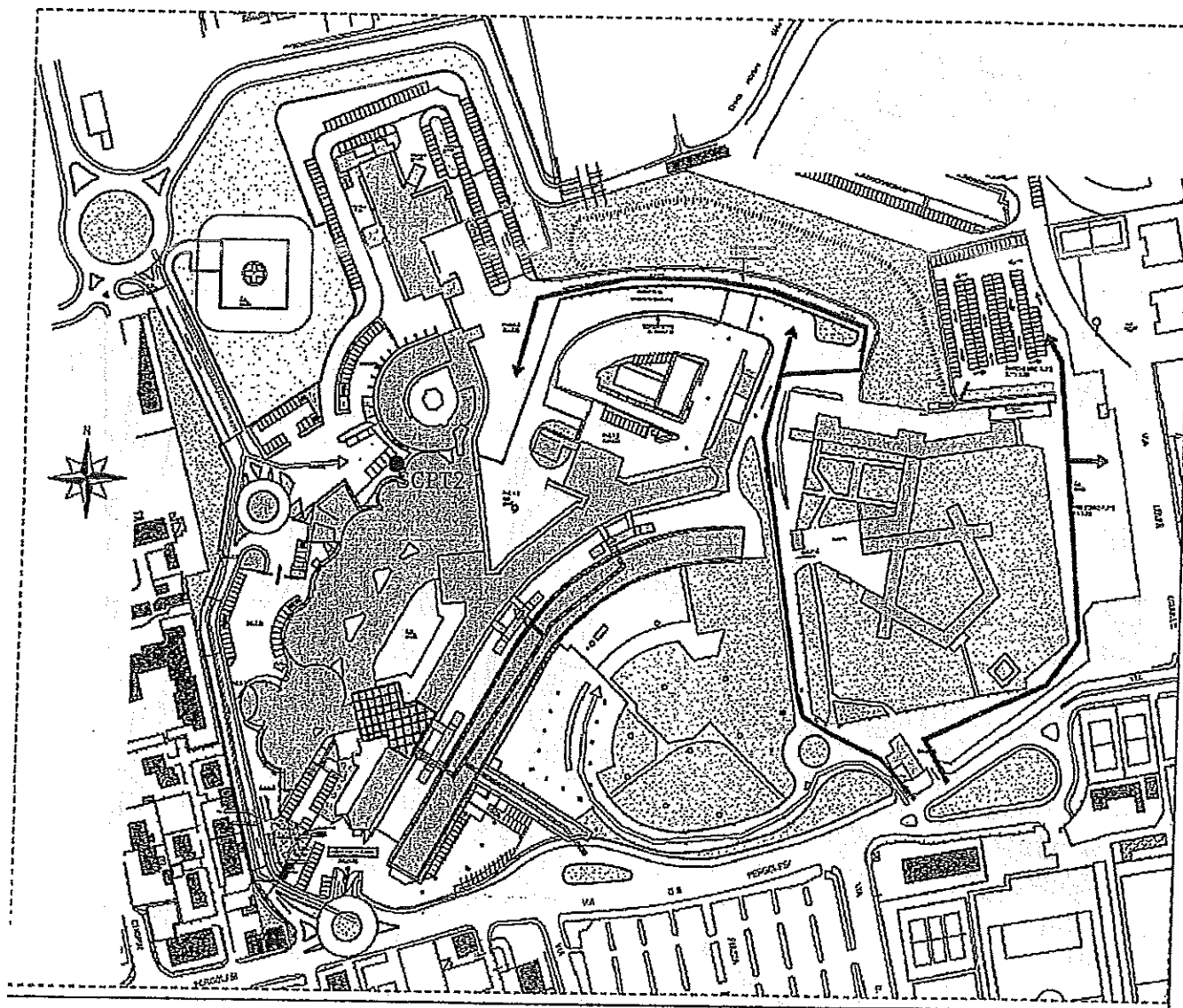
Note ed eventuali anomalie riscontrate: _____

Sperimentatore:
Dott. Geol. Paolo Cestari

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

CERTIFICATO DI PROVA n. 08/131 - 05/E

UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

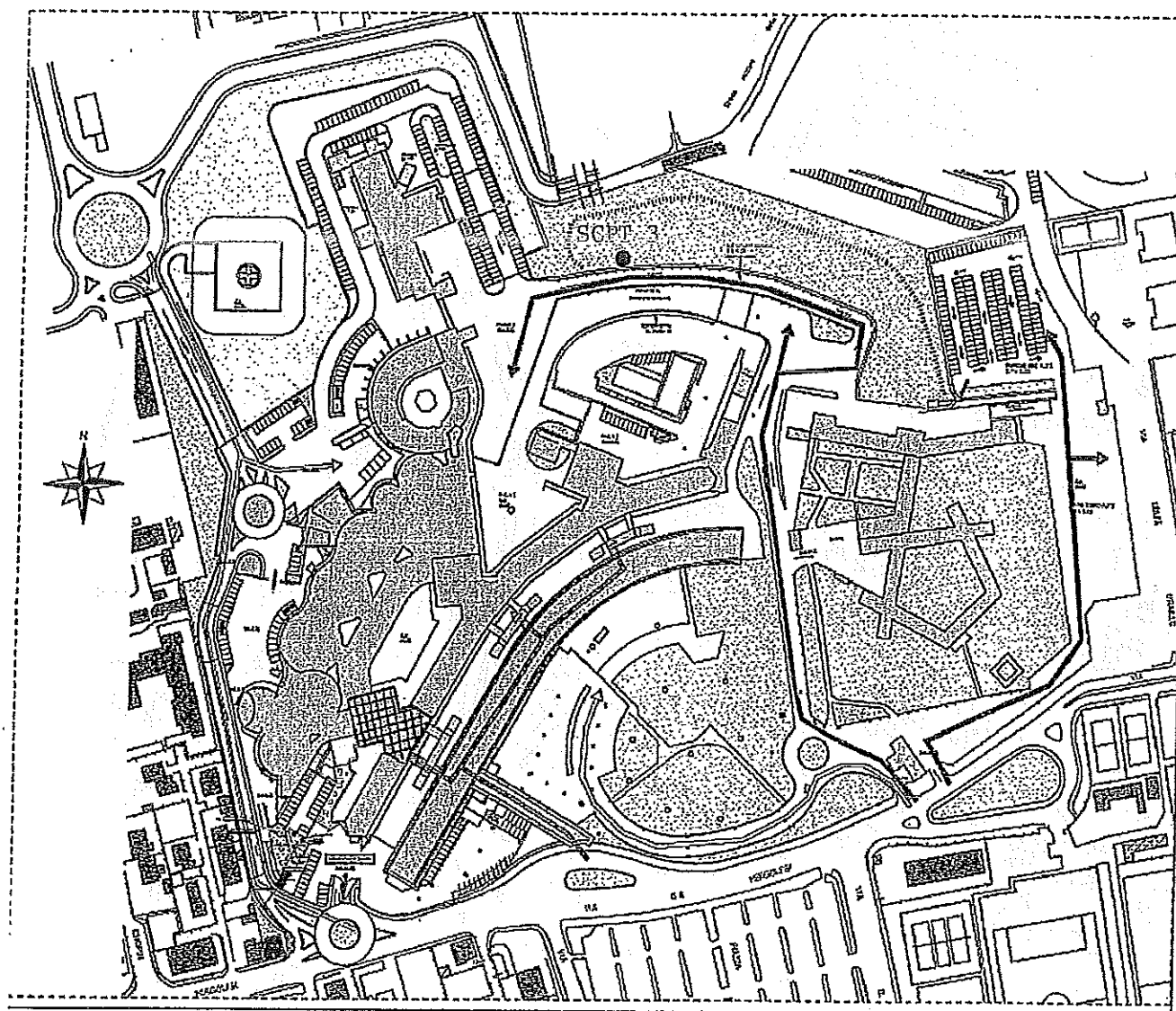


Progettatore:
Geol. Paolo Cestari

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

GEO PROGETTI S.p.A. di Paolo Cestari & C.
Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti all'esecuzione e certificazione di prove geotecniche in sito
(settore "c" circolare 349/99/STC) con decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2005 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380
Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 - 41036 Medolla (MO) - P.I.: 01754860367 - Tel. 0535/47170 - Fax 0535/49364

UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

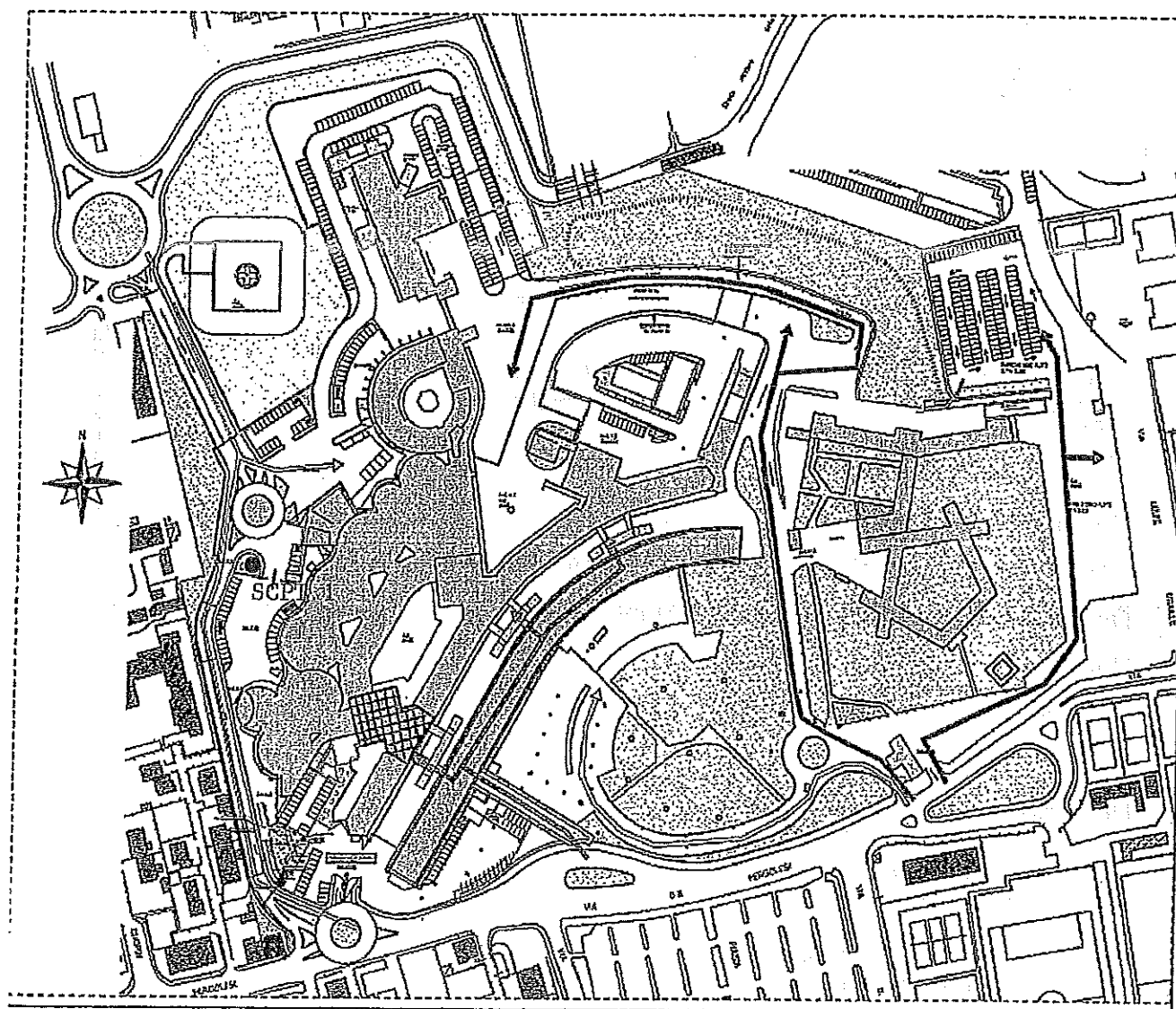


mentatore:
Geol. Paolo Cestari

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

GEO PROGETTI S.p.A. di Paolo Cestari & C.
Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti all'esecuzione e certificazione di prove geotecniche in sito
(settore "c" circolare 349/99/STC) con decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380
Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 - 41036 Medolla (MO) - P.I.: 01754860367 - Tel. 0535/47170 - Fax 0535/49364

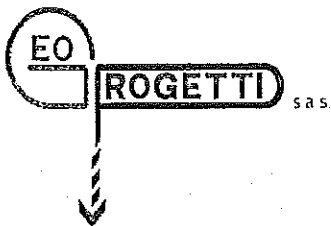
UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



Progettatore:
Geol. Paolo Cestari

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Bullista

GEO PROGETTI S.p.A. di Paolo Cestari & C.
Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti all'esecuzione e certificazione di prove geotecniche in sito
(settore "c" circolare 349/99/STC) con decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380
Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 - 41036 Medolla (MO) - P.I.: 01754860367 - Tel. 0535/47170 - Fax 0535/49364



Di Paolo Cestari & C.
Laboratorio di prove geotecniche in sito (settore "c" Circolare 349/99/STC)
Decreto di concessione del Ministero dell' Infrastrutture e dei Trasporti
n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380

Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 - 41036 Medolla (MO)
Tel. 0535/47170 - Fax 0535/49364
e-mail: soc.geoprogetti@tin.it

CERTIFICATO DI PROVA n. 08/131 - 06/E emesso in data 10/11/2008

SETTORI DI PROVA

E) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.C.P.T.

Prove	Normativa di Riferimento
S.C.P.T.	ISSMFE 1988

Committente: ECSD S.r.l.

Cantiere: COMPLESSO OSPEDALIERO SAN GERARDO - MONZA -

Data verbale di accettazione: 09/10/2008

N.verbale di accettazione: 124/08

N. commessa: 124/08

Data esecuzione prova: 20/10/2008

Ubicazione del punto d'indagine:

- ☐ Planimetria di dettaglio
- ☐ Corografia
- ☐ Planimetria catastale
- ☐ C.T.R.
- ☐ Coordinate UTM: N. E.
- ☐ Coordinate Geografiche

Pagine n. 3 compresa la presente

Note ed eventuali anomalie riscontrate: _____

Sperimentatore:
Dott. Geol. Paolo Cestari

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

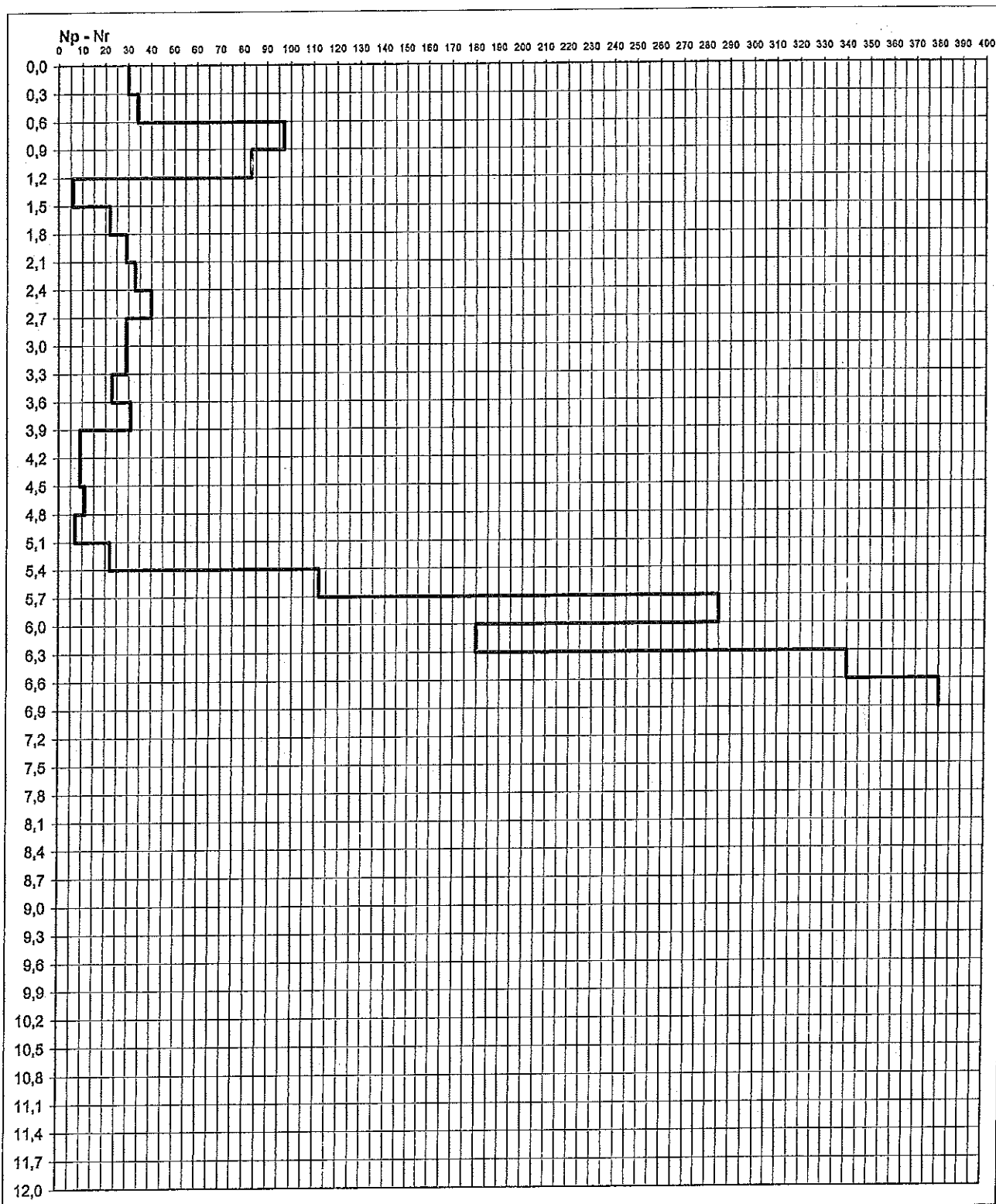


CERTIFICATO DI PROVA n. 08/131 - 04/E
DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

COMMITENTE: ECSD S.r.l. Np : numero colpi punta _____
CANTIERE: COMPLES. OSPEDALIERO SAN GERARDO-MONZA Nr : numero colpi rivestimento _____
DATA PROVA: 21/10/2008
LIVELLO ACQUA: _____

S.C.P.T. N°

1



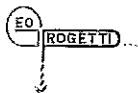
Sperimentatore:
Dott. Geol. Paolo Cestari

Direttore del laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

GEO PROGETTI S.p.A. di Paolo Cestari & C.

Laboratorio di prove geotecniche in sito (settore "c" Circolare 349/99/STC) - Decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2008

Sede Legale: Via Duca D'este n. 6 - 41036 MEDOLLA - P.IVA: 01754860367 - Tel 0535/47170 - Fax 0535/49364

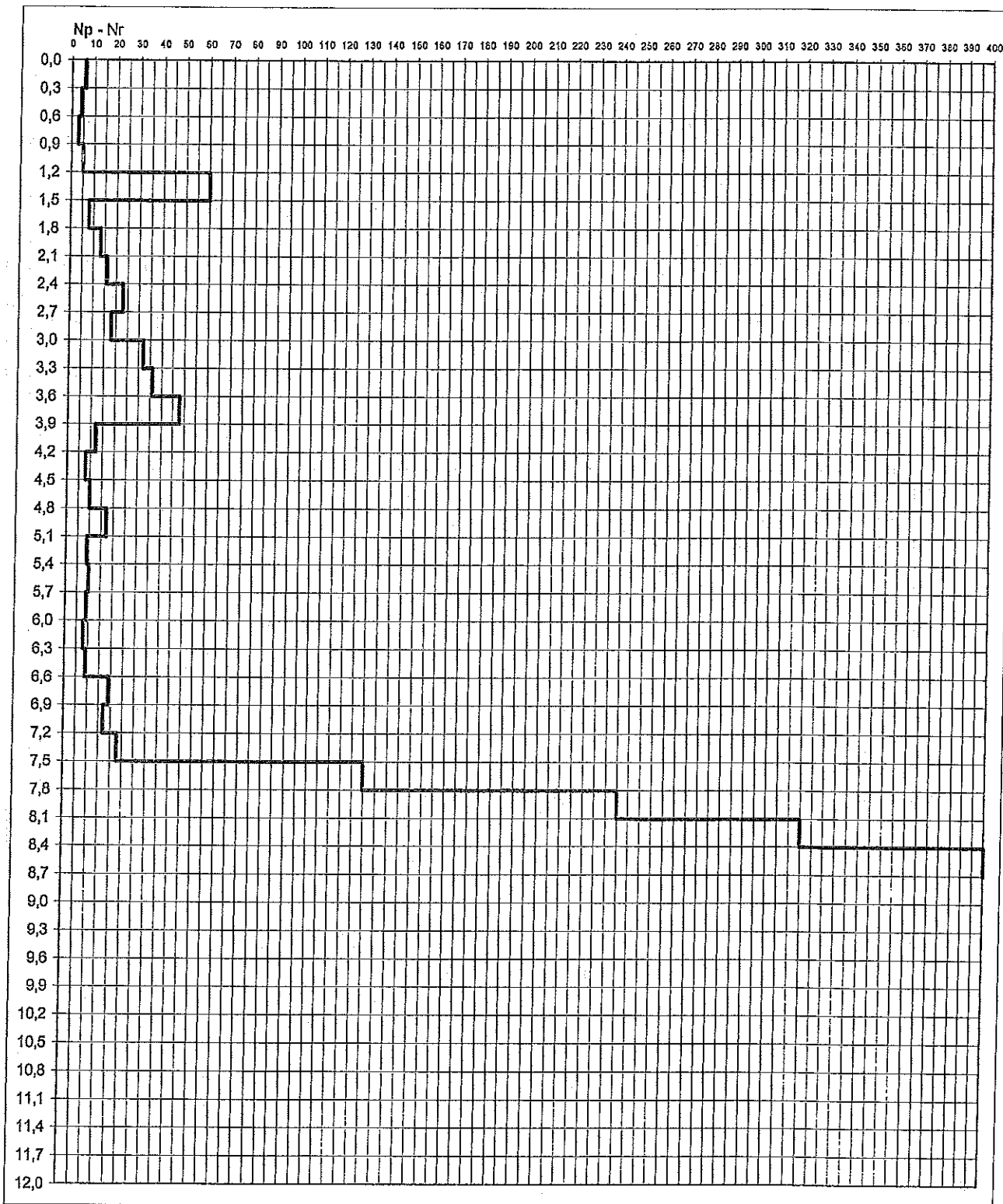


CERTIFICATO DI PROVA n. 08/131 - 05/E
DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

COMMITENTE: ECSD S.r.l. Np : numero colpi punta _____
CANTIERE: COMPLES. OSPEDALIERO SAN GERARDO-MONZA Nr : numero colpi rivestimento _____
DATA PROVA: 21/10/2008
LIVELLO ACQUA: _____

S.C.P.T. N°

2



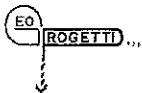
Sperimentatore:
Dott. Geol. Paolo Cestari

Direttore del laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

GEO PROGETTI S.p.A. di Paolo Cestari & C.

Laboratorio di prove geotecniche in sito (settore "c" Cirdolare 349/99/STC) - Decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2008

Sede Legale: Via Duca D'este n. 6 - 41036 MEDOLLA - P.IVA: 01754860367 - Tel 0535/47170 - Fax 0535/49364

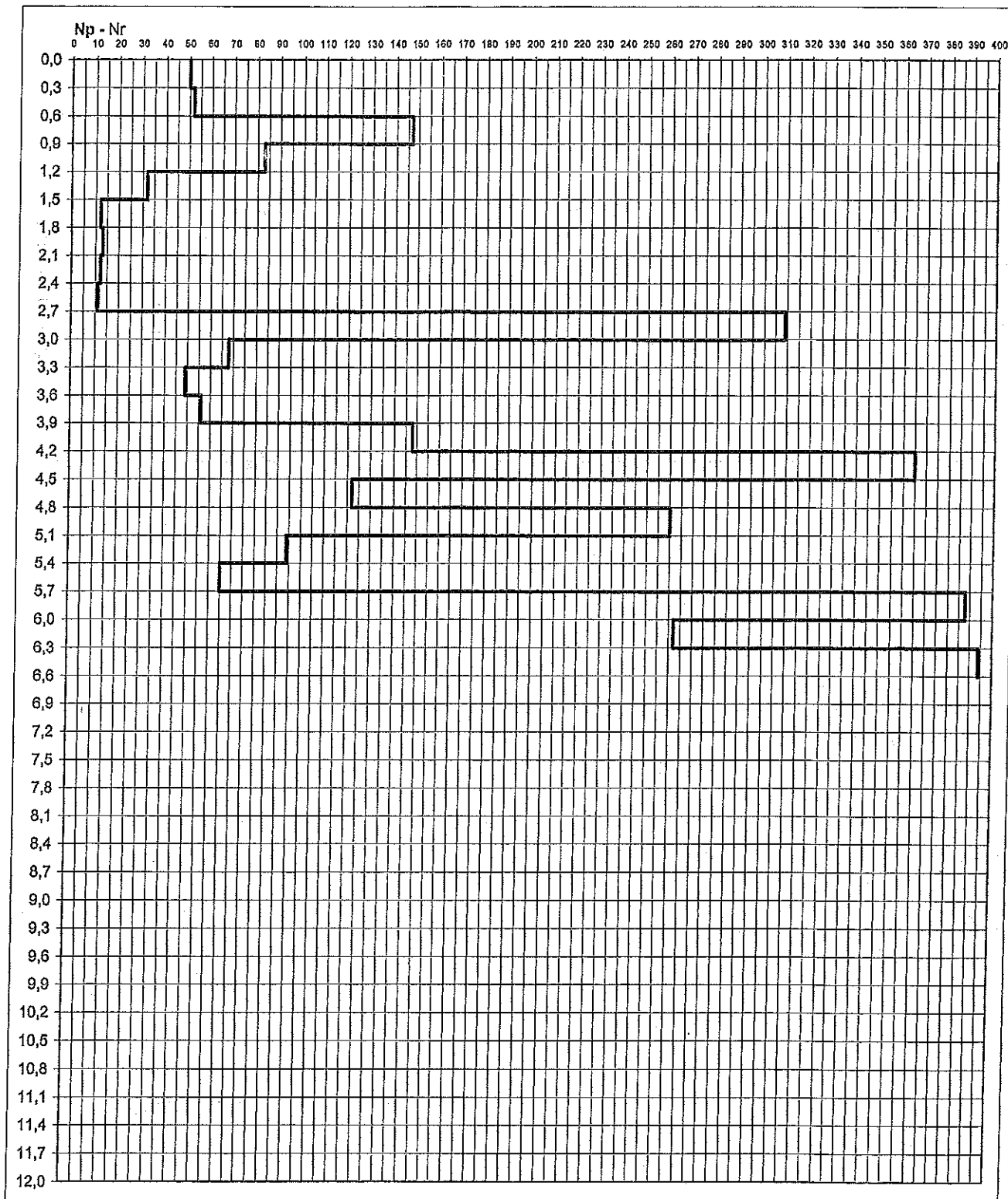


CERTIFICATO DI PROVA n. 08/131 - 06/E
DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

COMMITENTE: ECSD S.r.l. Np : numero colpi punta _____
CANTIERE: COMPLES. OSPEDALIERO SAN GERARDO-MONZA Nr : numero colpi rivestimento _____
DATA PROVA: 20/10/2008
LIVELLO ACQUA: _____

S.C.P.T. N°

3



Sperimentatore:
Dott. Geol. Paolo Cestari

Direttore del laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

GEO PROGETTI S.p.A. di Paolo Cestari & C.

Laboratorio di prove geotecniche in sito (settore "c" Circolare 349/99/STC) - Decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2006

Sede Legale: Via Duca D'este n. 6 - 41036 MEDOLLA - P.IVA: 01754860367 - Tel 0535/47170 - Fax 0535/49364

Commessa: 222/08

EEG

ECSD s.r.l.

Monza - Ospedale S. Gerardo (MI)

Via Pergolesi

PROVE SISMICHE DOWN - HOLE

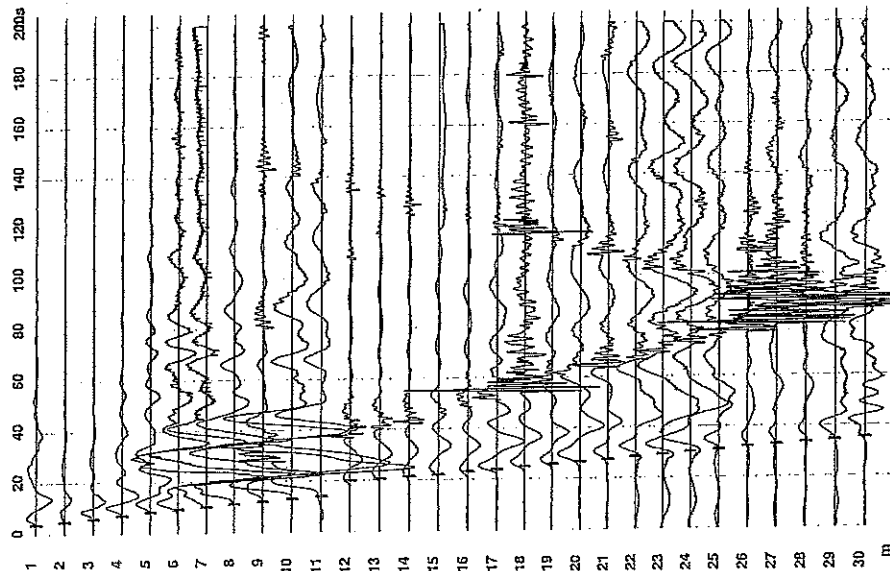
Novembre 2008

Geophysics - Servizi di geofisica applicata

Cso di Pia Romana, 88 - 20122 Milano
Tel. 0331-922151 - cell. 335-5826866

e-mail: info@retegeofisica.it
fax: 0331-1989994

Sismogramma onde compressive (P)



Sismogramma onde trasversali (S)

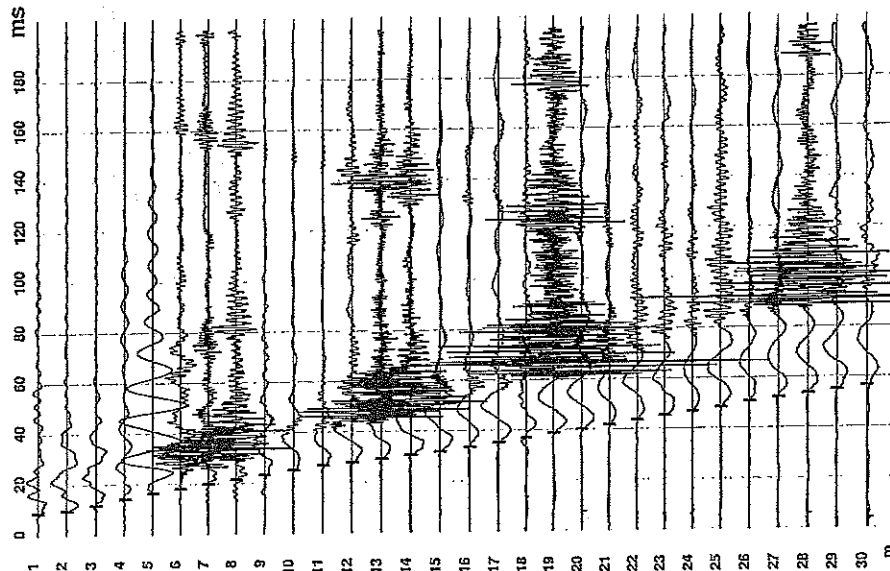
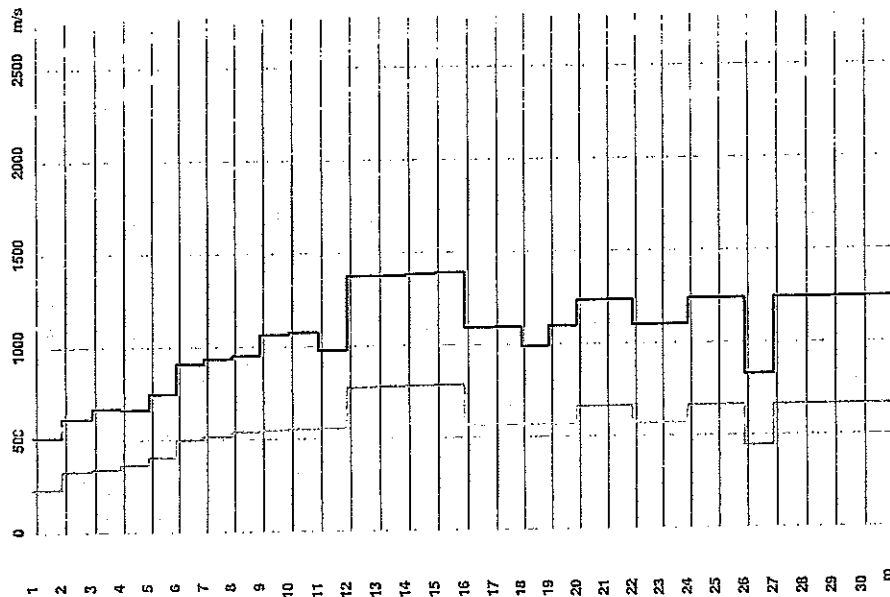


Grafico delle velocità P ed S



LEGENDA

Tempo di primo arrivo al geofono delle onde P ed S

Velocità delle onde P

Velocità delle onde S

Prof. = Profondità del geofono da testa foro in metri
 Dst. = Distanza del geofono dall'energizzazione in metri
 Tp = Tempo di primo arrivo delle onde longitudinali P in millisecondi
 Ts = Tempo di primo arrivo delle onde trasversali S in millisecondi
 Dvp = Velocità di pseudointervallo delle onde longitudinali in metri al secondo
 Dvs = Velocità di pseudointervallo delle onde trasversali in metri al secondo
 C = Coefficiente di Poisson
 E = Modulo elastico (Young) in MegaPascal
 G = Modulo di taglio in MegaPascal
 Densità in tonnellate al metro cubo

Vs30 = 530 m/s

INDAGINI GEOSISMICHE

Monza - Ospedale S. Gerardo (MI)

ECSD srl

Prova sismica Down-Hole - DH1

SISMOGRAMMI P ed S
E VELOCITA' SISMICHE

All.2/a Novembre 2008

IEG s.r.l.
L. 10/11/2000 n. 36

Grafico dei parametri E e G

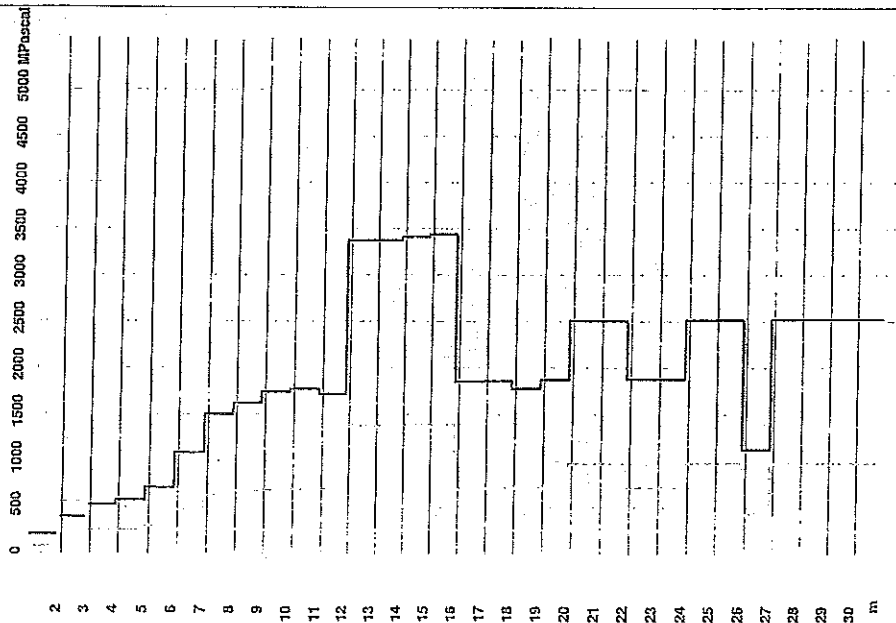


Grafico del coefficiente di Poisson

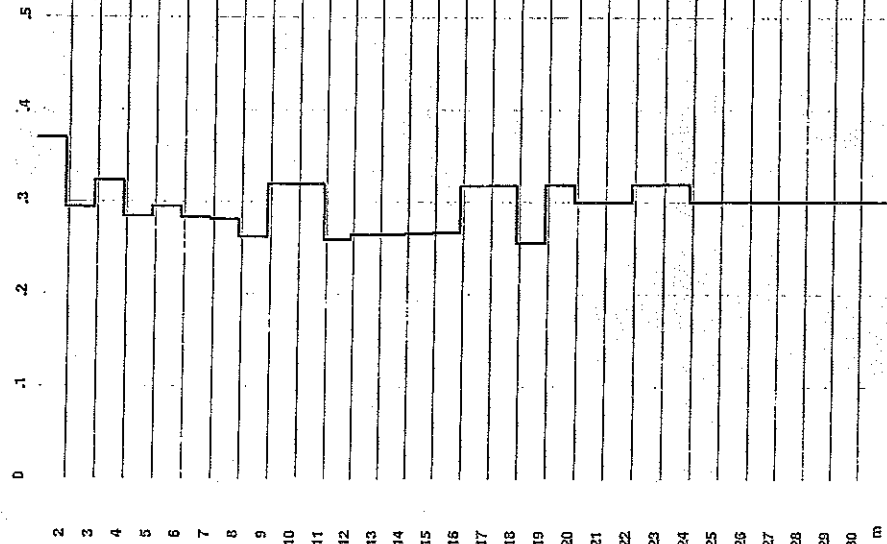
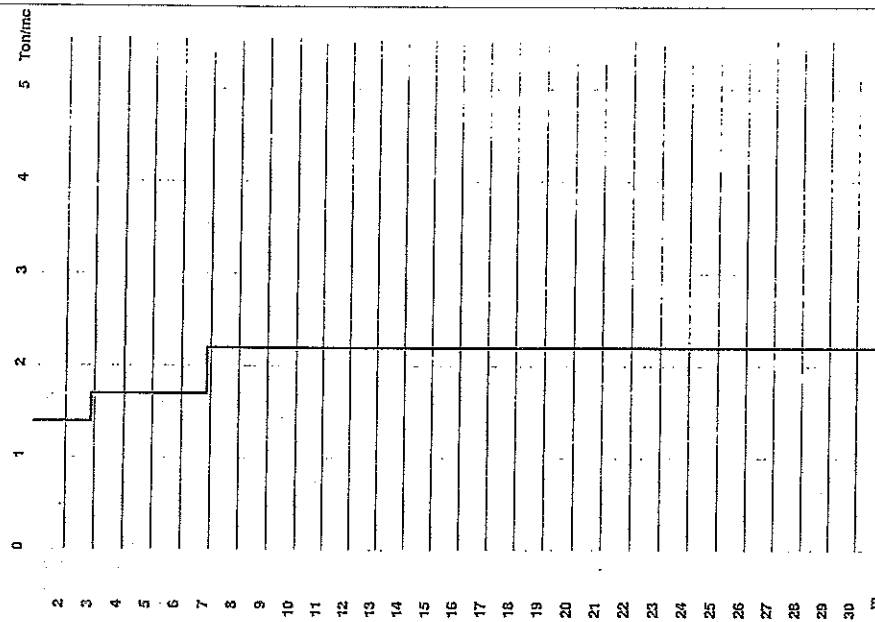


Grafico del peso di volume utilizzato



LEGENDA

Coefficiente di Poisson
Modulo Elastico E
Modulo di Taglio

Prof. = Profondità del gestore da testa foro in metri
Dist. = Distanza dal gestore all'energizzazione in metri
Tp = Tempo di primo arrivo delle onde longitudinali P in millisecondi
Ts = Tempo di primo arrivo delle onde trasversali S in millisecondi
Vp = Velocità di propagazione delle onde longitudinali in metri al secondo
Vs = Velocità di propagazione delle onde trasversali in metri al secondo
ν = Coefficiente di Poisson
E = Modulo elastico (Young) in MegaPascal
G = Modulo di taglio in MegaPascal
γ = Densità in tonnellate al metro cubo

Prof.	Dist.	Tp	Ts	Vp	Vs	E	G	γ
1	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
2	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
3	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
4	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
5	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
6	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
7	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
8	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
9	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
10	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
11	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
12	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
13	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
14	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
15	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
16	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
17	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
18	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
19	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
20	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
21	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
22	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
23	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
24	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
25	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
26	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
27	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
28	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
29	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4
30	2.0	4.0	8.0	515	234	37	77	1.4

INDAGINI GEOSISMICHE

Monza - Ospedale S. Gerardo (MI)

ECSD srl

Prova sismica Down-Hole - DH1

PARAMETRI ELASTICI
E PESO DI VOLUME

All.2/5 Novembre 2008

EEG s.r.l.

1 PREMESSA

Il giorno 5 Novembre 2008, per conto della società ECSD srl, è stata eseguita un'indagine geofisica mediante l'applicazione della metodologia sismica Down-Hole. La perforazione indagata era ubicata nell'area di cantiere localizzata all'interno dell'ospedale S.Gerardo di Monza (MI) in via Pergolesi.

Lo scopo dello studio era la determinazione delle caratteristiche meccaniche ed elastiche dei terreni.

Le caratteristiche delle prove sismiche Down-Hole sono le seguenti:

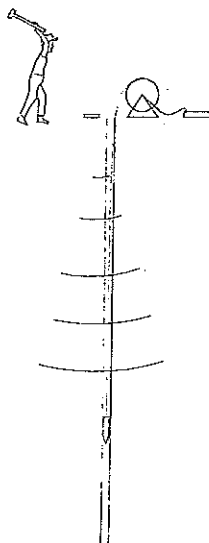
<i>Prova</i>	<i>Sondaggio</i>	<i>Misure</i>	<i>ogni metri</i>	<i>Onde</i>
DH1	S1	30	1	P+S

2 METODOLOGIA SISMICA DOWN-HOLE

Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde sismiche dirette che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità.

Il terreno viene energizzato in superficie, in prossimità di testa foro, e la registrazione avviene in foro grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità via via crescenti. In particolare, tale geofono registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x , y , z).

Le onde sismiche possono essere generate energizzando il terreno in direzione verticale oppure in direzione trasversale (parallelamente al suolo). Nel primo caso verranno generate prevalentemente onde compressive (onde P) che si propagano in profondità e vengono registrate al meglio dal geofono verticale (asse z). Nel secondo caso verranno generate prevalentemente onde di taglio (onde S) visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto orizzontalmente (assi x e y).



Le onde di taglio hanno velocità inferiori rispetto a quelle compressive e quindi raggiungeranno il geofono triassiale quando il primo fronte d'onda compressiva è già transitato. Questo passaggio, purtroppo, costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda S. Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda compressiva P e l'energia dell'onda trasversale S a favore di quest'ultima, si realizza una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto. La sottrazione delle forme d'onda relative a queste due acquisizioni, riduce sensibilmente la componente compressiva presente nel segnale.

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio non inferiore al decimo di millisecondo. Ogni ritardo fra il momento dell'energizzazione fornita al terreno e l'inizio della registrazione sul sismografo si traduce in un errore significativo nei valori di velocità misurati. Per annullare ogni effetto di ritardo, viene posizionato un secondo geofono in prossimità del punto di battuta a testa foro. La forma d'onda restituita da questo geofono viene acquisita su un canale del sismografo e viene analizzata separatamente rispetto a quello che avanza in profondità, in modo da poter valutare ogni possibile anticipo o ritardo del treno d'onda. Il valore del tempo del primo fronte di arrivo a questo geofono è sempre lo stesso per tutte le battute e il segnale è ricco di alte frequenze grazie alla prossimità con la sorgente e quindi è preciso il tempo misurato. In questo caso è stato utilizzato un sistema di chiusura di un circuito elettrico privo di ritardi.

L'analisi dei dati prevede che le battute eseguite in diversi momenti avanzando in profondità vengano raccolte a ricostruire un unico sismogramma, identico a quello che sarebbe stato ricevuto da una catena di tanti geofoni quante sono le posizioni di misura nel foro. In particolare vengono raggruppate in un sismogramma le forme d'onda relative al geofono verticale (asse z) e in un altro sismogramma le forme d'onda relative ai geofoni orizzontali (assi x e y). Poiché i geofoni orizzontali sono due (e posizionati tra di loro a 90°) e il sismogramma uno solo, è necessario che le forme d'onda vengano fra loro composte secondo un certo angolo ϑ (diverso da 90°) che viene opportunamente modificato dal programma di interpretazione per cercare il piano di oscillazione principale dell'onda di taglio. La progressiva modifica dell'angolo di composizione tra x e y, accompagnata dalla grafica in tempo reale della forma d'onda composta, consente di individuare quel valore dell'angolo ϑ per il quale è minima l'energia dell'onda compressiva e massima quella dell'onda trasversale. Questo valore dell'angolo di composizione, diverso per ciascuna profondità, viene utilizzato per la creazione del sismogramma riguardante le onde di taglio.

3 RISULTATI

La prova sismica Down-Hole è stata eseguita nel foro di sondaggio di ubicazione nota alla committenza.

I risultati delle misure Down-Hole sono riportati negli allegati 1 e 2 sia in forma numerica che grafica.

Dall'osservazione degli elaborati delle prove Down-Hole si notano valori dei parametri elastici compatibili con la stratigrafia rilevata; si osservano caratteristiche meccaniche buone già da sei metri da piano campagna con un graduale e progressivo incremento delle velocità sismiche delle onde longitudinali e trasversali, piuttosto elevate, così come i valori dei parametri elastici da queste ricavati. In particolare si notano alcuni step, fra 12 e 16 metri, fra 20 e 22 metri e fra 24 e 30 metri da associare a livelli ghiaiosi debolmente cementati e localmente conglomeratici. Il VS30 finale è 530 m/s, che classifica i terreni nella tavola ministeriale nella categoria B.

EEG s.r.l.

Bruno Vanni

Indice

1	PREMESSA	pag. 1
2	METODOLOGIA SISMICA DOWN-HOLE.....	pag. 2
3	RISULTATI	pag. 4

ALLEGATI

1/a	DH1 - SISMOGRAMMI P ed S E VELOCITA' SISMICHE
1/b	DH1 - PARAMETRI ELASTICI E PESO DI VOLUME

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY