

Regione
Provincia di
Comune di

**Friuli Venezia Giulia
Udine
CERVIGNANO DEL FRIULI**

PIANO ATTUATIVO COMUNALE DI INIZIATIVA PRIVATA

AMBITO CONSORZIO AGRARIO

(sulle pp.cc 301/7 – 301/10 F.M. 6 del C.C. di Cervignano, via Aquileia.)

ELAB.	Allegato F	RELAZIONE GEOLOGICA
--------------	-------------------	----------------------------

stesura: dicembre 2015

aggiornamento:

Il Committente:
M.C.P. Friulcostruzioni srl
FRIULCOSTRUZIONI s.r.l.
C.da Villachiera, 18 - Tel. 0432/924706
33057 PALMANOVA (UD)
C.F. e Part. IVA: 02711830309

Il Tecnico Specialista
Geologo Aldo CANZIANI

Il Progettista
Arch. **FABIO LEGISA**
ordine degli
architetti
pianificatori,
paesaggisti e
conservatori
della provincia di
gorizia
fabio legisa
albo sezione A
numero 154
architetto



dott. aldo canziani - geologo

via carlo alberto 39 cividale del friuli (ud) 33043 tel. 0432 1796041 fax 0432 1796063 e-mail : aldocanziani@virgilio.it

ASSEVERAZIONE

Il sottoscritto Aldo Canziani, nato a Treiste il 31.08.1955, c.f. CNZLDA55M31L424Z, residente a Cividale del Friuli (UD) in via Carducci n. 2, con studio tecnico in via Carlo Alberto 39 in Cividale del Friuli (UD) iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi del Friuli Venezia Giulia al n. 141,

con riferimento

alla perizia geologica redatta dallo scrivente nel mese di aprile 2003, per conto di MCP Friulcostruzioni srl, riguardante il comprensorio dell'ex Consorzio Agrario di Cervignano (UD) in via Aquileia (coordinate catastali : fg. 6 mapp.301/7 e 301/10), allora interessata dal progetto di PRPC denominato "Polo commerciale e residenziale S.Michele", ora interessata da un progetto di PRPC denominato "AMBITO ex CONSORZIO AGRARIO"

sotto la propria personale responsabilità rende asseverazione

che le condizioni geologico stratigrafiche e geotecniche descritte nella perizia geologica citata rispondono a quelle relative all'assetto attuale dei terreni, con particolare riferimento alle conclusioni della perizia nella quale lo scrivente affermava :

"Dall'analisi dei terreni si ricava che:

- non emergono controindicazioni di carattere geologico o idrogeologico alla realizzazione del PRPC di cui in premessa;

- l'ipotesi di realizzare fondazioni profonde (setti o pali), purchè esse interessino almeno il livello secondo livello individuato dalle prove penetrometriche a quote inferiori a - 6.2 m dal p.c. come piano di appoggio o di immorsamento, rappresenta la soluzione attraverso cui si possono applicare i maggiori carichi unitari e quella per la quale appare molto minore, fino ad essere trascurabile, il problema dei cedimenti differenziali;

dott. aldo canziani - geologo

via carlo alberto 39 cividale del friuli (ud) 33043 tel. 0432 1796041 fax 0432 1796063 e-mail : aldocanziani@virgilio.it

- l'ipotesi di realizzare fondazioni superficiali deve essere orientata verso strutture in grado di ridurre ai valori più bassi possibile il carico unitario di esercizio a causa della presenza di un primo livello di terreno geomeccanicamente piuttosto scadente e dalla di presenza di acqua. Per i medesimi motivi le strutture di fondazione devono anche essere in grado di assorbire senza problemi gli stress indotti dai cedimenti differenziali che, in queste condizioni, hanno una elevatissima probabilità di prodursi;

In ogni caso, qualunque sia la soluzione fondazionale che si intenderà adottare, la presenza di acque di falda a piccola profondità porta a ritenere necessario che la realizzazione di vani entro terra consideri specifiche soluzioni progettuali di impermeabilizzazione e resistenza alla pressione idraulica"

Cividale del Friuli, 17.08.2015



A circular professional stamp in blue ink. The outer ring contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI" at the top and "REGIONE FRIULI-VENEZIA GIULIA" at the bottom. The inner circle contains the text "Esp. prest. ALDO CANZIANI" and "n. 145". Below the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads "Aldo Canziani".

2003

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI UDINE
COMUNE DI CERVIGNANO

RELAZIONE GEOLOGICA PER IL PROGETTO DI
PRPC DENOMINATO
"POLO COMMERCIALE E RESIDENZIALE S.MICHELE"

(fg. 6 mappali mapp.301/7 e 301/10)

Committente : MCP - Friulcostruzioni S.r.l.
Carlino (UD)



GEOLOGIA APPLICATA ED AMBIENTALE

Progettazione - Consulenza - Ricerca

dott. aldo canziani

geologo

via carlo alberto 39 cividale del friuli (UD) 33043

tel. e fax: 0432 730670 e-mail: aldcanzi@tin.it
c.f. CNZ LDA 55M31 L424Z p.i. 01289550301

Premessa

Nel mese di aprile 2003 è stata effettuata un'indagine geologico - tecnica in comune di Cervignano del Friuli, entro il nucleo abitato di Cervignano, nel comprensorio dell'ex Consorzio Agrario (coordinate catastali : fg. 6 mapp.301/7 e 301/10), nell'area interessata dal PRPC denominato "Polo commerciale e residenziale S.Michele".

Le indagini sono consistite in un accurato sopralluogo sul sito di intervento (ed in un suo congruo intorno), nella esecuzione di tre penetrometrie statiche, nonché nella raccolta di dati di bibliografia tecnica relativi all'area di progetto derivanti da precedenti indagini e studi svolti in zone immediatamente contermini.

Relazione Tecnica

1. Generalità

L'area di intervento è collocata in un'area subpianeggiante in destra orografica del f. Isonzo ed in sinistra orografica del f. Ausa ad una quota di circa 10.0 m s.l.m.m.

2. Geologia, geomorfologia, idrogeologia

L'area in esame, come del resto anche un suo vasto intorno, si colloca, dal punto di vista geologico, nella Bassa pianura friulana che deriva dalle dinamiche evolutive quaternarie che hanno operato, ed operano, nella fascia orientale della penisola italiana.

La pianura friulana, estremo lembo orientale della piana veneta, è costituita da depositi alluvionali di varia granulometria ed è il risultato di un processo articolato e composito che il Martinis ("Storia geologica del Friuli" - B. Martinis Ed. Arti Grafiche Friulane UD 1993) ha sintetizzato nelle seguenti fasi :

- deposizione, pre - wurmiana, di livelli ghiaiosi quaternari legati ad una fase fluvio - glaciale;
- graduale ingressione marina connessa a fenomeni di subsidenza e di eustatismo glaciale che porta la linea di costa oltre Aquileia formando vaste lagune a settentrione di quelle attuali ;
- colmamento delle lagune per l'apporto di materiale alluvionale durante la fase glaciale wurmiana;
- ulteriore ingressione marina nel post glaciale, durante la quale si forma l'apparato litorale testimoniato dai dossi di Belvedere e da altri rilievi tra il Natissa e l'Ausa;
- graduale interrimento da parte dei fiumi che spingono le loro alluvioni fino al limite attuale risparmiando le lagune di Grado e Marano per la loro posizione centrale rispetto all'Isonzo e per lo scarsissimo apporto terrigeno dei corsi d'acqua di risorgiva che vi confluiscono;

Il complesso alluvionale quaternario formatosi, nel modo descritto, a valle dei rilievi alpini e prealpini, può essere suddiviso, in senso meridiano, in due aree : Alta pianura e Bassa pianura. La prima, detta anche pedemorenica, è costituita da depositi fluvio - glaciali rappresentati soprattutto da ghiaie e sabbie, in genere sciolti, ma, talvolta cementati fino alla conglomeratizzazione, con diametro decrescente da monte verso

valle. Nella Bassa pianura predominano i sedimenti sabbioso - argillosi ed argillosi coevi con i sedimenti più settentrionali. Solo nel settore più meridionale si sviluppano sedimenti più marcatamente recenti (riferibili all'Olocene) di genesi alluvionale e di tipo sabbioso - argilloso e sabbioso, recenti ed attuali, eccezionalmente ghiaioso poco alterato, a cui si associano, talvolta, depositi lagunari e palustri, torbosi, che affiorano lungo la fascia costiera perilagunare. La transizione tra l'Alta e la Bassa pianura é marcata dalla fascia delle risorgive. Si tratta di un'area, collocata, nella parte centrale, grosso modo a valle della cosiddetta "strada napoleonica" che congiunge Palmanova a Codroipo, nella quale avviene la transizione tra la prevalenza di sedimenti grossolani (sabbie e ghiaie) con quelli a minore granulometria (sabbie limose e limi) con conseguente brusca e rimarchevole riduzione di permeabilità che determina la risalita in superficie delle acque sotterranee presenti nell'Alta pianura e derivanti dalle infiltrazioni meteoriche dirette e dalle perdite subalvee dei numerosi corsi d'acqua afferenti ai bacini del Tagliamento e del sistema Torre - Natisone - Isonzo.

L'area oggetto di studio si colloca in una zona caratterizzata da sedimenti variegati. Come ha rilevato Broilli ("Cartografia geologica tematica del territorio provinciale" Broilli et. al. Provincia di Udine 1983) in questa zona si passa dai sedimenti sabbioso-ghiaiosi ben graduati con abbondante legante limo-argilloso a sedimenti limo-argillosi a bassa compressibilità. Questa eterogeneità non é solo orizzontale ma anche verticale come dimostrano sia le prove penetrometriche realizzate nell'area in esame, sia la stratigrafia di un sondaggio meccanico (cod. 036 0055 del Catasto regionale dei pozzi) eseguito a breve distanza dal sito indagato (immediatamente ad Est del cimitero) nel quale si rileva la seguente situazione :

- a) terreno argillo-limoso tra 0.00 e - 6.1 m dal p.c.;
 - b) un orizzonte costituito da ghiaia sabbiosa tra -6.1 e -12.3 m dal p.c.;
 - c) un orizzonte costituito da argilla tra -12.3 e - 21.7 m dal p.c.;
 - d) un orizzonte costituito da alternanze di ghiaie e livelletti argillosi tra -21.7 e - 41.8 m dal p.c.;
- cui segue un potente livello argilloso ed alternanze di argille e ghiaie sabbiose fino a - 96.1 m dal p.c.

Le indagini "in situ", come detto, sono consistite nella esecuzione di tre prove penetrometriche statiche (CPT) localizzate come da planimetria allegata.

Le prove sono state eseguite con un penetrometro statico olandese tipo Gouda,

autocarrato, da 20 t con anello allargatore e con punta tipo Begeman (diametro 35.7 mm), velocità di avanzamento punta 2 cm/s. Come é noto le prove penetrometriche CPT consistono nella infissione nel terreno di una punta conica misurando, separatamente ma con continuità, lo sforzo necessario per la penetrazione della punta e l'adesione terreno - acciaio di un manicotto posto al di sopra della punta. Questo tipo di prova permette il rilevamento dell'andamento stratigrafico dei sedimenti lungo la verticale di indagine. E inoltre possibile valutare l'angolo di attrito interno e la compressibilità nei terreni granulari e la resistenza di taglio non drenata in quelli coesivi. La distinzione granulometrica si opera attraverso correlazioni tra i vari tipi di terreno ed il rapporto $R_p - R_l$ (resistenza di punta e resistenza laterale).

In allegato si possono osservare i diagrammi contenenti le variazioni delle resistenze di punta e laterali nelle due prove, nonché l'andamento del rapporto R_p/R_l .

La morfologia del diagramma penetrometrico della CPT 01 denota la presenza di alcuni livelli ben differenziati di materiali :

a) dal p.c. fino a circa - 5.4 m dal p.c. (tralasciando i primi 60.0/100.0 cm di terreno superficiale alterato e probabilmente in parte riportato), é presente un orizzonte caratterizzato da valori non elevatissimi della resistenza di punta e laterale (punte minime di 3.0/4.0 kg/cmq di R_p e 0.13 kg/cmq di R_l) anche se con episodi caratterizzati da maggiore consistenza (es. tra -4.0 e - 4.8 mn dal p.c.). Le tecniche interpretative dei diagrammi penetrometrici (es. Begemann e raccomandazioni Ass. Geotecnica Italiana) basate sul rapporto R_p/R_l attribuiscono a questo orizzonte la presenza prevalente di argille, limi argillosi e limi sabbiosi. A - 2.5 m viene segnalata la presenza di acque sotterranee. Il valore medio del peso di volume medio γ del terreno soprafalda risulta pari a 1.85 t/mc; il valore medio della coesione non drenata c_u è pari a 0.49 kg/cmq; la presenza di una certa frazione sabbiosa determina l'insorgenza di termini non nulli dell'angolo di attrito interno ϕ valutabile intorno a valori non superiori a 20 °;

b) da circa - 5.4 fino a circa - 10.0 m dal p.c. i sedimenti cominciano ad assumere caratteristiche sempre più marcatamente incoerenti, sono presenti infatti sabbie e sabbie ghiaiose. Ovviamente ci sono sempre delle intercalazioni di piccoli livelli a granulometria minore quali, ad es. limi argillosi e argille (tra - 6.0 e - 6.5 m dal p.c.). I materiali che costituiscono questo orizzonte sono caratterizzati da valori di peso di volume medio γ' immerso poco superiore a 1.0 t/mc e da valori dell'angolo di attrito interno medio di circa 37°;

La CPT 02 rileva la presenza dei seguenti livelli :

a) dal p.c. fino a circa - 5.4 m dal p.c. é presente un orizzonte caratterizzato da valori non elevatissimi della resistenza di punta e laterale , ad esclusione di un tratto compreso tra -2.6 e -3.8 m dal p.c. dove la consistenza del sedimento è sensibilmente maggiore. Le tecniche interpretative dei diagrammi penetrometrici (es. Begemann e raccomandazioni Ass. Geotecnica Italiana) basate sul rapporto R_p/R_l attribuiscono a questo orizzonte la presenza prevalente di argille, limi argillosi e limi sabbiosi tranne che tra -2.6 e -3.8 m dal p.c. dove si rileva una netta contaminazione sabbiosa. A - 2.5 m viene segnalata la presenza di acque sotterranee. Il valore medio del peso di volume medio γ del terreno soprafalda risulta pari a 1.85 t/mc; il valore medio della coesione non drenata c_u è pari a 0.65 kg/cmq; la presenza di una certa frazione sabbiosa determina l'insorgenza di termini non nulli dell'angolo di attrito interno ϕ valutabile intorno a valori non superiori a 25 °;

b) da circa - 5.4 fino a circa - 10.0 m dal p.c. i sedimenti cominciano ad assumere caratteristiche nettamente incoerenti, sono presenti infatti sabbie e sabbie ghiaiose. Ovviamente ci sono sempre delle intercalazioni di piccoli livelli a granulometria minore quali, ad es. limi argillosi e argille (tra - 5.8 e - 6.4 m dal p.c.). I materiali che costituiscono questo orizzonte sono caratterizzati da valori di peso di volume medio γ' immerso poco superiore a 1.0 t/mc e da valori dell'angolo di attrito interno medio di circa 39°;

La CPT 03 rileva la presenza dei seguenti livelli :

a) dal p.c. fino a circa - 5.4 m dal p.c. é presente un orizzonte caratterizzato da valori non elevatissimi della resistenza di punta e laterali. Le tecniche interpretative dei diagrammi penetrometrici (es. Begemann e raccomandazioni Ass. Geotecnica Italiana) basate sul rapporto R_p/R_l attribuiscono a questo orizzonte la presenza prevalente di argille, limi argillosi e limi sabbiosi. A - 2.4 m viene segnalata la presenza di acque sotterranee. Il valore medio del peso di volume γ del terreno soprafalda risulta pari a 1.85 t/mc; il valore medio della coesione non drenata c_u è pari a 0.65 kg/cmq; la presenza di una certa frazione sabbiosa determina l'insorgenza di termini non nulli dell'angolo di attrito interno ϕ valutabile intorno a valori non superiori a 25 °;

b) da circa - 5.4 fino a circa - 10.0 m dal p.c. i sedimenti cominciano ad assumere caratteristiche nettamente incoerenti, sono presenti infatti sabbie e sabbie ghiaiose. Ovviamente ci sono sempre delle intercalazioni di piccoli livelli a granulometria minore quali, ad es. limi argillosi e argille (tra - 5.8 e - 6.4 m dal p.c.). I materiali che

costituiscono questo orizzonte sono caratterizzati da valori di peso di volume medio γ' immerso poco superiore a 1.0 t/mc e da valori dell'angolo di attrito interno medio di circa 39°;

L'analisi comparata delle prove penetrometriche e della stratigrafia del sondaggio meccanico dimostra che c'è un elevato grado di correlazione tra i livelli, sia in termini di spessori che di caratteristiche geomeccaniche, a testimonianza di una certa omogeneità dei terreni dell'area.

L'area di progetto non è interessata da alcuna struttura di scorrimento idrico superficiale. L'area non risulta interessata da fenomeni di esondazione.

Per quanto riguarda l'idrografia sotterranea, come in tutta la Bassa Pianura, a valle della fascia delle risorgive, non si riscontra una vera e propria falda freatica bensì degli acquiferi superficiali legati a variazioni locali di granulometria dei sedimenti e alle precipitazioni meteoriche. Il livello del pelo freatico di superficie è, in genere, compreso fra 0 e m4 dal piano di campagna. Nel corso delle prove penetrometriche, come riportato, si è registrata la presenza di acque sotterranee a circa -2.4/2.5 m dal p.c. naturale.

Notevole importanza, a livello locale, assume la presenza di una articolata serie di falde artesiane che, contenute in livelli sabbioso-ghiaiosi, sono state individuate a varie profondità e sono raggruppabili nei seguenti sistemi:

- Falda n° 1 con tre livelli discontinui e variamente ramificati, compresi tra -30 e -80 metri sul l.m.m.;
- Falda n° 2 con due livelli a quota media di -95 metri sul l.m.m.;
- Falda n° 3 con tre livelli compresi tra -110 e -130 metri sul l.m.m.;
- Falda n° 4 con un unico livello situato a -160 metri sul l.m.m.;
- Falda n° 5 con un unico livello situato a -190 metri sul l.m.m.;
- Falda n° 6 con un unico livello situato a -240 metri sul l.m.m.;

3. Caratteristiche geotecniche dei sedimenti.

Le indagini effettuate hanno permesso di operare una caratterizzazione geotecnica, anche se di massima, dei primi 10.0 m di terreno, infatti dalla correlazione delle verticali di prova si evince l'esistenza di almeno due livelli con caratteristiche geomeccaniche piuttosto differenziate.

Il primo strato, che ha uno spessore di circa 5.4 m ed ospita una falda locale, è costituito, come detto, da materiali argillosi, limo - argillosi e limo - sabbiosi per i quali si può stimare una coesione pari a circa 0.5 kg/cmq, un peso di volume soprafalda di circa 1.85 t/mc ed un angolo di attrito attorno ai 22°. L'utilizzo geotecnico di questo livello si presenta piuttosto problematico a causa della compressibilità dei materiali coesivi e della loro tendenza a determinare cedimenti di consolidamento a lungo termine.

Al di sotto si rileva la presenza di un primo livello, compreso tra il - 5.4 m e - 10.0 m dal p.c. tendenzialmente incoerente, costituito in prevalenza da sabbie e sabbie ghiaiose con contaminazioni coesive in livelletti per il quali si può stimare una coesione tendenzialmente nulla, un peso di volume immerso compreso tra 1.0 e 1.1 t/mc ed un angolo di attrito attorno ai 39°. L'utilizzo geotecnico di questo livello non si presenta per niente problematico, anzi, si ritiene che le soluzioni fondazionali degli edifici che verranno progettati facciano riferimento proprio a questo orizzonte, possibilmente a partire da -6.2 m dal p.c. onde ridurre al minimo anche i fenomeni di cedimento che, comunque saranno prevalentemente di genere assestativo.

Dall'analisi dei terreni si ricava che:

- non emergono controindicazioni di carattere geologico o idrogeologico alla realizzazione del PRPC di cui in premessa;

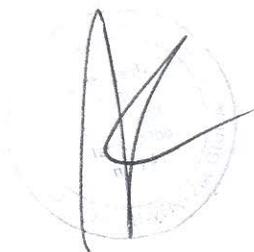
- l'ipotesi di realizzare fondazioni profonde (setti o pali), purché esse interessino almeno il livello secondo livello individuato dalle prove penetrometriche a quote inferiori a - 6.2 m dal p.c. come piano di appoggio o di immersione, rappresenta la soluzione attraverso cui si possono applicare i maggiori carichi unitari e quella per la quale appare molto minore, fino ad essere trascurabile, il problema dei cedimenti differenziali;

- l'ipotesi di realizzare fondazioni superficiali deve essere orientata verso strutture in grado di ridurre ai valori più bassi possibile il carico unitario di esercizio a causa sia della presenza di un primo livello di terreno geomeccanicamente piuttosto

scadente e con presenza di acqua. Per i medesimi motivi le strutture di fondazione devono anche essere in grado di assorbire senza problemi gli stress indotti dai cedimenti differenziali che, in queste condizioni, hanno una elevatissima probabilità di prodursi;

In ogni caso, qualunque sia la soluzione fondazionale che si intenderà adottare, la presenza di acque di falda a piccola profondità porta a ritenere necessario che la realizzazione di vani entro terra consideri specifiche soluzioni progettuali di impermeabilizzazione e resistenza alla pressione idraulica.

Cividale del Friuli, aprile 2003

A handwritten signature in black ink is written over a circular stamp. The signature consists of several fluid, connected strokes. The stamp is faint and circular, with some illegible text or a logo inside.

COROGRAFIA

scala 1 : 100000



COROGRAFIA
scala 1 : 2000



PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 01

2.010496-058

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
 - lavoro :
 - località : Cervignano (UD)
 - note :

- data : 17/04/2003
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : -2.50 m da quota inizio
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	7.0	9.0	14.0	1.13	12.0	5.20	8.0	12.0	16.0	0.53	30.0
0.40	6.0	14.5	12.0	1.13	11.0	5.40	5.0	9.0	10.0	2.00	5.0
0.60	2.5	11.0	5.0	0.87	6.0	5.60	40.0	55.0	80.0	0.67	120.0
0.80	12.5	19.0	25.0	1.20	21.0	5.80	45.0	50.0	90.0	0.67	135.0
1.00	2.0	11.0	4.0	0.13	30.0	6.00	12.0	17.0	24.0	0.20	120.0
1.20	6.0	7.0	12.0	0.33	36.0	6.20	16.5	18.0	33.0	0.80	41.0
1.40	7.0	9.5	14.0	0.40	35.0	6.40	7.0	13.0	14.0	0.40	35.0
1.60	9.0	12.0	18.0	0.53	34.0	6.60	20.0	23.0	40.0	2.00	20.0
1.80	8.0	12.0	16.0	0.53	30.0	6.80	45.0	60.0	90.0	0.67	135.0
2.00	7.5	11.5	15.0	0.47	32.0	7.00	120.0	125.0	240.0	1.33	180.0
2.20	5.5	9.0	11.0	0.27	41.0	7.20	115.0	125.0	230.0	0.67	345.0
2.40	3.0	5.0	6.0	0.27	22.0	7.40	120.0	125.0	240.0	1.33	180.0
2.60	1.5	3.5	3.0	0.20	15.0	7.60	170.0	180.0	340.0	2.67	127.0
2.80	3.0	4.5	6.0	0.27	22.0	7.80	150.0	170.0	300.0	1.33	225.0
3.00	3.5	5.5	7.0	0.27	26.0	8.00	120.0	130.0	240.0	2.00	120.0
3.20	3.5	5.5	7.0	0.27	26.0	8.20	70.0	85.0	140.0	0.67	210.0
3.40	2.0	4.0	4.0	0.13	30.0	8.40	110.0	115.0	220.0	1.33	165.0
3.60	1.5	2.5	3.0	0.47	6.0	8.60	90.0	100.0	180.0	1.33	135.0
3.80	8.0	11.5	16.0	0.13	120.0	8.80	80.0	90.0	160.0	2.67	60.0
4.00	12.0	13.0	24.0	0.27	90.0	9.00	140.0	160.0	280.0	4.00	70.0
4.20	14.0	16.0	28.0	0.40	70.0	9.20	120.0	150.0	240.0	4.00	60.0
4.40	12.0	15.0	24.0	0.27	90.0	9.40	160.0	190.0	320.0	1.33	240.0
4.60	11.0	13.0	22.0	0.67	33.0	9.60	150.0	160.0	300.0	1.33	225.0
4.80	9.0	14.0	18.0	0.40	45.0	9.80	170.0	180.0	340.0	1.33	255.0
5.00	6.0	9.0	12.0	0.53	22.0	10.00	70.0	80.0	140.0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ϕ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

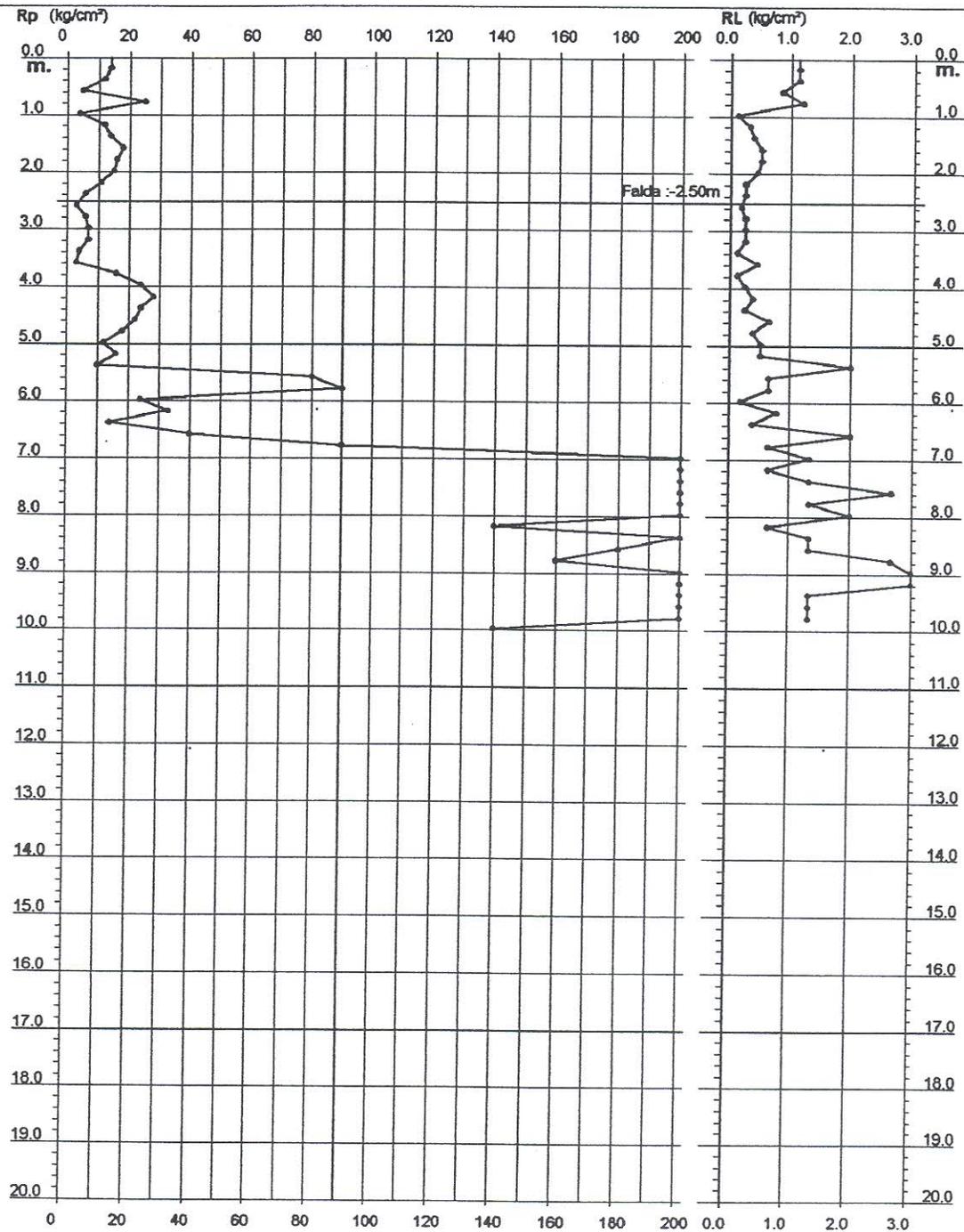
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 01

2010496-058

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
- lavoro :
- località : Cervignano (UD)

- data : 17/04/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : -2.50 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 01

2.010496-058

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
- lavoro :
- località : Cervignano (UD)
- note :

- data : 17/04/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : -2.50 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y Vm²	pvo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	e1s (°)	e2s (°)	e3s (°)	e4s (°)	edm (°)	emy (°)	Amaxdg (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0.20	14	12	2III	1.85	0.04	0.64	99.9	108	182	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	12	11	2III	1.85	0.07	0.57	80.8	97	146	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	5	6	1***	1.85	0.11	0.25	17.3	10	15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	25	21	4/I	1.85	0.15	0.91	60.7	155	232	75	71	38	40	42	44	39	28	0.162	42	63	75	
1.00	4	30	4/I	1.85	0.19	0.20	6.9	47	70	20	3	28	32	35	38	28	25	0.006	7	10	12	
1.20	12	36	4/I	1.85	0.22	0.57	20.5	97	146	45	36	33	36	38	41	34	26	0.070	20	30	36	
1.40	14	35	4/I	1.85	0.26	0.64	19.3	108	162	48	37	33	36	38	41	34	26	0.074	23	35	42	
1.60	18	34	4/I	1.85	0.30	0.75	20.1	128	191	56	43	34	36	39	41	34	27	0.086	30	45	54	
1.80	18	30	4/I	1.85	0.33	0.70	15.8	118	177	52	36	33	36	38	41	33	27	0.070	27	40	48	
2.00	15	32	4/I	1.85	0.37	0.67	13.1	113	170	50	31	32	35	38	40	32	27	0.060	25	38	45	
2.20	11	41	4/I	1.85	0.41	0.54	8.9	96	145	42	18	31	33	36	39	30	26	0.034	18	28	33	
2.40	6	22	2III	1.85	0.44	0.30	3.8	125	187	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.60	3	15	1***	0.46	0.45	0.15	1.6	19	28	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.80	6	22	2III	0.82	0.47	0.30	3.6	133	199	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.00	7	26	2III	0.84	0.49	0.35	4.2	136	204	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.20	7	26	2III	0.84	0.50	0.35	4.0	140	211	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.40	4	30	4/I	0.80	0.52	0.20	1.9	113	169	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.60	3	6	1***	0.46	0.53	0.15	1.3	19	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.80	16	120	4/I	0.90	0.55	0.70	8.5	130	195	52	24	31	34	37	40	30	27	0.045	27	40	48	
4.00	24	90	3...	0.86	0.56	-	-	-	-	-	37	33	36	38	41	32	28	0.073	40	60	72	
4.20	26	70	3...	0.87	0.58	-	-	-	-	-	41	34	36	39	41	33	28	0.063	41	70	84	
4.40	24	90	3...	0.88	0.60	-	-	-	-	-	35	33	36	38	41	32	28	0.070	40	60	72	
4.60	22	33	3...	0.88	0.62	-	-	-	-	-	32	32	35	38	41	31	28	0.062	37	55	66	
4.80	18	45	4/I	0.91	0.63	0.75	7.8	153	230	56	24	31	34	37	40	30	27	0.046	30	45	54	
5.00	12	22	2III	0.82	0.65	0.57	5.3	178	267	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.20	16	30	4/I	0.90	0.67	0.70	6.6	172	258	52	19	31	34	36	40	29	27	0.036	27	40	48	
5.40	10	5	2III	0.90	0.68	0.50	4.2	182	288	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.60	80	120	3...	0.97	0.71	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	33	0.167	133	200	240	
5.80	90	135	3...	0.98	0.73	-	-	-	-	-	76	39	40	42	44	38	33	0.178	150	225	270	
6.00	24	120	3...	0.88	0.74	-	-	-	-	-	30	32	35	38	40	31	28	0.058	40	60	72	
6.20	33	41	3...	0.88	0.76	-	-	-	-	-	41	34	36	39	41	32	29	0.061	55	83	99	
6.40	14	35	4/I	0.89	0.78	0.64	4.9	216	324	48	11	29	33	36	39	27	26	0.021	23	35	42	
6.60	40	20	4/I	1.00	0.80	1.33	11.9	227	340	120	46	34	37	39	42	33	30	0.094	67	100	120	
6.80	90	135	3...	0.98	0.82	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	33	0.169	150	225	270	
7.00	240	180	3...	1.15	0.84	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	42	39	0.258	400	600	720	
7.20	230	345	3...	1.15	0.87	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	41	39	0.258	383	575	690	
7.40	240	180	3...	1.15	0.89	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	41	39	0.258	400	600	720	
7.60	340	127	3...	1.15	0.91	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	43	40	0.258	567	850	1020	
7.80	300	225	3...	1.15	0.93	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	42	40	0.258	500	750	900	
8.00	240	120	3...	1.15	0.96	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	41	39	0.258	400	600	720	
8.20	140	210	3...	1.06	0.98	-	-	-	-	-	84	40	41	43	45	39	36	0.203	233	350	420	
8.40	220	165	3...	1.15	1.00	-	-	-	-	-	99	42	43	45	46	40	38	0.255	367	550	660	
8.60	180	135	3...	1.12	1.02	-	-	-	-	-	92	41	42	44	45	40	37	0.229	300	450	540	
8.80	180	60	3...	1.09	1.05	-	-	-	-	-	87	40	42	43	45	38	36	0.213	297	400	480	
9.00	280	70	3...	1.15	1.07	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	41	40	0.258	467	700	840	
9.20	240	60	3...	1.15	1.09	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	41	39	0.258	400	600	720	
9.40	320	240	3...	1.15	1.11	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	42	40	0.258	533	800	960	
9.60	300	225	3...	1.15	1.14	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	41	40	0.258	500	750	900	
9.80	340	255	3...	1.15	1.16	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	42	40	0.258	567	850	1020	
10.00	140	-	3...	1.06	1.18	-	-	-	-	-	79	39	41	43	44	38	36	0.188	233	350	420	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 02

[2.010498-058]

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
- lavoro :
- località : Cervignano (UD)
- note :

- data : 17/04/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : -2.50 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	6.0	10.0	12.0	0.67	18.0	5.20	11.0	15.0	22.0	0.67	33.0
0.40	8.0	13.0	16.0	0.67	24.0	5.40	35.0	40.0	70.0	1.07	66.0
0.60	7.0	12.0	14.0	0.53	26.0	5.60	25.0	33.0	50.0	0.67	75.0
0.80	8.0	12.0	16.0	0.67	24.0	5.80	12.0	17.0	24.0	1.73	14.0
1.00	8.0	13.0	16.0	0.67	24.0	6.00	9.0	22.0	18.0	0.93	19.0
1.20	8.0	13.0	16.0	0.27	60.0	6.20	9.0	16.0	18.0	0.13	135.0
1.40	12.0	14.0	24.0	0.53	45.0	6.40	12.0	13.0	24.0	0.67	36.0
1.60	12.0	16.0	24.0	0.40	60.0	6.60	40.0	45.0	80.0	1.33	60.0
1.80	12.0	15.0	24.0	0.53	45.0	6.80	70.0	80.0	140.0	0.67	210.0
2.00	14.0	18.0	28.0	0.40	70.0	7.00	100.0	105.0	200.0	2.67	75.0
2.20	16.0	19.0	32.0	0.40	80.0	7.20	90.0	110.0	180.0	1.33	135.0
2.40	18.0	21.0	36.0	0.40	90.0	7.40	150.0	160.0	300.0	1.33	225.0
2.60	32.0	35.0	64.0	0.27	240.0	7.60	135.0	145.0	270.0	1.33	202.0
2.80	32.0	34.0	64.0	0.27	240.0	7.80	110.0	120.0	220.0	1.33	165.0
3.00	33.0	35.0	66.0	0.53	124.0	8.00	90.0	100.0	180.0	1.33	135.0
3.20	32.0	36.0	64.0	0.53	120.0	8.20	70.0	80.0	140.0	1.33	105.0
3.40	26.0	30.0	52.0	0.40	130.0	8.40	70.0	80.0	140.0	2.67	52.0
3.60	22.0	25.0	44.0	0.53	82.0	8.60	70.0	90.0	140.0	2.67	52.0
3.80	18.0	22.0	36.0	0.53	67.0	8.80	100.0	120.0	200.0	1.33	150.0
4.00	19.0	23.0	38.0	1.07	36.0	9.00	170.0	180.0	340.0	1.33	255.0
4.20	13.0	21.0	26.0	0.67	39.0	9.20	140.0	150.0	280.0	4.00	70.0
4.40	9.0	14.0	18.0	0.53	34.0	9.40	180.0	210.0	360.0	4.00	90.0
4.60	8.0	12.0	16.0	0.60	27.0	9.60	240.0	270.0	480.0	4.00	120.0
4.80	4.5	9.0	9.0	0.47	19.0	9.80	140.0	170.0	280.0	4.00	70.0
5.00	5.5	9.0	11.0	0.53	21.0	10.00	110.0	140.0	220.0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

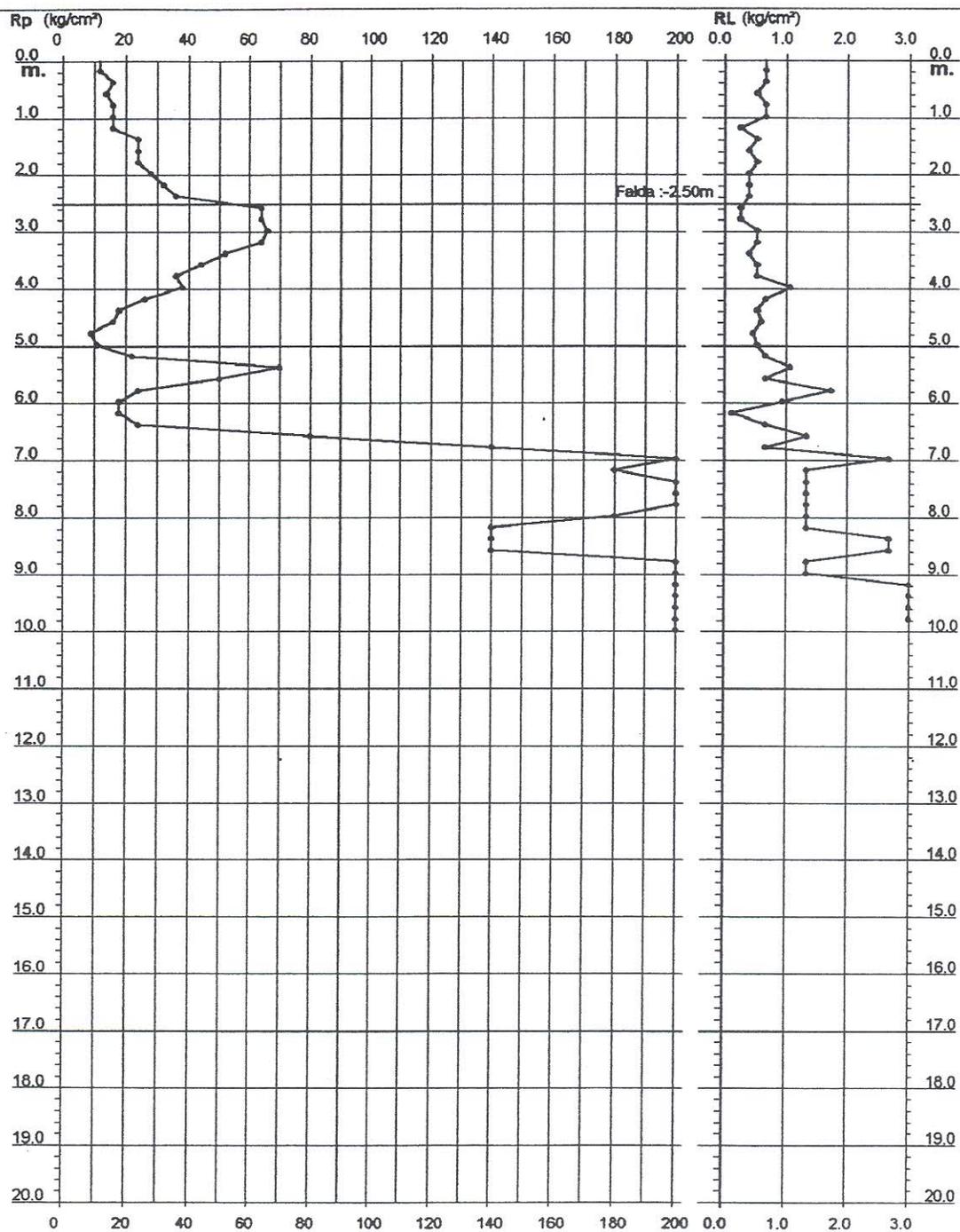
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 02

2010496-058

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
- lavoro :
- località : Cervignano (UD)

- data : 17/04/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : -2.50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



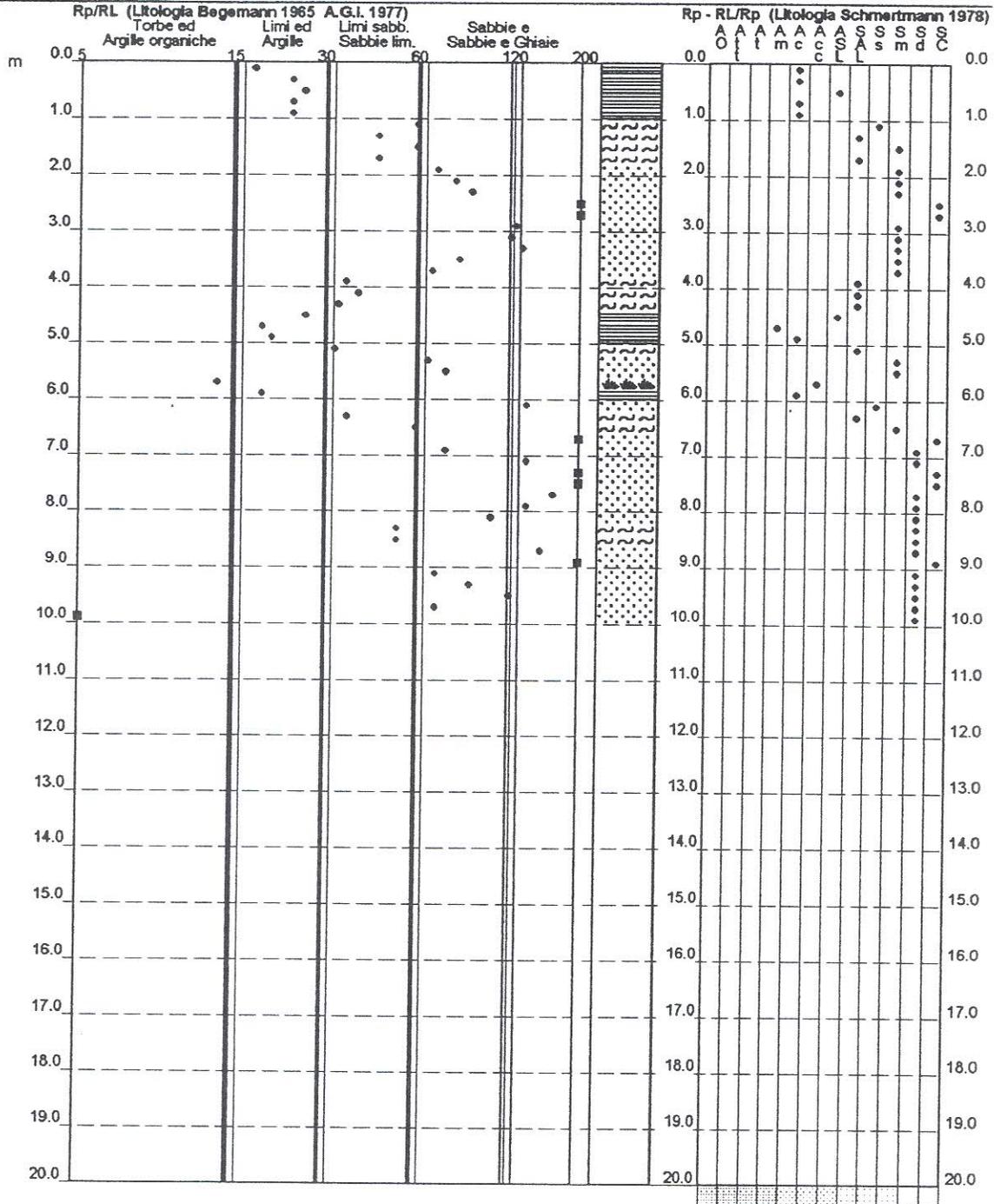
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 02

2.010496-058

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
- lavoro :
- località : Cervignano (UD)
- note :

- data : 17/04/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : -2.50 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 03

2.010496-058

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
- lavoro :
- località : Cervignano (UD)
- note :

- data : 18/04/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : -2.40 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	---	---	---	1.33	---	5.20	14.5	18.0	29.0	1.33	22.0
0.40	5.0	15.0	10.0	0.53	19.0	5.40	60.0	70.0	120.0	1.07	112.0
0.60	5.0	9.0	10.0	0.20	50.0	5.60	32.0	40.0	64.0	1.47	44.0
0.80	5.0	6.5	10.0	0.13	75.0	5.80	5.0	16.0	10.0	0.53	19.0
1.00	3.0	4.0	6.0	0.13	45.0	6.00	12.0	16.0	24.0	0.53	45.0
1.20	2.5	3.5	5.0	0.40	12.0	6.20	6.0	10.0	12.0	1.60	7.0
1.40	9.0	12.0	18.0	0.67	27.0	6.40	10.0	22.0	20.0	4.67	4.0
1.60	9.0	14.0	18.0	0.53	34.0	6.60	50.0	85.0	100.0	1.33	75.0
1.80	8.0	12.0	16.0	0.87	18.0	6.80	80.0	90.0	160.0	2.00	80.0
2.00	10.0	16.5	20.0	0.27	75.0	7.00	100.0	115.0	200.0	3.33	60.0
2.20	9.5	11.5	19.0	0.47	41.0	7.20	75.0	100.0	150.0	2.67	56.0
2.40	11.5	15.0	23.0	0.40	57.0	7.40	65.0	85.0	130.0	2.67	49.0
2.60	16.0	19.0	32.0	1.20	27.0	7.60	95.0	115.0	190.0	1.33	142.0
2.80	17.0	26.0	34.0	0.53	64.0	7.80	80.0	90.0	160.0	1.33	120.0
3.00	17.0	21.0	34.0	0.53	64.0	8.00	85.0	95.0	170.0	2.67	64.0
3.20	14.0	18.0	28.0	0.40	70.0	8.20	90.0	110.0	180.0	8.00	22.0
3.40	16.0	19.0	32.0	0.67	48.0	8.40	160.0	220.0	320.0	9.33	34.0
3.60	5.5	10.5	11.0	0.33	33.0	8.60	150.0	220.0	300.0	4.00	75.0
3.80	7.5	10.0	15.0	0.27	56.0	8.80	140.0	170.0	280.0	1.33	210.0
4.00	9.0	11.0	18.0	0.47	39.0	9.00	185.0	195.0	370.0	2.67	139.0
4.20	8.5	12.0	17.0	0.40	42.0	9.20	120.0	140.0	240.0	2.67	90.0
4.40	8.0	11.0	16.0	0.47	34.0	9.40	170.0	190.0	340.0	1.33	255.0
4.60	7.5	11.0	15.0	0.33	45.0	9.60	150.0	160.0	300.0	4.00	75.0
4.80	5.0	7.5	10.0	0.40	25.0	9.80	130.0	160.0	260.0	8.00	32.0
5.00	6.0	9.0	12.0	0.47	26.0	10.00	180.0	240.0	360.0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

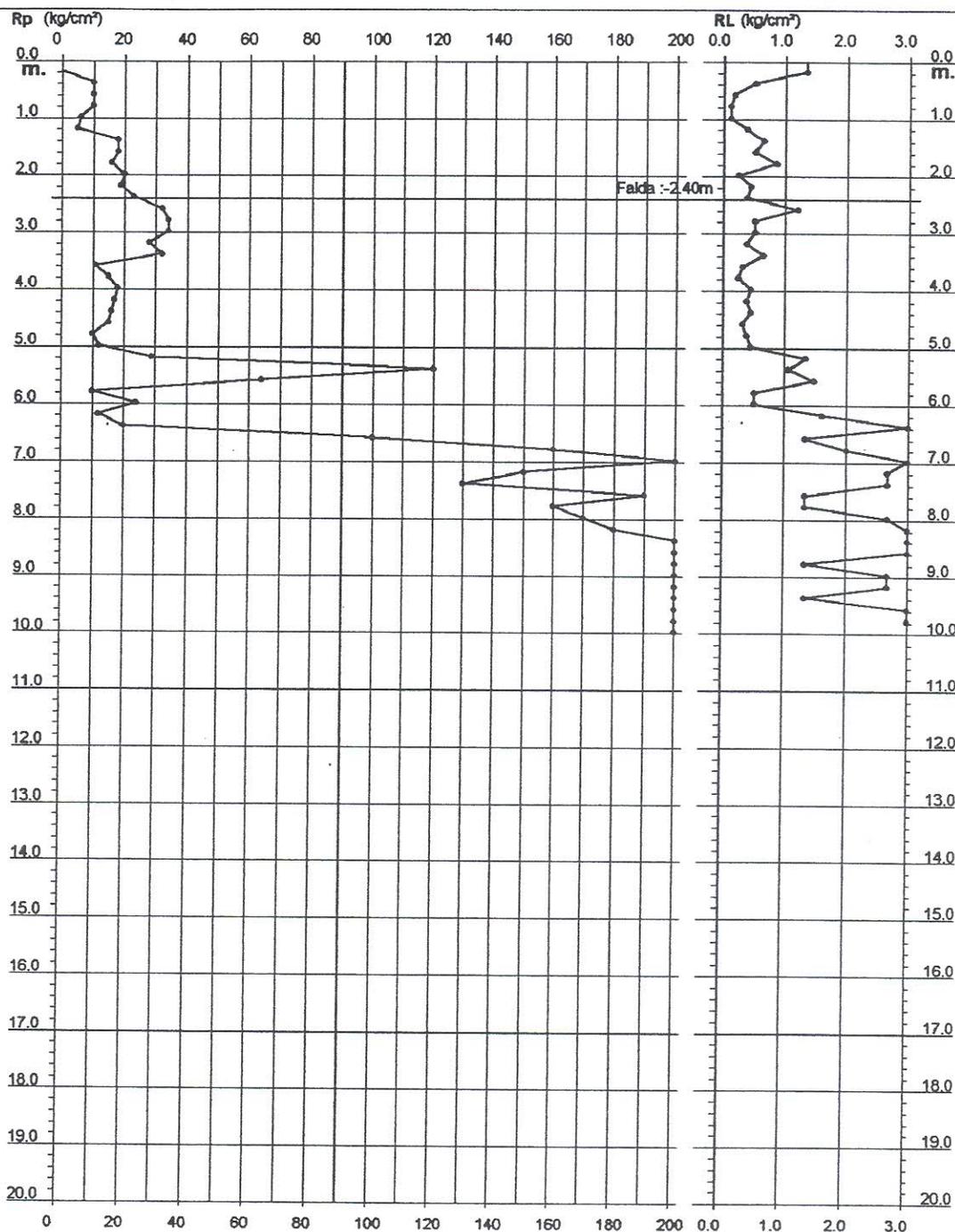
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 03

2010496-058

- committente : Dott. Geol. Luigi Plateo
- lavoro :
- località : Cervignano (UD)

- data : 18/04/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : -2.40 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad R_p \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad R_L \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$$

$$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg), corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (R_p / R_L)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = R_p / R_L	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R_p e di $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

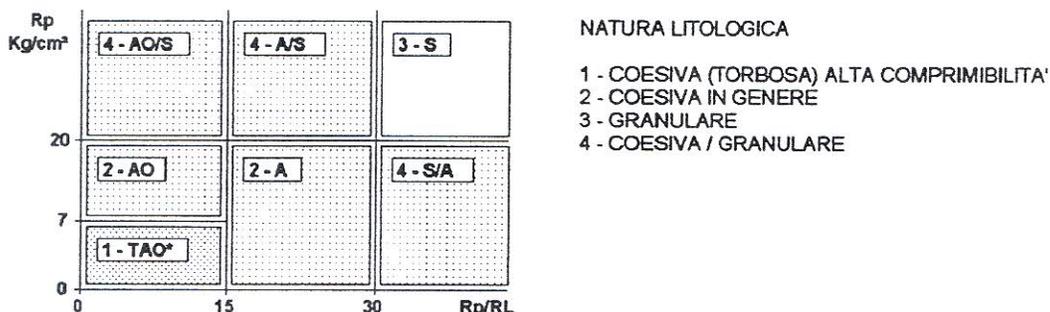
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(R_p / R_L) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(R_p / R_L) < 30$



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - R_p]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

