

CITTA' DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO

PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

SETTORE PROGETTAZIONE e MANUTENZIONE OPERE PUBBLICHE

VIALE DE GASPERI, 120 - TEL. 0735 794330 - FAX. 0735 794309 - CODICE FISCAL E PARTITA IVA 00360140446

LAVORI DI "RIQUALIFICAZIONE E RINATURALIZZAZIONE DEL TORRENTE ALBULA"

PROGETTO DI COMPLETAMENTO PISTA CICLOPEDONALE LUNGO IL TORRENTE ALBULA da Via TOSCANA a Viale DE GASPERI STRALCIO 2

San Benedetto del Tronto

Dicembre 2015

DEFINITIVO/ESECUTIVO

Scala

1-1

Aggiornamento

RELAZIONI

Tavola

A2

Rapporto Geologico

Progettista architettonico :

Arch. Farnush DAVARPANAH

Settore Progettazione OO.PP.

Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione:

Arch. Alfredo DI CONCETTO

Settore Progettazione OO.PP.

Collaboratori :

Geom. Filippo D'ANGELI

Settore Progettazione OO.PP.

Arch. Annalisa SINATRA

Settore Progettazione OO.PP.

Il Progettista
Dott. Arch. Farnush DAVARPANAH

Il Responsabile Unico del Procedimento
Dott. Ing. Enrico OFFIDANI

Il Dirigente del Settore
Dott. Arch. Farnush DAVARPANAH

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

DR. STEFANO TAFFONI

COMUNE DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO
SETTORE ASSETTO DEL TERRITORIO , LAVORI PUBBLICI, TUTELA AMBIENTALE
UFFICIO PIANIFICAZIONE E PROGETTAZIONE URBANA

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE E RINATURALIZZAZIONE DEL TRATTO URBANO DEL TORRENTE ALBULA

RAPPORTO GEOLOGICO - GEOTECNICO

COMPOSTO DA

RELAZIONE ESPLICATIVA E ALLEGATI

GROTTAMMARE LI 04-08-2005

IL GEOLOGO

DR. STEFANO TAFFONI



STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA DR. STEFANO TAFFONI
63013 Grottammare (AP) - Via Salvo D'Acquisto 71
Tel. 0735/582325 - 0735 582088 - 339-5975101

P.IVA - 00 50744 0444
C.F. - TFF SFN 56M19 H769E

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dr. Geologo Stefano Taffoni è stato incaricato dall' Ing. Marco Cicchi per conto dell'Amministrazione Comunale di S. Benedetto del Tronto di effettuare uno studio geologico con indicazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti in un' area sita in comune di S. Benedetto del Tronto .

L'opera di progetto ha le seguenti caratteristiche : riqualificazione e rinaturalizzazione del tratto urbano del Torrente Ambula mediante sistemazione dell'alveo e realizzazione di mensole a sbalzo per ampliare i parcheggi sulle vie che corrono parallele all'asta torrentizia.

Per la conoscenza approfondita della successione dei terreni sono stati effettuati n. 2 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo e una prova penetrometrica dinamica continua per parametrizzare i terreni incoerenti incontrati dai due sondaggi.

Per le caratteristiche geotecniche dei terreni del sub – strato argilloso sono stati acquisiti i dati di prove di laboratorio realizzate su terreni simili per età e ambiente di sedimentazione.

Sono stati inoltre consultati una serie di dati di letteratura sulla geologia e geomorfologia dell'area . Per le caratteristiche geologiche , geomorfologiche ed idrogeologiche del sito è stato effettuato un accurato rilevamento in un intorno arealmente significativo.

Si allegano alla presente:

- | | |
|--|-----------------|
| 1- CARTA COROGRAFICA | SCALA 1: 10.000 |
| 2- PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEI SONDAGGI | SCALA 1 : 2.000 |
| 3- CARTA GEOLOGICA CON INDICATO IL
BACINO IDROGEOLOGICO | SCALA 1: 50.000 |
| 4- STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI | |
| 5- ISTOGRAMMI DELLA PROVA PENETROMETRICA | |
| 6- SEZIONI GEOTECNICHE | |
| 7- FOTOGRAFIE | |

2. UBICAZIONE

L' area oggetto del presente studio risulta ubicata in Comune di S. Benedetto del Tronto ed interessa il tratto urbano del torrente Albula compreso tra il ponte sulla statale 16 Adriatica e la foce .

(vedi corografia allegata).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il sub-strato presente nell'area in oggetto appartiene alla Formazione Geologica delle Argille Grigie Pleistoceniche, costituita da fitte alternanze di livelli argillosi sovraconsolidati e sottili veli sabbiosi.

La giacitura del sub-strato è di tipo appenninico con pendenza degli strati verso nord - est.

La coltre di copertura è costituita da uno spessore variabile tra 12 metri e 25 metri circa di materiale sabbioso ghiaioso di origine alluvionale deposto dal torrente Albula durante la sua formazione ed evoluzione fino allo stato attuale. La variazione dello spessore del sedimento alluvionale del terrazzo attuale del Torrente Albula è dovuta al particolare meccanismo di deposizione dei sedimenti alluvionali che si rinvergono con spessori maggiori nelle aree di massima incisione dell'alveo del torrente. Allo stato attuale l'alveo si presenta cementato e perfettamente rettilineo ma nelle fasi di emersione della fascia costiera adriatica durante l'Olocene, l'alveo naturale del Torrente Albula ha subito notevoli variazioni di direzione deponendo quindi il sedimento alluvionale ghiaioso sabbioso in maniera molto variabile lateralmente, ne risulta quindi che lo spessore delle ghiaie rinvenute nei due sondaggi è discontinuo sia lateralmente (in direzione nord sud) che longitudinalmente (in direzione est ovest).

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area in oggetto è situata tra la quota 0.0 m sulla foce e la quota 4.0 circa in prossimità del ponte di Via Toscana.

La pendenza dell'area in oggetto è di circa 1% verso est, le caratteristiche geotecniche del terreno alluvionale sono buone come quelle del sub - strato argilloso Pleistocenico.

Tutta l'area in esame appartiene al terrazzo alluvionale attuale del Torrente Albula ed allo stato attuale si presenta perfettamente stabile, non sono visibili infatti in superficie le deformazioni del terreno che possono fare ipotizzare la presenza di fenomeni di instabilità in atto o latente.

5. IDROGEOLOGIA

La circolazione idrica superficiale, con il calcolo delle portate massime di piena, è stata oggetto di uno studio approfondito da parte dell'Università di Ancona.

Il sottoscritto ha provveduto ad una delimitazione del bacino idrogeologico sulla cartografia geologica scala 1: 50.000 (vedi allegato) per mettere in evidenza le tipologie dei terreni ed avere quindi una indicazione di massima sulla loro permeabilità.

La superficie totale del bacino idrico è di 19.1 Km².

Le tipologie di terreni presenti nel bacino idrografico del Torrente Albula sono le seguenti :

1) Ghiaie e sabbie di tetto (numeri 5 e 6 sulla cartografia allegata).

Superficie totale stimata 2.9 Km² pari al 15.3% della superficie totale.

Tali terreni sono per loro natura molto porosi e molto permeabili, assorbono quindi la quasi totalità delle acque di precipitazione meteorica, esse vanno ad alimentare delle sorgenti naturali presenti nelle parti alte dei versanti torrentizi in destra orografica.

Tali terreni si presentano scarsamente coltivati.

2) Alluvioni terrazzate (numeri 3 e 1)

Superficie totale stimata 4.8 Km² , pari al 25.1 % del totale

Tali terreni sono di natura limoso sabbiosa in superficie e ghiaioso sabbiosa in profondità ne risulta quindi che le acque di precipitazione meteorica si infiltrano con una certa lentezza a causa della presenza del limo superficiale ma sicuramente in discreta quantità a causa della bassa pendenza delle superfici terrazzate . Tali terreni sono sede di piccole falde freatiche con estensione casuale e si presentano intensamente utilizzati sia a scopi florovivaistici che a vigneto.

3) Coltri eluvio colluviali e di paleofrana (numero 2)

Superficie totale stimata 5.4 Km² , pari al 28.2 % del totale.

Tali terreni si rinvengono soprattutto in destra orografica e si presentano struttura e granulometria molto variabili sia lateralmente che in profondità.

Si può in linea di massima affermare che la loro permeabilità e porosità è simile a quella delle alluvioni terrazzate, ma a causa della loro maggiore pendenza assorbono minor quantità di acqua di precipitazione meteorica e sono anche di conseguenza maggiormente erodibili.

In tali terreni la presenza di falde idriche è scarsa e casuale essendo legata alla presenza di lenti ghiaiose o sabbiose in prossimità del sub strato argilloso.

Tali terreni , che si presentano intensamente coltivati soprattutto a vigneto, vengono fortemente erosi in concomitanza di precipitazioni di breve durata e forte intensità a causa della usanza di coltivare i vigneti con i filari disposti parallelamente lungo le linee di massima pendenza dei versanti.

4) Argille Grigie del Sub – Strato Geologico (Pleistocene) (numero 7)

Superficie totale stimata 6.0 Km² , pari al 31.4 % del totale.

Tali terreni affiorano in vaste zone del bacino idrografico (sono ben visibili in affioramento anche in alcune aree calanchive). Essi sono perfettamente impermeabili e molto erodibili. Intensa la coltivazione di tipo, cereali , girasoli, poche le vigne.

5.1 ALVEO DEL TORRENTE ALBULA NEL TRATTO URBANO

La circolazione idrica profonda è ad andamento casuale essendo legata alla presenza di livelli porosi e permeabili (sabbie o ghiaie) in prossimità del contatto con il sub – strato argilloso impermeabile. Durante la escavazione dei sondaggi è stata evidenziata la presenza di una falda freatica di sub alveo fino alla profondità di -1.2 metri. La falda freatica ha uno spessore dell'acquifero compreso tra 10 m e 20 metri e risulta molto abbondante vista la elevata porosità e permeabilità del sedimento ghiaioso e sabbioso del terrazzo attuale e vista anche la sua interconnessione e continuità idrogeologica con l' estesa falda freatica di spiaggia .

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nell'area di studio sono stati realizzati due sondaggi a rotazione e carotaggio continuo una prova penetrometrica pesante. Il sondaggio n. 1, profondo 14.5 metri ha incontrato le argille grigie Pleistoceniche del sub – strato alla profondità di 12.5 m, esso è stato realizzato in sinistra orografica in prossimità del ponte sulla ferrovia.

Il sondaggio n. 2 si è fermato alla profondità di 17.5 poiché le ghiaie intercettate fin dalla profondità di 12.5 m stringevano fortemente, per attrito laterale, la batteria di perforazione ed il rivestimento del foro, impedendo la prosecuzione della perforazione. Il sondaggio n.2 è stato realizzato in prossimità del ponte di Via Toscana nell'alveo del T. Albula in sinistra orografica.

La prova penetrometrica pesante SCPT è stata realizzata in sinistra orografica in prossimità del ponte di Viale De Gasperi ed ha raggiunto la profondità di 9.8 metri.

7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE

Dai risultati dei sondaggi e della prova penetrometrica si evidenzia in maniera chiara la presenza di un sedimento di origine alluvionale prevalentemente ghiaioso con ciottoli arrotondati di grandi dimensioni alternato ad un sedimento di spiaggia prevalentemente sabbioso con lenti ghiaiose .

Si è evidenziato inoltre una grande variabilità della profondità del sub – strato argilloso a causa dell'imprevedibilità dell'andamento del paleo alveo del T. Albula durante le fasi di emersione della costa adriatica nell'Olocene.

Il sub strato è stato intercettato alla profondità di 12.5 m nel sondaggio n.1 e non è stato possibile incontrarlo nel sondaggio n. 2 per problemi tecnici, si ritiene comunque che nelle zone di massima incisione del paleo alveo, il sub strato argilloso pleistocenico possa trovarsi intorno ai 25 metri di profondità.

.Dalla analisi dei sedimenti recuperati durante le due perforazioni si è evidenziata la seguente stratigrafia di massima:

da 0.0 m a 0.4 m -
massetto cementizio

da 0.4 m a 12.5 m
alternanze di livelli sabbiosi e ghiaiosi ben addensati e compatti

da 12.5 m
presenza del sub strato argilloso sovraconsolidato o presenza di livelli ghiaiosi di origine alluvionale molto addensati e molto compatti.

8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Ai terreni presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici ricavati sia dalla prova penetrometrica dinamica pesante, sia dalla letteratura, sia da prove geotecniche (prove di laboratorio) effettuate su terreni identici per età e ambiente di sedimentazione.

TERRENO SABBIOSO DI SPIAGGIA A MEDIA GRANULOMETRIA, COMPATTO, IN SCARSA MATRICE LIMOSA

Da 0.4 m a 12.5 m (alternato a lenti ghiaiose compatte)

Nspt medio = 5
Peso di volume saturo $\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$
Peso di volume immerso $\gamma' = 0.9 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito $\phi = 28^\circ$
Densità relativa $D_r = 50\%$

Terreno con buone caratteristiche geotecniche.

TERRENO GHIAIOSO IN MATRICE SABBIOSA ALTERNATO A SABBIE DI SPIAGGIA COMPATTE

DA 0.4 A 12.5 m

Nspt medio = 11
Peso di volume saturo $\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$
Peso di volume immerso in falda $\gamma' = 0.9 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito interno $\phi = 30^\circ$
Densità relativa $D_r = 55\%$

Terreno con buone caratteristiche geotecniche.

GHIAIE FLUVIALI CON CIOTTOLI DI GROSSE DIMENSIONI ARROTONDATI

Da 12.5 m

Nspt medio = 40

Peso di volume $\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$

Peso di volume immerso $\gamma' = 1.0 \text{ t/m}^3$

Angolo di attrito interno $\phi = 35^\circ$

Densità relativa $D_r = 60\%$

Terreno con ottime caratteristiche geotecniche.

TERRENO ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO AZZURRO DEL SUB STRATO GEOLOGICO

Da 12.5 in poi (solo nel sondaggio n.1)

Peso di volume $\gamma = 2.1 \text{ t/m}^3$

Angolo di attrito $\phi = 27^\circ$

Coesione non drenata $C_u = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$

Densità relativa $D_r = 70\%$

Terreno con ottime caratteristiche geotecniche.

Tutti i parametri geotecnici elencati sono stati presi a favore della sicurezza.

9. TIPOLOGIA DI FONDAZIONE E CALCOLO CARICO AMMISSIBILE

Il progetto di riqualificazione e rinaturalizzazione del tratto urbano del T. Albula prevede, oltre alle opere di sistemazione e rinaturalizzazione dell'attuale alveo cementato, la realizzazione di mensole a sbalzo sia sulla sponda in destra che in sinistra orografica.

Per sorreggere tali mensole si consiglia la realizzazione di una serie di pali trivellati che raggiungano in profondità i terreni adeguatamente consistenti che sono stati intercettati durante la campagna di sondaggi.

Su richiesta dei progettisti verranno effettuati i calcoli di carico ammissibile sia per pali del diametro di 0.6 m profondi mediamente 15 metri che per pali del diametro 0.8 m profondi mediamente 10 metri. Tutti i pali saranno realizzati partendo dall'attuale marciapiedi, ad una quota media di + 3.0 m rispetto a quella in cui sono stati realizzati i sondaggi per cui nei primi tre metri è stato inserito nel calcolo un terreno di riporto con scarse caratteristiche geotecniche.

Dalle stratigrafie e da dati di letteratura si rileva che alcuni dei pali andranno ad intestarsi in terreni argillosi del sub strato geologico, altri nelle ghiaie fluviali profonde e non è da escludere, vista la variabilità di sedimentazione riscontrata nell'alveo attuale del T. Albula, che alcuni pali possano intestarsi su terreni sabbiosi di spiaggia compatti. A tale proposito il sottoscritto ha provveduto a calcolare sia la portanza di punta sia quella laterale sia la capacità totale Q_a , dei pali trivellati intestati sia nei terreni argillosi del sub strato che in quelli ghiaiosi compatti che in quelli sabbiosi addensati. Nel caso dei terreni argillosi del sub strato i pali dovranno raggiungere le argille grigie senza tracce di alterazione e superarle con un incastro di almeno 2.0 metri.

Il calcolo viene realizzato secondo le relazioni di Terzaghi valide per pali trivellati.

9.1 PALI DI FONDAZIONE

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Per le fasi di calcolo viene fatto riferimento alla normativa:

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

- Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.
- Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni.

Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

Carico limite verticale

Il carico limite verticale è stato calcolato con le formule statiche, che esprimono il medesimo in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche del terreno e dell'interfaccia palo-terreno. A riguardo, poiché la realizzazione di un palo, sia esso infisso o trivellato, modifica sempre le caratteristiche del terreno nell'intorno dello stesso, si propone di assumere un angolo di resistenza a taglio pari a:

$$\phi' = \frac{3}{4}\phi + 10 \quad \text{nei pali infissi}$$

$$\phi' = \phi - 3^\circ \quad \text{nei pali trivellati}$$

dove ϕ è l'angolo di resistenza a taglio prima dell'esecuzione del palo. Di seguito indicheremo con ϕ il parametro di resistenza scelto.

Ai fini del calcolo, il carico limite Q_{lim} viene convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta Q_p e la resistenza laterale Q_l .

Resistenza unitaria alla punta

Formula di Terzaghi

La soluzione proposta da Terzaghi assume che il terreno esistente al disopra della profondità raggiunta dalla punta del palo possa essere sostituito da un sovraccarico equivalente pari alla tensione verticale efficace (trascurando pertanto il fatto che l'interazione tra palo e terreno di fondazione possa modificare tale valore) e riconduce l'analisi al problema di capacità portante di una fondazione superficiale.

La formula di Terzaghi può essere scritta:

$$Q_p = c \times N_c \times s_c + \gamma \times L \times N_q + 0.5 \times \gamma \times D \times N_\gamma \times s_\gamma$$

dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \phi/2) \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

Resistenza del fusto

Il metodo utilizzato per il calcolo della capacità portante laterale è il metodo α , proposto da *Tomlinson (1971)*; la resistenza laterale viene calcolata nel seguente modo:

$$Q_l = (\alpha c + \sigma K \tan \delta) \cdot A_l \cdot f_w$$

A_l = superficie laterale del palo;

f_w = fattore di correzione legato alla tronco-conicità del palo, ossia la diminuzione percentuale del diametro del palo con

c = valore medio della coesione (o della resistenza a taglio in condizioni non drenate);

σ = pressione verticale efficace del terreno;

K = coefficiente di spinta orizzontale, dipendente dalla tecnologia di esecuzione del palo e dal precedente stato di addensamento, viene calcolato come segue:

Per pali trivellati

$$K = 1 - \sin \phi$$

δ = attrito palo-terreno funzione della scabrezza della superficie del palo;

Per pali infissi

$$\delta = 3/4 \tan \phi$$

Per pali trivellati

$$\delta = \tan \phi$$

α = coefficiente d'adesione ricavato come di seguito riportato:

Pali trivellati:

Caquot - Kerisel
$$\alpha = \frac{100 + c^2}{100 + 7c^2}$$

Meyerhof - Murdock (1963)
$$\alpha = 1 - 0.1 \cdot c \text{ per } c < 5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.525 - 0.005 \cdot c \text{ per } c \geq 5 \text{ t/m}^2$$

Whitaker - Cooke (1966)
$$\alpha = 0.9 \text{ per } c < 2.5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.8 \text{ per } 2.5 = c < 5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.6 \text{ per } 5 = c = 7.5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.9 \text{ per } c > 7.5 \text{ t/m}^2$$

Woodward (1961)
$$\alpha = 0.9 \text{ per } c < 4 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.6 \text{ per } 4 = c < 8 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.5 \text{ per } 8 = c < 12 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.4 \text{ per } 12 = c = 20 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.20 \text{ per } c > 20 \text{ t/m}^2$$

Attrito negativo

Quando un palo viene infisso o passa attraverso uno strato di materiale compressibile prima che si sia esaurito il processo di consolidazione, il terreno si muoverà rispetto al palo facendo insorgere sforzi attritivi tra palo e terreno che inducono al cosiddetto fenomeno dell'attrito negativo. L'effetto dell'attrito negativo è quello di aumentare il carico assiale sul palo, con conseguente aumento del cedimento, dovuto all'accorciamento elastico del palo stesso per effetto dell'aumento di carico. La forza che nasce per effetto dell'attrito negativo è stimata pari alla componente attritiva della resistenza laterale (vedi Resistenza del fusto) lungo la superficie laterale a contatto con lo strato in cui si genera tale fenomeno, ma di verso opposto all'attrito positivo. La risultante così determinata non viene detratta dal carico limite, ma da quello di esercizio.

Fattore di correzione in condizioni sismiche.

Criterio di Vesic

Secondo questo autore per tenere conto del fenomeno della dilatanza nel calcolo della capacità portante è sufficiente diminuire di 2° l'angolo d'attrito degli strati di fondazione. Il limite di questo suggerimento è nel fatto che non tiene conto dell'intensità della sollecitazione sismica (espressa attraverso il parametro dell'accelerazione sismica orizzontale massima). Questo criterio pare però trovare conferma nelle osservazioni fatte in occasione di diversi eventi sismici.

Criterio di Sano

L'autore propone di diminuire l'angolo d'attrito degli strati portanti di una quantità data dalla relazione:

$$D_p = \arctg\left(\frac{A_{max}}{\sqrt{2}}\right)$$

dove A_{max} è l'accelerazione sismica orizzontale massima.

Questo criterio, rispetto a quello di *Vesic*, ha il vantaggio di prendere in considerazione anche l'intensità della sollecitazione sismica. L'esperienza però dimostra che l'applicazione acritica di questa relazione può condurre a valori eccessivamente cautelativi di *Q_{lim}*.

Le correzioni di *Sano* e di *Vesic* si applicano esclusivamente a terreni incoerenti ben addensati. È errato applicarle a terreni sciolti o mediamente addensati, dove le vibrazioni sismiche producono il fenomeno opposto a quello della dilatanza, con aumento del grado di addensamento e dell'angolo d'attrito.

CEDIMENTI

Il cedimento verticale è stato calcolato con il metodo di Davis-Poulos, secondo il quale il palo viene considerato rigido (indeformabile) immerso in un mezzo elastico, semispazio o strato di spessore finito.

Si ipotizza che l'interazione palo-terreno sia costante a tratti lungo n superfici cilindriche in cui viene suddivisa la superficie laterale del palo.

Il cedimento della generica superficie i per effetto del carico trasmesso dal palo al terreno lungo la superficie j -esima può essere espresso:

$$W_{i,j} = (\tau_j / E) \times B \times I_{i,j}$$

Avendo indicato con:

τ_j = Incremento di tensione relativo al punto medio della striscia

E = Modulo elastico del terreno

B = Diametro del palo

$I_{i,j}$ = Coefficiente di influenza

Il cedimento complessivo si ottiene sommando $W_{i,j}$ per tutte le j aree

CARICO LIMITE ORIZZONTALE

Il carico limite orizzontale è stato calcolato secondo la teoria sviluppata da Broms il quale assume che il comportamento dell'interfaccia palo-terreno sia di tipo rigido perfettamente plastico, e cioè che la resistenza del terreno si mobiliti interamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento a rimanga costante al crescere dello spostamento stesso.

Si assume che il comportamento flessionale del palo sia di tipo rigido-perfettamente plastico, vale a dire che le rotazioni elastiche del palo sono trascurabili finché il momento flettente non raggiunge il valore M_y di plasticizzazione.

Per i terreni coesivi Broms propone di adottare una reazione del terreno costante con la profondità pari a:

$$p = 9 \times c_u \times B$$

con reazione nulla fino alla profondità di 1.5 d; avendo indicato con:

c_u = Coesione non drenata,

B = Diametro del palo

p = Reazione del terreno per unità di lunghezza del palo.

Per i terreni incoerenti si assume che la resistenza vari linearmente con la profondità secondo la legge:

$$p = 3K_p \gamma z B$$

avendo indicato con:

p = Reazione del terreno per unità di lunghezza del palo;

K_p = Coefficiente di spinta passiva;

γ = Peso unità di volume del terreno;

z = Profondità;

B = Diametro del palo.

9.2 PALO 0.6 m INTESTATO NELLE GHIAIE COMPATTE

Dati generali...

Descrizione	PALO
Diametro punta	0,60 m
Lunghezza	15,00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0,50 m
Accelerazione sismica	0,15
Coeff. Poisson strato punta palo (max 0.5)	0,50

Fattori di sicurezza

Fattore di sicurezza instabilità	5,00
Fattore di sicurezza carico limite laterale	2,50
Fattore di sicurezza carico limite punta	2,50

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo

Rck	300,00 kg/cm ²
Modulo elastico	311769,20 kg/cm ²
Peso Specifico	2500,00 kg/m ³

Armatura

Tensione ammissibile	2600,00 kg/cm ²
Modulo elastico	2100000,00 kg/cm ²

Modello ad elementi finiti

Max spostamento lineare del terreno	0,01 m
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1,00
Fattore di riduzione molla fondo scavo	1,00
Numero di elementi	9,00
Nodo sulla superficie del terreno [$< n^{\circ}$ nodi]	1,00
Modulo di reazione Ks	Bowles
Modulo elastico	284000,00 kg/cm ²

Carichi

Forze orizzontali (Fo) positive dirette da destra a sinistra; Forze verticali (Fv) positive dirette verso il basso; Coppie (M) positive orarie.

Nodo	Fo (kg)	M (kgm)	Fv (kg)
1	12000,00	0,00	0,00

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto..

Nr.	Hs	Peso unità di Volume (kg/m ³)	Peso Unità di volume Saturo (kg/m ³)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico (kg/cm ²)	Descrizione litologica
1	3,00	1650,00	0,00	0,00	15,00	No	0,98	15,00	RIPORTO
2	9,00	1700,00	1900,00	0,00	28,00	No	0,98	150,00	SABBIE CON LENTIGHIAILOSE
3	5,00	1800,00	2000,00	0,00	35,00	No	0,96	250,00	GHIAIE COMPATTE

Carico limite (Terzaghi)

Diametro (m)	Lunghezza (m)	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/(kg/cm ²)	Peso palo (kg)	Carico limite punta (kg)	Carico limite laterale (kg)	Carico limite (kg)	Carico ammissibile punta (kg)	Carico ammissibile laterale (kg)	Carico ammissibile (kg)	Cedimento max (cm)
0,60	15,00	32,23	48,09	33/0,00	10602,88	164110,10	81750,45	235257,70	65644,04	32700,18	87741,34	0,96

9.3 PALO 0.6 m INTESTATO NELLE SABBIE COMPATTE**Dati generali...**

Descrizione	PALO
Diametro punta	0,60 m
Lunghezza	15,00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0,50 m
Accelerazione sismica	0,15
Coeff. Poisson strato punta palo (max 0.5)	0,50

Fattori di sicurezza

Fattore di sicurezza instabilità	5,00
Fattore di sicurezza carico limite laterale	2,50
Fattore di sicurezza carico limite punta	2,50

Caratteristiche dei materiali**Calcestruzzo**

Rck	300,00 kg/cm ²
Modulo elastico	311769,20 kg/cm ²
Peso Specifico	2500,00 kg/m ³

Armatura

Tensione ammissibile	2600,00 kg/cm ²
Modulo elastico	2100000,00 kg/cm ²

Modello ad elementi finiti

Max spostamento lineare del terreno	0,01 m
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1,00
Fattore di riduzione molla fondo scavo	1,00
Numero di elementi	9,00
Nodo sulla superficie del terreno [$< n^{\circ}$ nodi]	1,00
Modulo di reazione Ks	Bowles
Modulo elastico	284000,00 kg/cm ²

Carichi

Forze orizzontali (Fo) positive dirette da destra a sinistra; Forze verticali (Fv) positive dirette verso il basso; Coppie (M) positive orarie.

Nodo	Fo (kg)	M (kgm)	Fv (kg)
1	12000,00	0,00	0,00

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto..

Nr.	Hs	Peso unità di Volume (kg/m ³)	Peso Unità di volume Saturo (kg/m ³)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico (kg/cm ²)	Descrizione litologica
1	3,00	1650,00	0,00	0,00	15,00	No	0,98	15,00	RIPORTO
2	9,00	1700,00	1900,00	0,00	28,00	No	0,98	150,00	SABBIE CON LENTI GHIAIO SE
3	5,00	1800,00	1900,00	0,00	30,00	No	0,96	200,00	SABBIE COMPATTE

Carico limite (Terzaghi)

Diametro (m)	Lunghezza (m)	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/(kg/cm ²)	Peso palo (kg)	Carico limite punta (kg)	Carico limite laterale (kg)	Carico limite (kg)	Carico ammissibile punta (kg)	Carico ammissibile laterale (kg)	Carico ammissibile (kg)	Cedimento max (cm)
0,60	15,00	17,81	31,61	28/0,00	10602,88	88664,42	74245,94	152307,50	35465,77	29698,38	54561,27	0,80

9.4 PALO 0.6 m INTESTATO NELLE ARGILLE DEL SUB STRATO

Dati generali...

Descrizione	PALO
Diametro punta	0,60 m
Lunghezza	15,00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0,50 m
Accelerazione sismica	0,15
Coeff. Poisson strato punta palo (max 0.5)	0,50

Fattori di sicurezza

Fattore di sicurezza instabilità	5,00
Fattore di sicurezza carico limite laterale	2,50
Fattore di sicurezza carico limite punta	2,50

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo

Rck	300,00 kg/cm ²
Modulo elastico	311769,20 kg/cm ²
Peso Specifico	2500,00 kg/m ³

Armatura

Tensione ammissibile	2600,00 kg/cm ²
Modulo elastico	2100000,00 kg/cm ²

Modello ad elementi finiti

Max spostamento lineare del terreno	0,01 m
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1,00
Fattore di riduzione molla fondo scavo	1,00
Numero di elementi	9,00
Nodo sulla superficie del terreno [$< n^{\circ}$ nodi]	1,00
Modulo di reazione Ks	Bowles
Modulo elastico	284000,00 kg/cm ²

Carichi

Forze orizzontali (Fo) positive dirette da destra a sinistra; Forze verticali (Fv) positive dirette verso il basso; Coppie (M) positive orarie.

Nodo	Fo (kg)	M (kgm)	Fv (kg)
1	12000,00	0,00	0,00

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto..

Nr.	Hs	Peso unità di Volume (kg/m ³)	Peso Unità di volume Saturo (kg/m ³)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico (kg/cm ²)	Descrizione litologica
1	3,00	1650,00	0,00	0,00	15,00	No	0,98	15,00	RIPORTO
2	9,00	1700,00	1900,00	0,00	28,00	No	0,98	150,00	SABBIE CON LENTI GHIAIOSE
3	5,00	1900,00	2100,00	2,00	27,00	No	0,96	160,00	SUB-STRATO ARGILLOSO

Carico limite (Terzaghi)

Diametro (m)	Lunghezza a (m)	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/(kg/cm ²)	Peso palo (kg)	Carico limite punta (kg)	Carico limite laterale (kg)	Carico limite (kg)	Carico ammissibile punta (kg)	Carico ammissibile laterale (kg)	Carico ammissibile (kg)	Cedimento max (cm)
0,60	15,00	1,00	5,70	-2/2,00	10602,88	40842,28	184922,80	215162,20	16336,91	73969,11	79703,14	1,38

9.5 TABELLA RIASSUNTIVA

PALO 0.6 m – NELLE ARGILLE PLEISTOCENICHE	Profondità 15 m	Qa = 79.7 t
PALO 0.6 m NELLE GHIAIE FLUVIALI COMPATTE	Profondità 15 m	Qa = 87.7 t
PALO 0.6 m NELLE SABBIE DI SPIAGGIA COMPATTE	Profondità 15 m	Qa = 54.5 t

9.6 PALO 0.8 m NELLE GHIAIE COMPATTE**Dati generali...**

Descrizione	PALO
Diametro punta	0,80 m
Lunghezza	10,00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0,50 m
Accelerazione sismica	0,15
Coeff. Poisson strato punta palo (max 0.5)	0,50

Fattori di sicurezza

Fattore di sicurezza instabilità	5,00
Fattore di sicurezza carico limite laterale	2,50
Fattore di sicurezza carico limite punta	2,50

Caratteristiche dei materiali**Calcestruzzo**

Rck	300,00 kg/cm ²
Modulo elastico	311769,20 kg/cm ²
Peso Specifico	2500,00 kg/m ³

Armatatura

Tensione ammissibile	2600,00 kg/cm ²
Modulo elastico	2100000,00 kg/cm ²

Modello ad elementi finiti

Max spostamento lineare del terreno	0,01 m
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1,00
Fattore di riduzione molla fondo scavo	1,00
Numero di elementi	9,00
Nodo sulla superficie del terreno [$< n^{\circ}$ nodi]	1,00
Modulo di reazione Ks	Bowles
Modulo elastico	284000,00 kg/cm ²

Carichi

Forze orizzontali (Fo) positive dirette da destra a sinistra; Forze verticali (Fv) positive dirette verso il basso; Coppie (M) positive orarie.

Nodo	Fo (kg)	M (kgm)	Fv (kg)
1	12000,00	0,00	0,00

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto..

Nr.	Hs	Peso unità di Volume (kg/m ³)	Peso Unità di volume Saturo (kg/m ³)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico (kg/cm ²)	Descrizione litologica
1	3,00	1650,00	0,00	0,02	15,00	No	0,98	20,00	RIPORTO
2	6,00	1700,00	1900,00	0,00	28,00	No	0,98	150,00	SABBIE DI SPIAGGIA CON LENTI GHIAIOSE
3	6,00	1800,00	2000,00	0,00	35,00	No	0,96	250,00	GHIAIA COMPATTA

Carico limite (Terzaghi)

Diametro (m)	Lunghezza a (m)	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/(kg/cm ²)	Peso palo (kg)	Carico limite punta (kg)	Carico limite laterale (kg)	Carico limite (kg)	Carico ammissibile punta (kg)	Carico ammissibile laterale (kg)	Carico ammissibile (kg)	Cedimento max (cm)
0,80	10,00	32,23	48,09	33/0,00	12566,37	215614,10	55032,03	258079,70	86245,63	22012,81	95692,06	0,80

9.6 PALO 0.8 m NELLE SABBIE COMPATTE**Dati generali...**

Descrizione	PALO
Diametro punta	0,80 m
Lunghezza	10,00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0,50 m
Accelerazione sismica	0,15
Coeff. Poisson strato punta palo (max 0.5)	0,50

Fattori di sicurezza

Fattore di sicurezza instabilità	5,00
Fattore di sicurezza carico limite laterale	2,50
Fattore di sicurezza carico limite punta	2,50

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo	
Rck	300,00 kg/cm ²
Modulo elastico	311769,20 kg/cm ²
Peso Specifico	2500,00 kg/m ³

Armatura

Tensione ammissibile	2600,00 kg/cm ²
Modulo elastico	2100000,00 kg/cm ²

Modello ad elementi finiti

Max spostamento lineare del terreno	0,01 m
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1,00
Fattore di riduzione molla fondo scavo	1,00
Numero di elementi	9,00
Nodo sulla superficie del terreno [$< n^{\circ}$ nodi]	1,00
Modulo di reazione Ks	Bowles
Modulo elastico	284000,00 kg/cm ²

Carichi

Forze orizzontali (Fo) positive dirette da destra a sinistra; Forze verticali (Fv) positive dirette verso il basso; Coppie (M) positive orarie.

Nodo	Fo (kg)	M (kgm)	Fv (kg)
1	12000,00	0,00	0,00

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. **Hs:** Spessore dello strato. **Fi:** Angolo di attrito. **c:** Coesione **Alfa:** Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto..

Nr.	Hs	Peso unità di Volume (kg/m ³)	Peso Unità di volume Saturo (kg/m ³)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico (kg/cm ²)	Descrizione litologica
1	3,00	1650,00	0,00	0,02	15,00	No	0,98	20,00	RIPORTO
2	10,00	1700,00	1900,00	0,00	28,00	No	0,98	150,00	SABBIE DI SPIAGGIA CON LENTI GHIAIOSE

Carico limite (Terzaghi)

Diametro (m)	Lunghezza a (m)	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/(kg/cm ²)	Peso palo (kg)	Carico limite punta (kg)	Carico limite laterale (kg)	Carico limite (kg)	Carico ammissibile punta (kg)	Carico ammissibile laterale (kg)	Carico ammissibile (kg)	Cedimento max (cm)
0,80	10,00	14,21	27,08	26/0,00	12566,37	93639,17	49907,61	130980,40	37455,67	19963,04	44852,34	0,70

9.7 PALO 0.8 NELLE ARGILLE DEL SUB - STRATO**Dati generali...**

Descrizione	PALO
Diametro punta	0,80 m
Lunghezza	10,00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0,50 m
Accelerazione sismica	0,15
Coeff. Poisson strato punta palo (max 0.5)	0,50

Fattori di sicurezza

Fattore di sicurezza instabilità	5,00
Fattore di sicurezza carico limite laterale	2,50
Fattore di sicurezza carico limite punta	2,50

Caratteristiche dei materiali**Calcestruzzo**

Rck	300,00 kg/cm ²
Modulo elastico	311769,20 kg/cm ²
Peso Specifico	2500,00 kg/m ³

Armatura

Tensione ammissibile	2600,00 kg/cm ²
Modulo elastico	2100000,00 kg/cm ²

Modello ad elementi finiti

Max spostamento lineare del terreno	0,01 m
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1,00
Fattore di riduzione molla fondo scavo	1,00
Numero di elementi	9,00
Nodo sulla superficie del terreno [<n° nodi]	1,00
Modulo di reazione Ks	Bowles
Modulo elastico	284000,00 kg/cm ²

Carichi

Forze orizzontali (Fo) positive dirette da destra a sinistra; Forze verticali (Fv) positive dirette verso il basso; Coppie (M) positive orarie.

Nodo	Fo (kg)	M (kgm)	Fv (kg)
1	12000,00	0,00	0,00

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto..

Nr.	Hs	Peso unità di Volume (kg/m ³)	Peso Unità di volume Saturo (kg/m ³)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico (kg/cm ²)	Descrizione litologica
1	3,00	1650,00	0,00	0,02	15,00	No	0,98	20,00	RIPORTO
2	6,00	1700,00	1900,00	0,00	28,00	No	0,98	150,00	SABBIE DI SPIAGGIA CON LENTI GHIAIOSE
3	6,00	1900,00	2100,00	2,00	27,00	No	0,96	160,00	SUBSTRATO ARGILLOSO

Carico limite (Terzagli)

Diametro (m)	Lunghezza (m)	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/(kg/cm ²)	Peso palo (kg)	Carico limite punta (kg)	Carico limite laterale (kg)	Carico limite (kg)	Carico ammissibile punta (kg)	Carico ammissibile laterale (kg)	Carico ammissibile (kg)	Cedimento max (cm)
0,80	10,00	1,00	5,70	-2/2,00	12566,37	67632,20	130273,60	185339,50	27052,88	52109,45	66595,96	0,91

9.8 TABELLA RIASSUNTIVA

PALO 0.8 M NELLE ARGILLE PLEISTOCENICHE	Profondità 10 m	Qa = 66.5 t
PALO 0.8 m NELLE GHIAIE FLUVIALI	Profondità 10 m	Qa = 95.6 t
PALO 0.8 m NELLE SABBIE COMPATTE	Profondità 10 m	Qa = 44.8 t

Il progettista delle opere può tenere conto del valore del carico ammissibile (Qa) calcolato per i pali di diverso diametro nelle tre diverse situazioni che si incontreranno durante la esecuzione dei lavori per dimensionare correttamente il piano di fondazione delle mensole a sbalzo.

10 . NORME SISMICHE

L'area in oggetto ricade nel territorio del comune di S. Benedetto del Tronto . In base alla Delibera Regionale n.1046 del 29-07-2003, contenente gli indirizzi generali per la prima applicazione dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20-03-2003, il territorio comunale di S. Benedetto del Tronto risulta classificato sismicamente nella terza categoria con grado di sismicità S = 6.

Sulla base del D.M. del 16-01-1996 si può attribuire al sito in oggetto un coefficiente sismico di fondazione $\epsilon = 1.3$ poiché la stratigrafia è caratterizzata da depositi alluvionali di spessore compreso tra cinque e venti metri sovrastanti terreni coesivi (Argille Grigie Pleistoceniche Sovraconsolidate) con caratteristiche meccaniche significativamente superiori.

GROTTAMMARE LI 04-08-2005

IL GEOLOGO

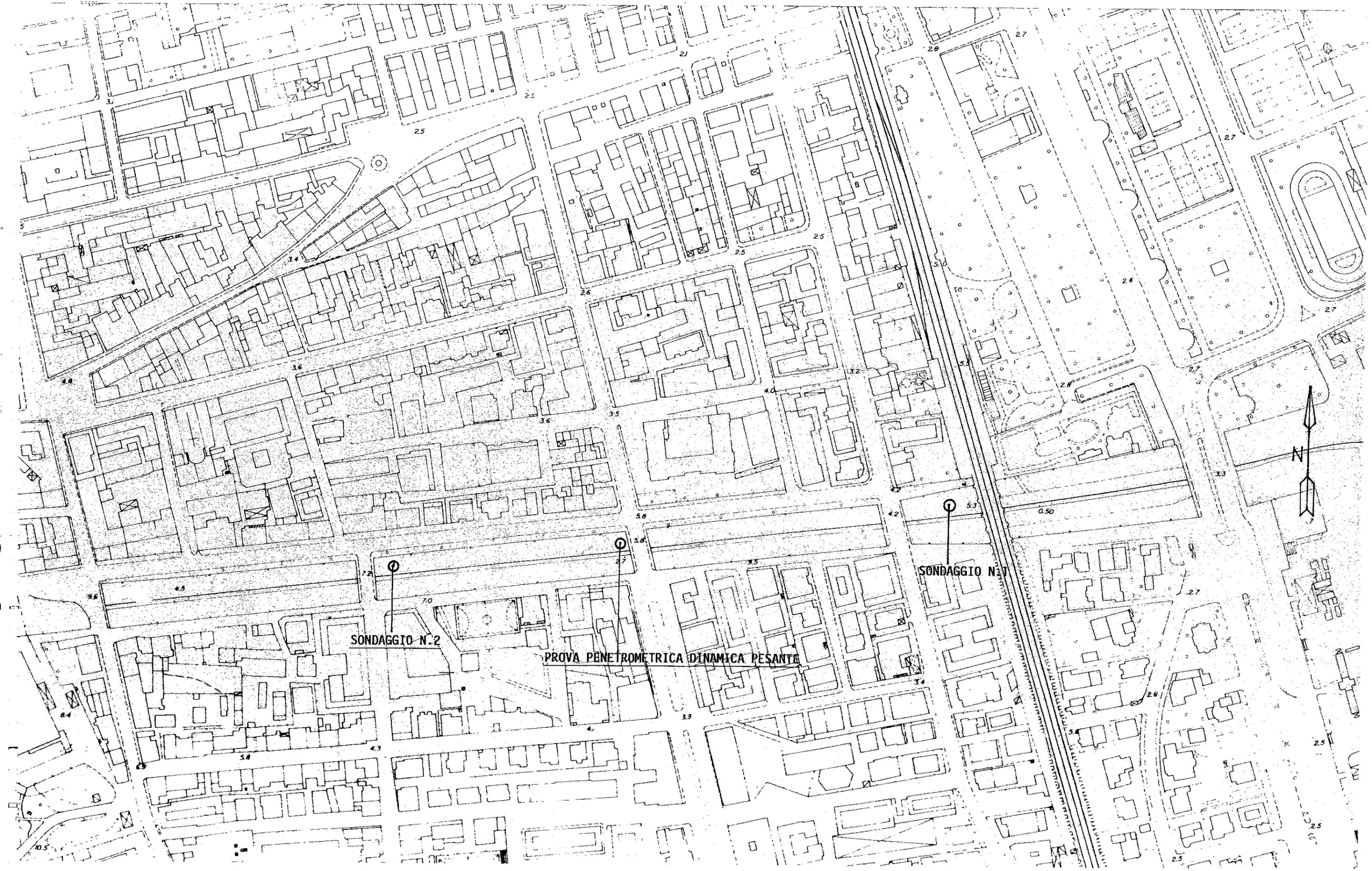
DR. STEFANO TAFFONI



CARTA COROGRAFICA

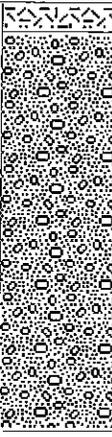
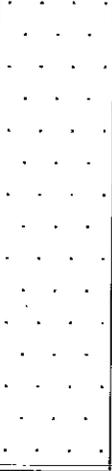
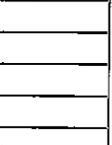
scala 1 : 10.000





STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA DR. STEFANO TAFFONI

Committente AMMINISTRAZIONE COMUNALE	Profondità raggiunta 14.5 m	Quota Ass. P.C. 1.4 m s.l.m.	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore GEOSINDE		Note1	Inizio/Fine Esecuzione 21-07-2005	
Responsabile DR. STEFANO TAFFONI	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio CONTINUO	Tipo Sonda ROTAZIONE	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro (P) o Inclinometro (I)
1		MASSETTO CEMENTIZIO	0.40								
2		ALTERNANZE DI LIVELLI GHIAIOSI E LIVELLI SABBIOSI DI DEPOSIZIONE FLUVIALE E RIDISTRIBUZIONE MARINA								1.10	
3											
4											
5											
6				5.90							
7		PREVALENZA DI SABBIE DI SPIAGGIA MONOGRANULARI IN SCARSA MATRICE LIMOSA									
8											
9											
10											
11											
12			12.40								
13		SUB STRATO DELLE ARGILLE GRIGIE PLEISTOCENICHE SOVRACONSOLIDATE									
14											
15				14.50							
16											
17											
18											
19											
20											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, N-Mazier, R-Rimaneggiato, RS-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: CONTINUO

Sonda: ROTAZIONE

Responsabile

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA DR. STEFANO TAFFONI

Committente AMMINISTRAZIONE COMUNALE	Profondità raggiunta 17.50	Quota Ass. P.C. 4.0	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore GEOINSIDE		Note1		Inizio/Fine Esecuzione 22-07-2005
Responsabile DR. STEFANO TAFFONI	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio CONTINUO	Tipo Sonda ROTAZIONE	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro (P) o Inclino metro (I)
		MASSETTO CEMENTIZIO	0.40								
1		SABBIA GIALLA - GRIGIA MONOGRANULARE IN SCARSA MATRICE LIMOSA BEN ADDENSATA E COMPATTA								1.50	
2											
3			5.50								
4											
5											
6		ALTERNANZE DI LIVELLI SABBIOSI E LENTI GHIAIOSE GROSSOLANE DI ORIGINE ALLUVIONALE. TERRENO BEN ADDENSATO E COMPATTO									
7											
8											
9			12.50								
10											
11											
12											
13		GHIAIE FLUVIALI GROSSOLANE MOLTO ADDENSATE E COMPATTE									
14											
15			17.50								
16											
17											
18											
19											
20											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Hazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Probe SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: CONTINUO

Sonda: ROTAZIONE

Responsabile

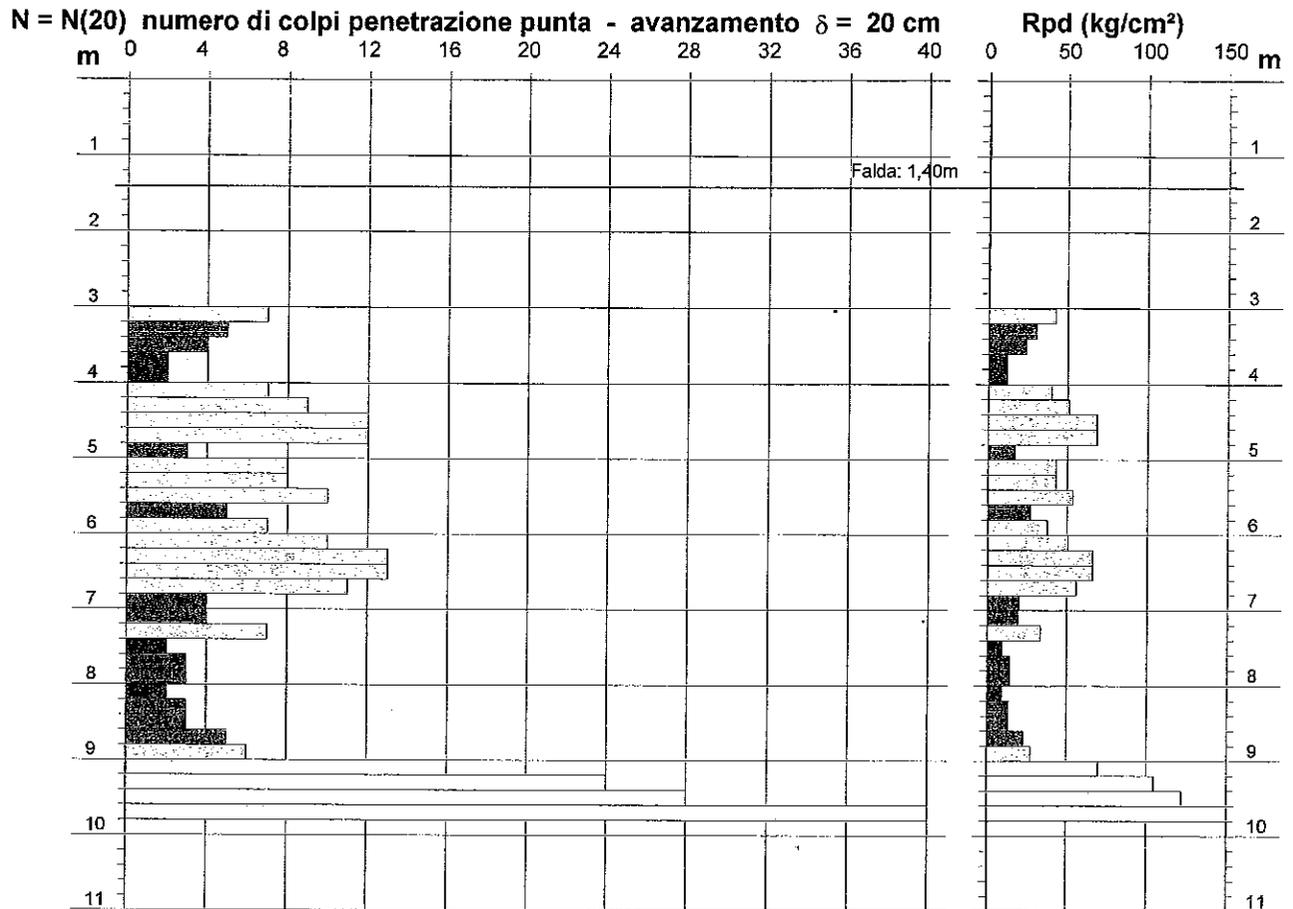
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

Scala 1: 100

- committente : Geologo Taffoni-Stefano
 - lavoro : Ampliamento parcheggi
 - località : Torrente Albula - S. Benedetto Tr. (AP)
 - note : Preforo incamiciato fino a -3,0 mt da p.c.

- data : 26/07/2005
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio
 - pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- committente : Geologo Taffoni Stefano
 - lavoro : Ampliamento parcheggi
 - località : Torrente Albula - S. Benedetto Tr. (AP)
 - note : Preforo incamiciato fino a -3,0 mt da p.c.
 - data : 26/07/2005
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio
 - pagina : 1

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	3,00	N	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0	1,52	0
			Rpd	0,0	0	0	0,0	----	----	----			
2	3,00	7,40	N	7,4	2	13	4,7	3,5	3,9	10,9	7	1,52	11
			Rpd	39,9	12	68	26,0	18,3	21,6	58,2			
3	7,40	9,00	N	3,4	2	6	2,7	1,4	2,0	4,8	3	1,52	5
			Rpd	15,6	9	27	12,4	6,3	9,3	22,0			
4	9,00	9,80	N	27,0	16	40	21,5	----	----	----	27	1,52	41
			Rpd	117,7	70	174	93,7	----	----	----			

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 $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	
1	0.00	3.00	Preforo su cls. ghiaia	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	3.00	7.40	Ghiaia media e Sabbia fine	11	36.5	27.8	276	1.94	1.51	----	----	----	----	----
3	7.40	9.00	Sabbia	5	18.3	23.7	230	1.88	1.41	----	----	----	----	----
4	9.00	9.80	Ghiaia	41	76.0	39.8	507	2.10	1.77	----	----	----	----	----

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

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- committente :	Geologo Taffoni-Stefano	- data :	26/07/2005
- lavoro :	Ampliamento parcheggi	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Torrente Albula - S. Benedetto Tr. (AP)	- prof. falda :	1,40 m da quota inizio
- note :	Preforo incamiciato fino a -3,0 mt da p.c.	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	---	---	1	5,00 - 5,20	8	42,7	6
0,20 - 0,40	---	---	1	5,20 - 5,40	8	42,7	6
0,40 - 0,60	---	---	1	5,40 - 5,60	10	53,4	6
0,60 - 0,80	---	---	1	5,60 - 5,80	5	26,7	6
0,80 - 1,00	---	---	1	5,80 - 6,00	7	37,4	6
1,00 - 1,20	---	---	2	6,00 - 6,20	10	50,6	7
1,20 - 1,40	---	---	2	6,20 - 6,40	13	65,7	7
1,40 - 1,60	---	---	2	6,40 - 6,60	13	65,7	7
1,60 - 1,80	---	---	2	6,60 - 6,80	11	55,6	7
1,80 - 2,00	---	---	2	6,80 - 7,00	4	20,2	7
2,00 - 2,20	---	---	3	7,00 - 7,20	4	19,2	8
2,20 - 2,40	---	---	3	7,20 - 7,40	7	33,6	8
2,40 - 2,60	---	---	3	7,40 - 7,60	2	9,6	8
2,60 - 2,80	---	---	3	7,60 - 7,80	3	14,4	8
2,80 - 3,00	---	---	3	7,80 - 8,00	3	14,4	8
3,00 - 3,20	7	42,2	4	8,00 - 8,20	2	9,1	9
3,20 - 3,40	5	30,1	4	8,20 - 8,40	3	13,7	9
3,40 - 3,60	4	24,1	4	8,40 - 8,60	3	13,7	9
3,60 - 3,80	2	12,0	4	8,60 - 8,80	5	22,8	9
3,80 - 4,00	2	12,0	4	8,80 - 9,00	6	27,4	9
4,00 - 4,20	7	39,6	5	9,00 - 9,20	16	69,7	10
4,20 - 4,40	9	51,0	5	9,20 - 9,40	24	104,6	10
4,40 - 4,60	12	68,0	5	9,40 - 9,60	28	122,0	10
4,60 - 4,80	12	68,0	5	9,60 - 9,80	40	174,3	10
4,80 - 5,00	3	17,0	5				

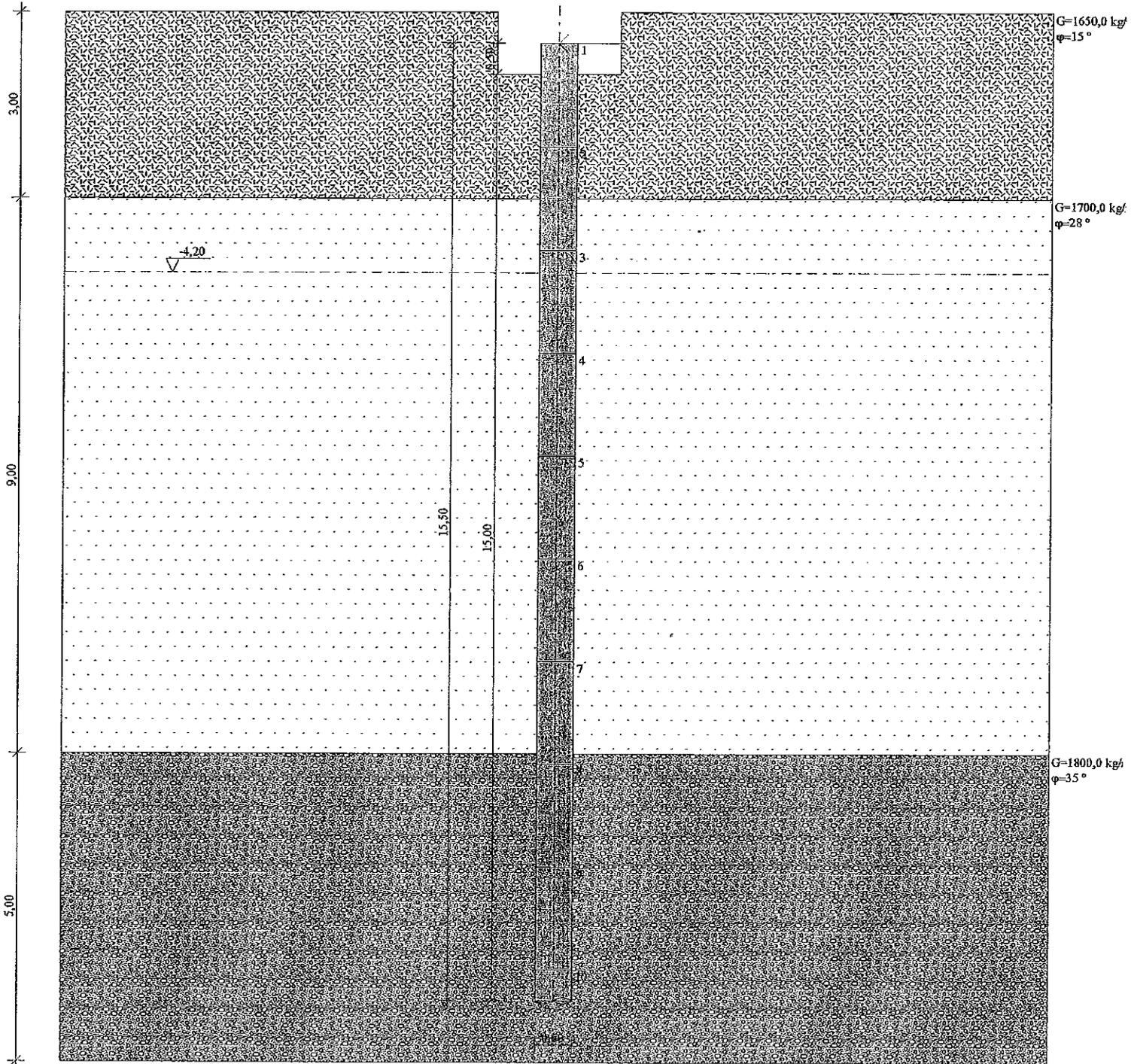
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

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

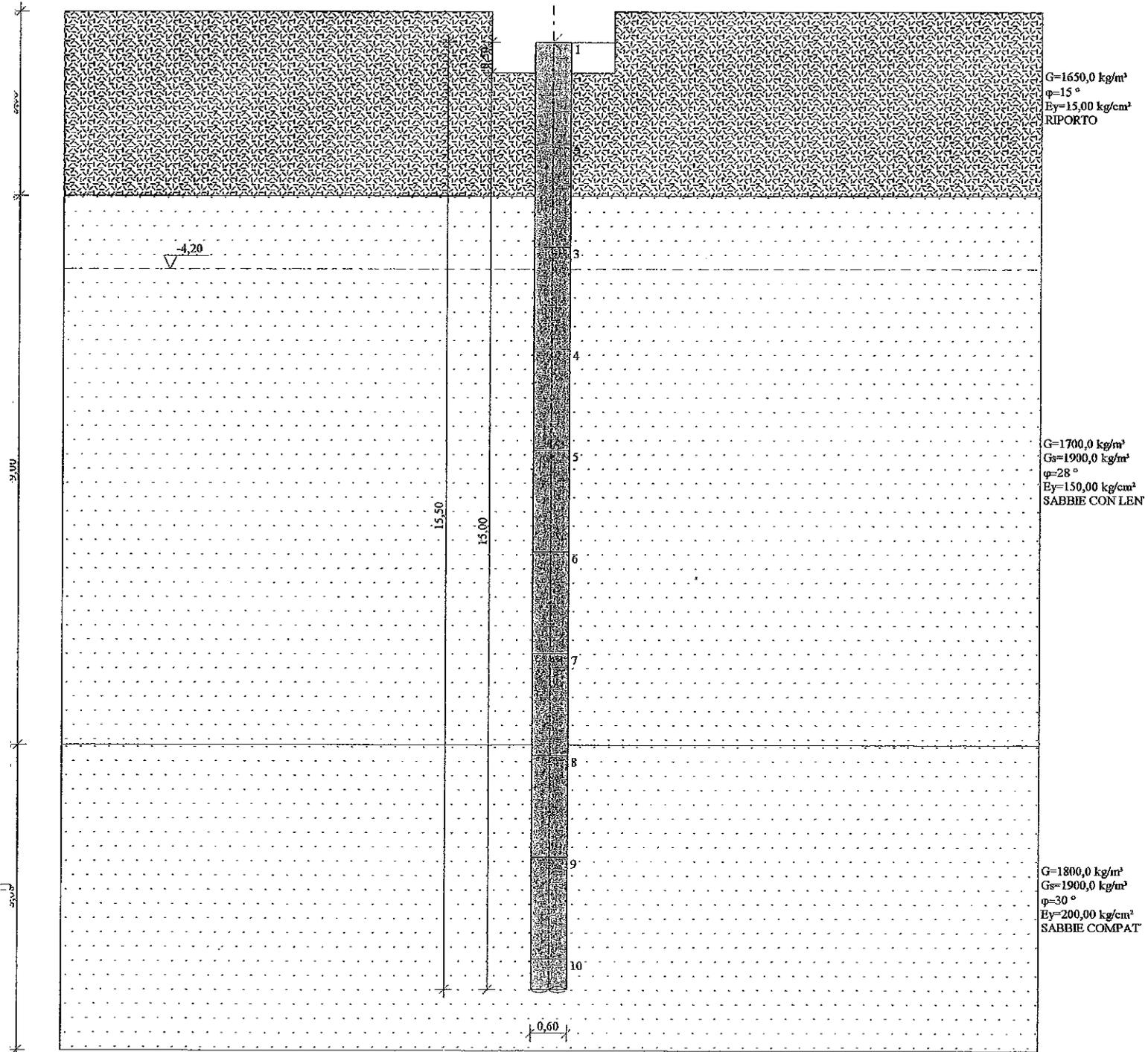
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PALO 0.6 m INTESSTATO NELLE GHIAIE COMPATTE



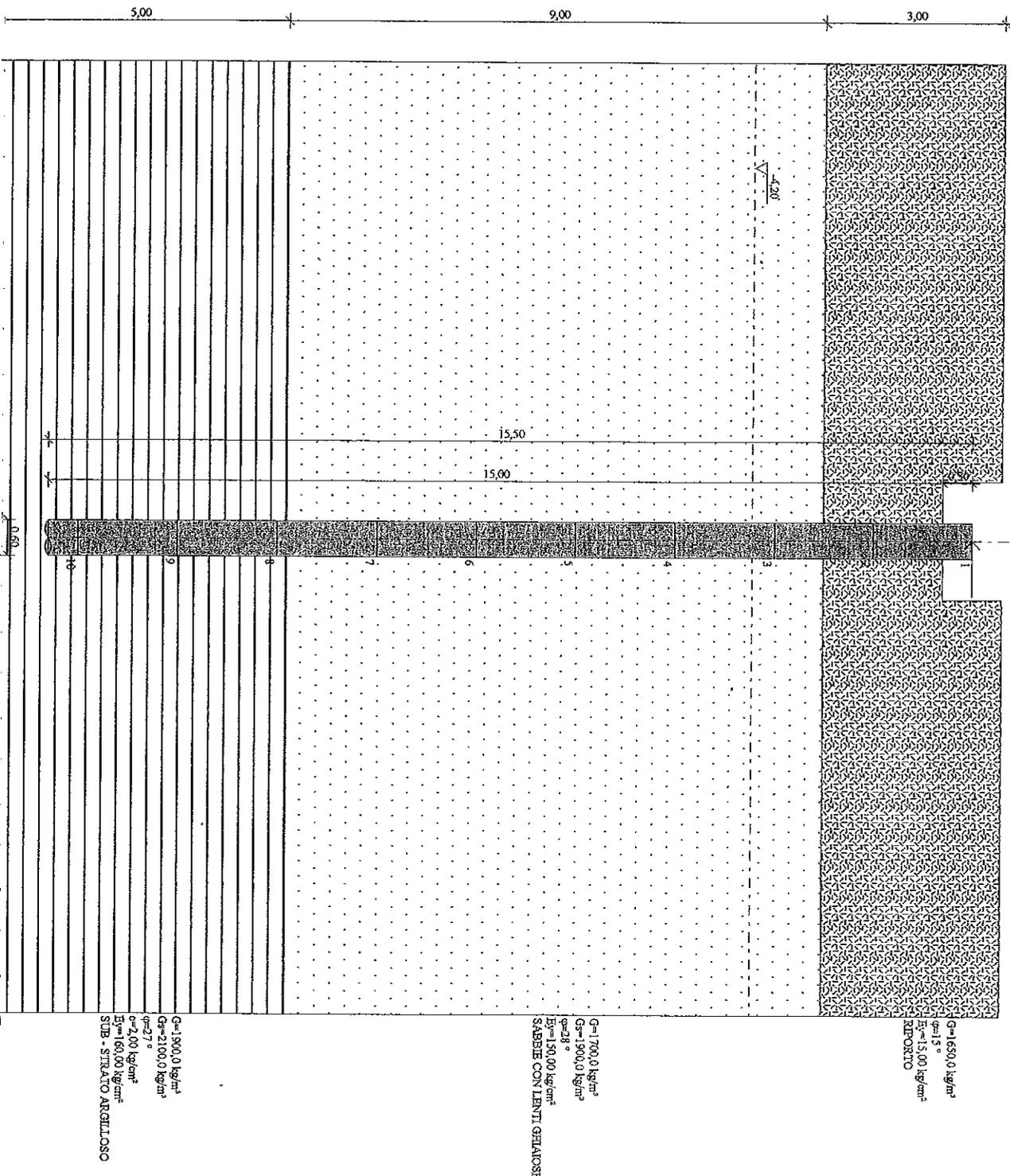
SEZIONE GEOTECNICA

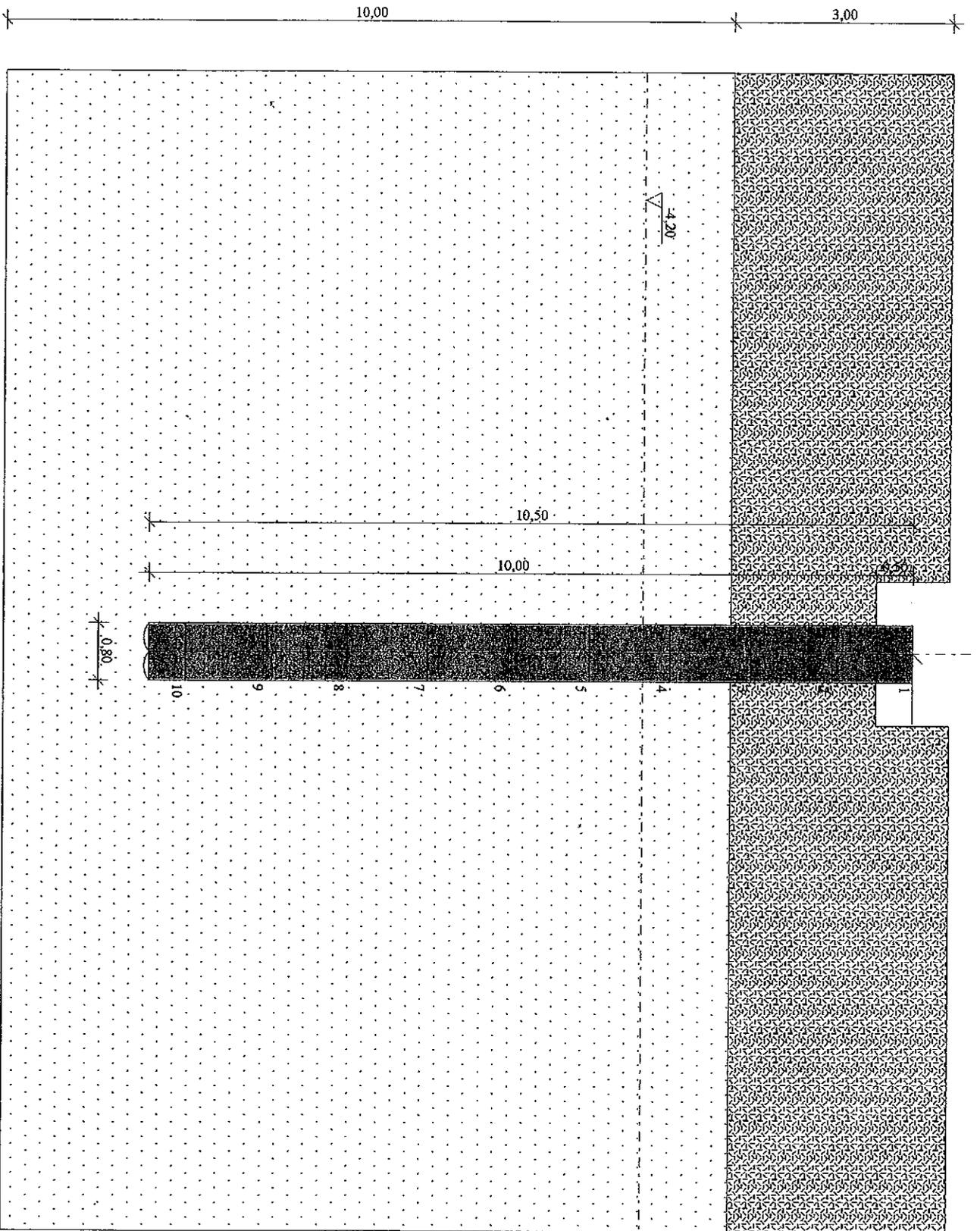
PALO 0.6 m INTESTATO NELLE SABBIE



SEZIONE GEOTECNICA

PALO 0.6 m INTESTATO NELLE ARGILLE





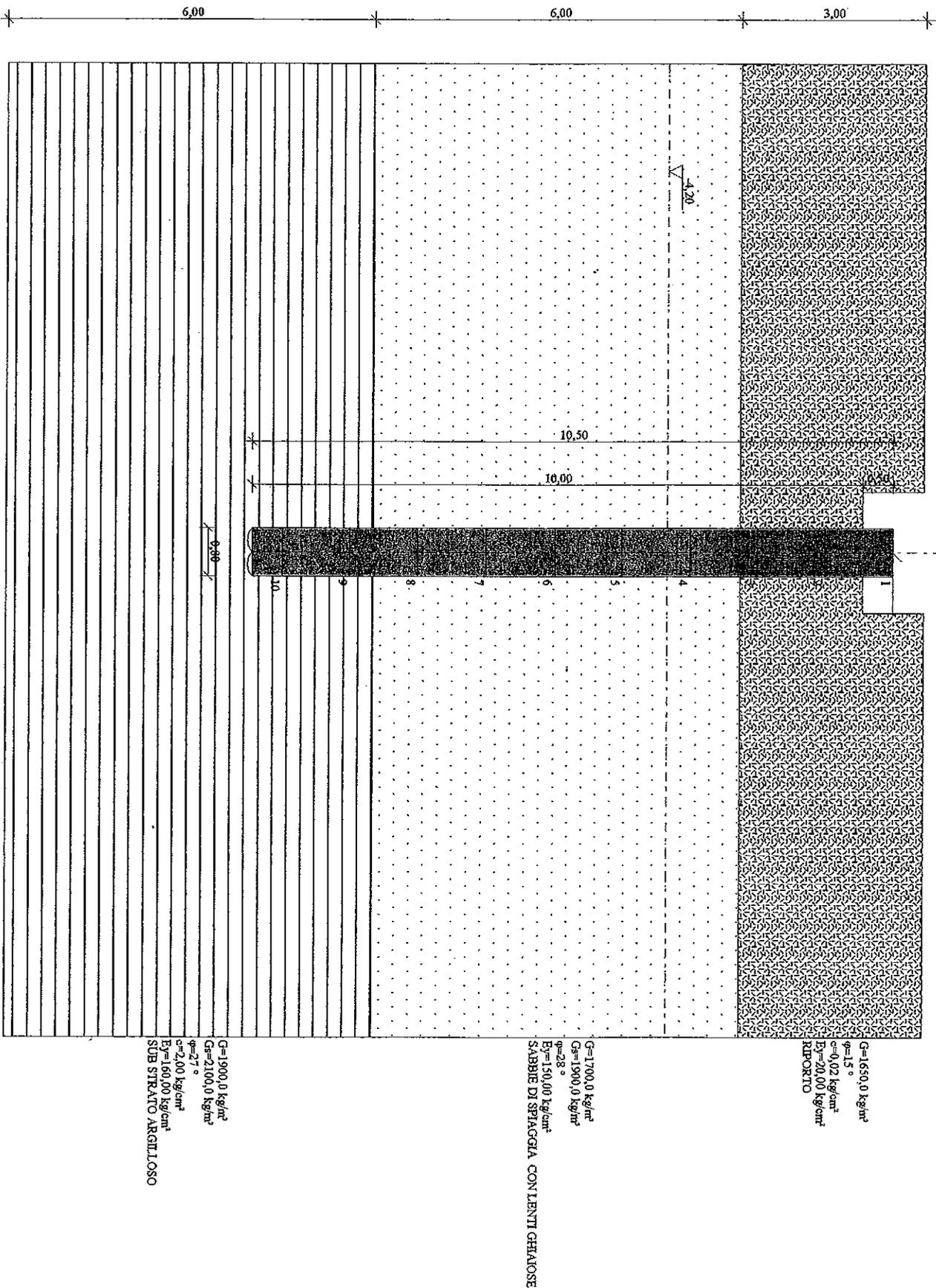
$Q=1650,0 \text{ kg/m}^3$
 $\phi=15^\circ$
 $c=0,02 \text{ kg/cm}^2$
 $E_y=20,00 \text{ kg/cm}^2$
RIPORTO

$Q=1700,0 \text{ kg/m}^3$
 $G_s=1900,0 \text{ kg/m}^3$
 $\phi=28^\circ$
 $E_y=150,00 \text{ kg/cm}^2$

SABBIE DI SPIAGGIA CON LENTI GHIAIOSE

SEZIONE GEOTECNICA

PALO 0,8 m INTESTATO NELLE ARGILLE



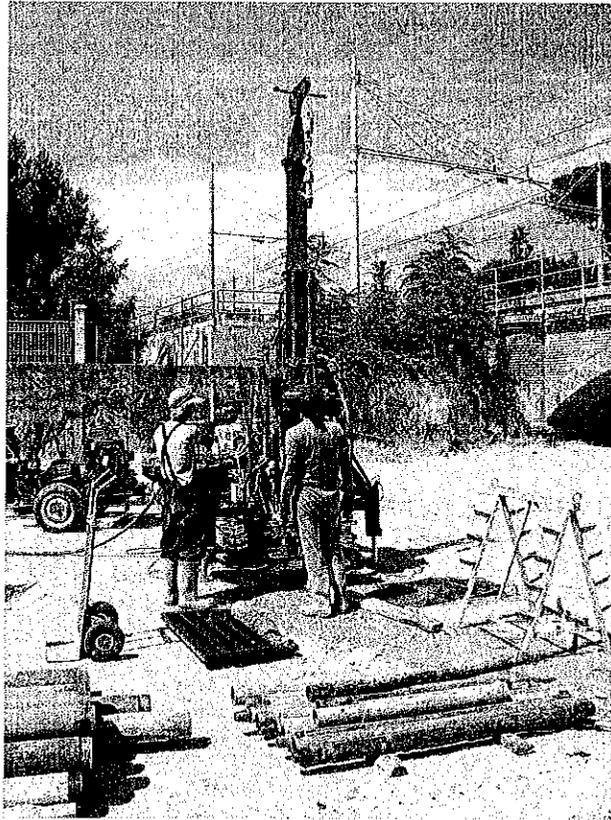
G=1650,0 kg/m³
 $\varphi=1,5^\circ$
 $c=0,02$ kg/cm²
 $E_y=20,00$ kg/cm²
 RIPORTO

G=1700,0 kg/m³
 $\varphi=1,900,0$ kg/m²
 $\varphi=2,8^\circ$
 $E_y=150,00$ kg/cm²
 SABBIE DI SPIAGGIA CONTENENTI GHIAIOSE

G=1900,0 kg/m³
 $\varphi=2100,0$ kg/m²
 $\varphi=2,7^\circ$
 $c=2,00$ kg/cm²
 $E_y=160,00$ kg/cm²
 SUB STRATO ARGILLOSO

SEZIONE GEOTECNICA

FOTOGRAFIE



SONDAGGIO N. 1



SONDAGGIO N.2



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE