

PROGETTO ESECUTIVO

Valorizzazione area ASSL via Marconi

Realizzazione di un edificio con destinazione archivio cartaceo
(progetto 1° stralcio funzionale esecutivo)

Comune di Oristano

COMMITTENTE

Comune di Oristano

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. Antonio Vacca

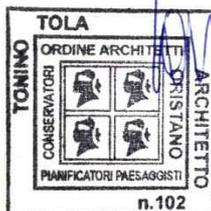
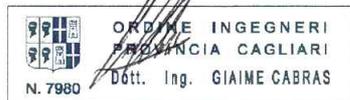
PROGETTISTI

Arch. Tonino Tola (Capogruppo)

Arch. Mario Casciu

Ing. Giaime Cabras

via Cagliari 165
09170 Oristano
Tel: +390783 300275
Fax: +390783 300275
e-mail: tonitola@gmail.com



Tonino Tola

relazione geologica
e geotecnica

E19

AGOSTO 2017

COMUNE DI ORISTANO

PROVINCIA ORISTANO

VALORIZZAZIONE DELL'AREA DI PROPRIETA' ASL VIA MARCONI ORISTANO

PROGETTO ARCHIVIO ASL - PROLUNGAMENTO PIAZZA G.L. PINTUS

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA



Il Geologo

Dott. Geol. Antonello Piredda

INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

PREMESSA	1
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
GEOLOGIA	4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE.....	4
INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....	7
INDAGINI SVOLTE.....	10
CONSIDERAZIONI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE.....	13
SISMICITÀ E CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE	26
VERIFICA FONDAZIONI DIRETTE.....	27
CONCLUSIONI.....	32

RELAZIONE SISMICA

PREMESSA

Su affidamento incarico da parte del Comune di Oristano sono state eseguite nel mese di Giugno 2017 indagini geognostiche e geotecniche su un'area della via Marconi di Oristano, in cui viene prevista la costruzione di un fabbricato destinato ad Archivio ASL.

Le verifiche hanno consentito la caratterizzazione lito-stratigrafica e geotecnica del terreno per la futura struttura di fondazione.



Immagine satellitare

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame è individuabile nel seguente inquadramento cartografico:

Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 Foglio 216 - 217 Capo San Marco - Oristano;

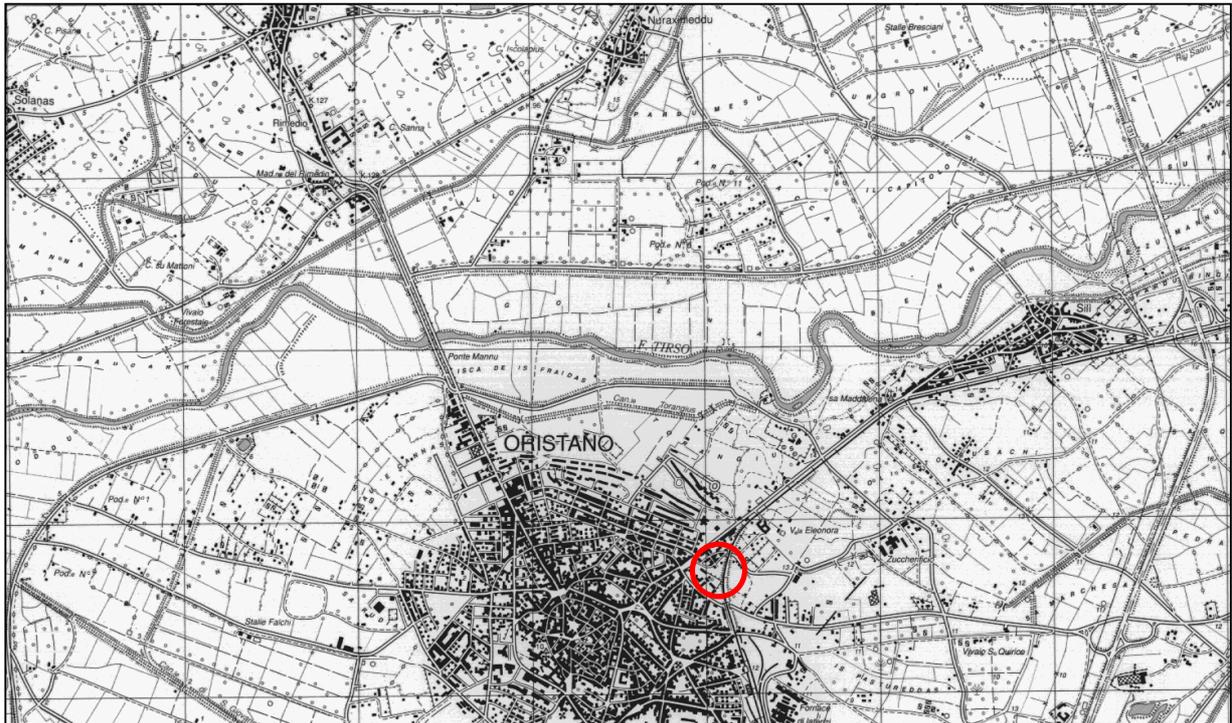
Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio: 528 sez. I Oristano Nord;

Carta Tecnica Regionale Sezione n. 528 080 Oristano scala 1.10.000.



Stralcio Carta d'Italia Scala 1:25.000

Foglio: 528 sez. I Oristano Nord



GEOLOGIA

INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE

L'area in esame nel suo inquadramento generale è ubicata nella parte settentrionale della Fossa del Campidano. Questa depressione tettonica originata durante il Plio-Quaternario dall'attivazione di un sistema di faglie con direzione preferenziale NO-SE è impostata sulla parte meridionale della preesistente Fossa Sarda riferibile invece all'Oligo-Miocene. E' limitata a Nord dal Montiferru, a Est dal Monte Grighini e dal Monte Arci e a Ovest dalla Penisola del Sinis.

I depositi di quest'area compresi fra il Pleistocene e l'Attuale, sono legati essenzialmente alla dinamica fluviale e costiera.

In particolare si possono distinguere:

1. *Alluvioni "antiche" (Pleistocene);*
2. *Alluvioni recenti e attuali (Olocene-Attuale);*
3. *Depositi costieri e transizionali recenti e attuali (Olocene-Attuale).*

Alluvioni "antiche" (Pleistocene)

Rappresentano depositi terrazzati costituiti da livelli ghiaioso-ciottolosi e sabbiosi sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici, mediamente addensati, con una frazione limo argillosa variamente distribuita arrossata e livelli argillo limosi.

Gli elementi litici evoluti, di varia forma, appiattiti, ovoidali, a spigoli smussati, con dimensione massima sino a circa 20 cm, sono rappresentati da quarziti, vulcaniti, rocce intrusive e metamorfiche.

I livelli più francamente argillosi, bruno-nocciola, risultano da moderatamente plastici a compatti.

Alluvioni recenti e attuali (Olocene-Attuale)

Sono formate da livelli sabbiosi e limo argillosi e ghiaioso-ciottolosi, sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici. I livelli ciottolosi sono formati da clasti evoluti quarzitici, di rocce vulcaniche e paleozoiche in genere. Questi depositi si presentano generalmente mediamente o poco addensati.

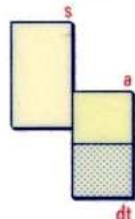
Depositi costieri e transizionali recenti e attuali (Olocene-Attuale)

Rientrano in questa tipologia i depositi dunari attuali, allungati parallelamente alla costa del Golfo di Oristano, formati da sabbie medio-grosse giallastre, i depositi deltizi del fiume Tirso, sabbioso-limo-argillosi, i depositi lagunari e palustri dello Stagno di Santa Giusta e delle aree limitrofe, in prevalenza argillosi e torbosi con subordinate e sottili intercalazioni sabbiose-granulose.

L'eterogeneità di tali depositi quaternari sia nello spessore che nella distribuzione areale è legata agli apporti alluvionali del paleo Tirso e agli interscambi con l'ambiente costiero.



Olocene

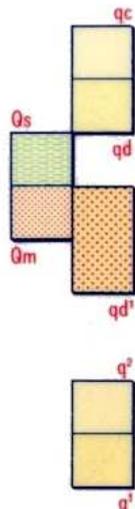


Sabbie attuali e recenti delle spiagge (s), passanti a dune litoranee.

Alluvioni ciottoloso-sabbiose o argillose e depositi limo-argillosi palustri o salmastri (a), attuali e recenti.

Complessi elvio-detritici di pendio (dt), sabbioso-limosi o ghiaioso-terrosi, recenti, e accumuli di frana a grandi blocchi di basalto, in gran parte pleistocenici, ai bordi delle "giare".

Pleistocene



Crostoni calcarei teneri (qc), raramente lapidei e travertinoidi, per lo più palustri.

Sabbie dunari più o meno cementate (qd), in massima parte wurmiane, a resti di Cervidi.

Calcari e argille (Qs) a *Cardium*. (TIRRENIANO).

Arenarie, conglomerati e sabbie (Qm) con fauna marina tirreniana ("Panchina a *Strombus*").

Depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi (qd1), in prevalenza ricoperti da resti di antiche dune probabilmente tirreniane.

Depositi alluvionali ciottolosi (q2), con intercalazioni sabbiose bruno-rossastre, a elementi di quarzo, granito, scisti paleozoici oppure di lave a E di Uras (M. Arci), terrazzati.

Depositi alluvionali ciottolosi (q1) dei terrazzi più alti, generalmente arrossati e spesso a incrostazioni calcaree e con intercalazioni argillose, a elementi di rocce paleozoiche nelle regioni del Tisro e di Santa Giusta e di rocce terziarie laviche, in prevalenza, nelle pendici occidentali di Trebina Longa (M. Arci).

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Le caratteristiche morfologiche del territorio in esame sono strettamente connesse con la dinamica fluviale del Tirso e dei corsi d'acqua minori, nella sua azione di trasporto, deposito dei sedimenti e fenomeni erosivi alternatesi nel tempo per oscillazioni climatiche a partire dal Quaternario antico sino ai tempi attuali.

Superata la gola di Villanova Truschedu si sviluppa l'ampio delta di Tirso con la deposizione di prodotti dall'alterazione e disfacimento di rocce attraversate nel suo percorso dall'interno della Sardegna, con sedimenti prevalentemente quarziticci, vulcanici, metamorfici e granitici.

L'espressione di questi eventi è la formazione di estesi depositi alluvionali di diverso ordine e a quote differenti, con modeste incisioni vallive che contribuiscono ad articolare il paesaggio.

Nel tratto terminale meandriforme del fiume Tirso sono presenti sedimenti alluvionali più recenti estesi su un'ampia fascia orientata circa est-ovest con andamento sub-pianeggiante, con una debole pendenza verso il mare. A nord e sud di questa fascia si individuano a quota superiore alluvioni più antichi pleistoceniche, spesso terrazzate, su superfici pianeggianti o debolmente ondulate.

Questi depositi sono presenti nell'area d'intervento.

Il risultato di questa dinamica fluviale è un'irregolare distribuzione areale e verticale dei sedimenti anche su limitate aree.

Oltre al Fiume Tirso non sono presenti corsi d'acqua secondari significativi. Tuttavia nel territorio risulta sviluppato un articolato sistema di canalizzazioni e opere di drenaggio realizzate per l'irrigazione e miglioramento fondiario.

Verso la costa le unità morfologiche maggiormente significative sono rappresentate dallo stagno di Santa Giusta, dalle aree paludose limitrofe, la costa bassa e sabbiosa e i corpi dunari. La formazione degli stagni è dovuta alla presenza di ostacoli morfologici al regolare deflusso fluviale. Generalmente si tratta di barre sottomarine create dal moto ondoso e dalle correnti costiere che alimentate dai sedimenti fluviali, emergono fino a formare delle vere e proprie spiagge sino alla formazione di campi dunari.

Questi ultimi risultano particolarmente evidenti a sud della foce del Fiume Tirso dove si sono verificate condizioni di abbondante alimentazione sedimentaria ed esposizione ai venti dominanti da Nord Ovest.

Infine viene segnalata l'antropizzazione del territorio con insediamenti produttivi, interventi agricoli ed estrattivi.

Circolazione idrica sotterranea

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, come già evidenziato, sono presenti nell'area depositi alluvionali sabbioso – ghiaiosi e limo argillosi sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici, prodotti dagli apporti fluviali del paleo Tirso e dagli interscambi con l'ambiente costiero.

Queste alluvioni sono caratterizzate da una marcata variabilità compositiva nella distribuzione areale e verticale con l'accostamento e la sovrapposizione di corpi sedimentari di varia estensione e potenza, spesso a sviluppo lentiforme, con valori della permeabilità molto diversi.

Nei depositi sedimentari a maggiore permeabilità si rinvenivano falde acquifere sia freatiche di tipo multistrato che in pressione.

Negli strati più superficiali sono presenti circolazioni idriche con caratteristiche quantitative-qualitative variabili, direttamente influenzate dagli apporti meteorici locali.

Le falde più profonde evidenziano in genere caratteristiche quantitative stabili o con minime variazioni temporali, legate ad un più esteso bacino idrogeologico alimentato dai flussi di subalveo del Fiume Tirso.

INDAGINI SVOLTE

SONDAGGIA CAROTAGGIO CONTINUO

Sono stati eseguiti n° 2 sondaggi a carotaggio continuo che hanno investigato sino alla profondità di m – 15 metri dal piano campagna.

Per le perforazioni è stata utilizzata una sonda idraulica Atlas Copco Mustang A66 CBT montata su carro cingolato.

I campioni prelevati con carotieri semplici Ø 101 mm sono stati alloggiati su apposite cassette catalogatrici porta campioni a scomparti.

Per il sostegno provvisorio dei fori è stata utilizzata una colonna di tubi di rivestimento in acciaio Ø 127 mm.

PROVE CON VANE TEST E POCKET PENETROMETER

Sui campioni prelevati nei livelli coesivi maggiormente significativi, sono state effettuate valutazioni sulla resistenza al taglio in condizioni non drenate mediante utilizzo del Vane Test e Pocket Penetrometer.

PROVE PENETROMETRICHE S.P.T.

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite complessivamente 10 prove S.P.T. (Standard Penetration Test).

La prova consiste nel determinare il numero di colpi necessari per infiggere un campionatore cilindrico standard tipo Raymond utilizzando una punta aperta nei materiali sottili (diametro esterno 51 mm), mentre nei livelli granulari-ciottolosi l'utilizzo di una punta chiusa e nel registrare il numero di colpi ottenuti ogni 15 cm di avanzamento (45 cm complessivi).

Il sistema d'infissione è rappresentato da un dispositivo standardizzato di percussione con maglio di 63.5 Kg, altezza di caduta di 76.2 cm. Il dato significativo della prova, è rappresentato dalla somma del numero di colpi ottenuti negli ultimi 30 cm di avanzamento, attraverso il quale possono essere valutate importanti caratteristiche geotecniche dei terreni.

Tale prova, sebbene standardizzata per le sabbie, viene spesso effettuata anche nei terreni coesivi argillosi e limo-argillo-sabbiosi, per una valutazione orientativa del grado di consistenza.

ANALISI DI LABORATORIO

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati n° 2 campioni a disturbo limitato, su cui sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

n° 2 *Prove di Taglio Diretto con Scatola di Casagrande*

n° 2 *Determinazioni dei Moduli Edometrici*

n° 1 *Analisi Granulometrica – Limiti di Atterberg – Classificazione*

n° 2 *Determinazioni del Peso di Volume*

I risultati dell'analisi sono riportati su apposito certificato inserito in relazione.

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CONTINUE CPT E DPSH

Sono state eseguite n° 3 prove statiche, la prima CPT1 sino a m - 5.00 dal piano campagna, la seconda CPT2 sino a m -10.60 e la terza SCPT3 sino a m -10.00.

La prova penetrometrica CPT consiste nella misura della resistenza alla penetrazione nel terreno di una punta con manicotto di dimensioni e caratteristiche standardizzate (metodo Begemann). L'avanzamento avviene attraverso un dispositivo di spinta oleodinamico opportunamente ancorato al suolo che agisce su una batteria doppia di aste, esterne e interne, alla cui estremità inferiore, è collegata la punta (avanzamento del cono 4 cm, poi del manicotto 12 cm e successivo ricongiungimento cono-manicotto sino al completo avanzamento di 20 cm).

La pressione del pistone idraulico durante l'infissione, viene visualizzata mediante un sistema di lettura manometrico e digitale. Vengono così valutati i valori di resistenza del terreno, il riconoscimento di massima delle litologie attraversate, attraverso il rapporto tra i valori di resistenza alla punta R_p e della resistenza laterale R_l .

Le prove penetrometriche statiche consentono importanti valutazioni sulle caratteristiche litologiche e geotecniche del terreno.

La profondità della prima prova CPT1 è stata interrotta a m – 5.00 per rifiuto all'avanzamento. Su tale verticale la verifica è proseguita con una prova dinamica continua DPSH sino a m – 10.20.

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nell'infissione sul terreno di una punta conica metallica collegata ad una serie di aste di un metro di lunghezza cadauna, mediante l'azione battente di un maglio di 63.50 kg con dispositivo di sollevamento oleodinamico.

Durante la prova, si registra il numero di colpi necessari per l'avanzamento della punta per tratti successivi di 20 cm.

Dalle prove eseguite vengono forniti i valori e i diagrammi delle resistenze ottenute.

Per le verifiche è stato utilizzato un penetrometro cingolato Pagani da 20 ton.

VERIFICHE GEOFISICHE

E' stata eseguita un'indagine sismica con la tecnica Masw che ha consentito il calcolo della V_{s30} cioè la velocità delle onde di taglio per una profondità di 30 metri utilizzata per la determinazione della categoria del sottosuolo di fondazione secondo le Norme NTC 2008.

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

- ⊙ S Sondaggio a carotaggio continuo
- ⊙ P Prova penetrometrica continua CPT/DPSH



scala 1:400

FERROVIA CAGLIARI OLBIA
F.S.

CONSIDERAZIONI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Le caratteristiche lito-stratigrafiche dell'area d'intervento determinate attraverso la correlazione tra i carotaggi e le prove penetrometriche continue, possono essere così schematizzate:

- Orizzonte superficiale di riporto di 60 ÷ 80 cm
- Livello sabbioso (Sondaggio S1) sino a m – 1.00
- Argille, argille limose e sabbiose sino a circa m – 4.00
- Sabbie e ghiaie con una variabile frazione limo argillosa sino a circa m – 7.50
- Livelli coesivi e granulari in alternanza, con argille, argille limose e sabbiose e sabbie localmente con frammenti arenacei sino a circa m - 9.50 ÷ - 10.00
- Sabbie e ghiaie con una variabile frazione limo argillosa, sino a m – 12.50 nel sondaggio S1 e m – 13.60 nel sondaggio S2
- Sabbie limo argillose nel S1 da m – 12.50 a m – 13.40
- Argille e argille limose sino a m – 15.00

Per quanto riguarda la profondità dell'acqua, l'instabilità dei fori non consente una precisa determinazione della quota, ma orientativamente i primi flussi idrici risultano tra i 7.00 e gli 8.00 metri.

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, le prove di laboratorio sono state concentrate nello strato coesivo argilloso e limo argilloso su cui viene previsto il piano di posa fondazioni. Su tale orizzonte individuato sino a circa m – 4.00 dal piano campagna, le analisi eseguite su due campioni prelevati nel corso dei sondaggi, hanno fornito i seguenti valori:

Resistenza al Taglio Diretto

Sondaggio S1 (Campione m – 1.80 ÷ - 2.15)

Angolo d'Attrito $\phi = 23,30^\circ$

Coesione $C = 1483 \text{ KPa}$

.....

.....
Sondaggio S2 (Campione $m - 3.05 \div - 3.40$)

Angolo d'Attrito $\phi = 25,70^\circ$

Coesione $C = 5,7 \text{ KPa}$
.....

Classificazione delle Terre

Sondaggio S1 (Campione $m - 1.80 \div - 2.15$)

Classe UNI 100006 **A7-6**

Classe ASTM -USCS **CL**
.....

Pesi di Volume (metodo della pesata idrostatica):

Sondaggio S1 (Campione $m - 1.80 \div - 2.15$) **PV = 2,034 g/cm³**

Sondaggio S2 (Campione $m - 3.05 \div - 3.40$) **PV = 1,963 g/cm³**
.....

Le prove di Compressione Edometrica eseguite sempre sui due campioni prelevati dai sondaggi S1 e S2, hanno fornito i Moduli Edometrici sino alla pressione conforme ai carichi previsti sul terreno dalla struttura, previsti da progetto $P \cong 0.69 \text{ Kg/cm}^2$.

Nell'intervallo di carico tra 49 KPa e 98 KPa sono stati determinati i seguenti Moduli di Deformazione:

Sondaggio S1 (Campione $m - 1.80 \div - 2.15$) **Eed = 3714,6 KPa**

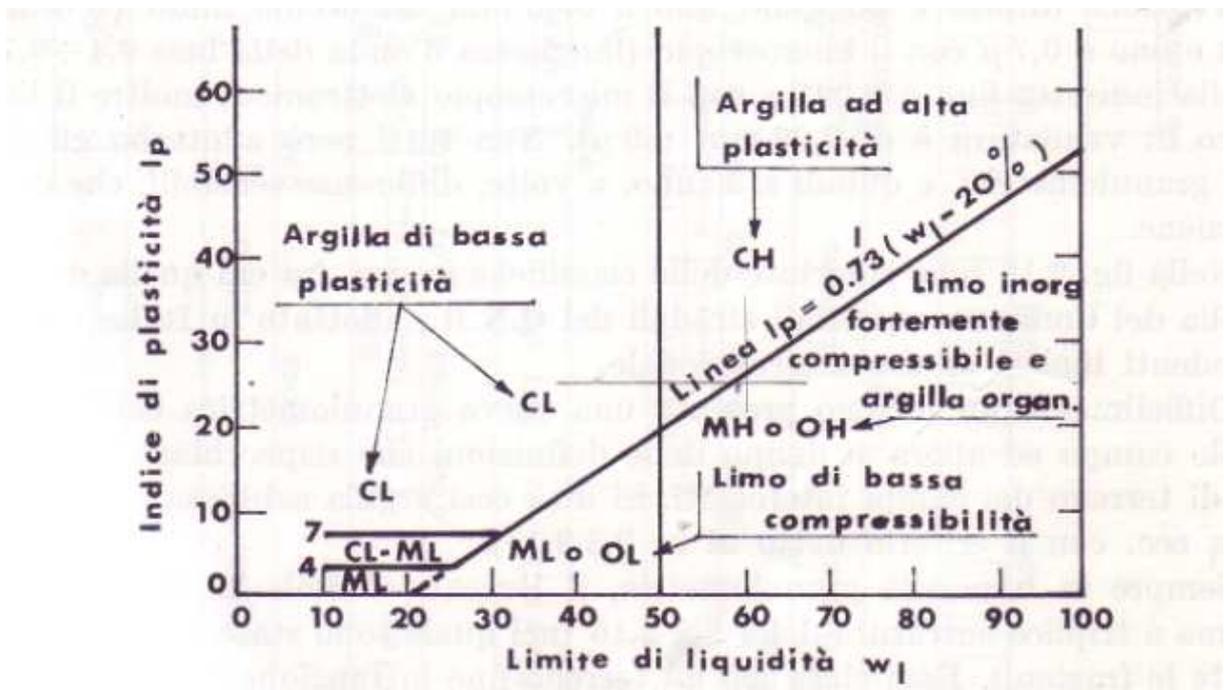
Sondaggio S2 (Campione $m - 3.05 \div - 3.40$) **Eed = 2105,5 KPa**

Questi risultati sono stati correlati con i dati ottenuti dalle prove penetrometriche statiche continue CPT.

Il valore di riferimento assegnato è stato inserito nel programma di calcolo LoadCap della Geostru per la valutazione dei cedimenti.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R.-U.N.I. 10006

Classificazione generale	Terre ghiaio - argillose						Terre limo - argillose						Torbe e terre organiche palustri		
	Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 \leq 35%						Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $>$ 35%								
	A. 1	A. 2	A. 3	A. 2-4	A. 2-5	A. 2-6	A. 4	A. 5	A. 6	A. 7-5	A. 7-6	A. 8			
Gruppo	A. 1-a	A. 1-b	A. 2	A. 2-4	A. 2-5	A. 2-6	A. 2-7	A. 4	A. 5	A. 6	A. 7-5	A. 7-6	A. 8		
Sottogruppo															
Analisi granulometrica															
Frazione passante allo staccio															
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35		
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332															
Limite liquido	-	-	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40		
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10		
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	≤ 4	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	≤ 20	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa												
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono						Da mediocre a scadente						Da scartare come sottofondo		
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna e lieve						Media						Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nullo						Nullo o lieve						Molto elev.		
Permeabilità	Elevata						Media o scarsa						Molto elev.		
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto		La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo. Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla.		Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.		Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.		Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.				
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.															



Le prove con Pochet Penetrometer e Vane Test sui campioni estratti nei livelli coesivi rappresentativi, hanno fornito utili indicazioni per la valutazione della coesione non drenata.

Le prove penetrometriche S.P.T. sono state eseguite prevalentemente negli orizzonti granulari.

I valori numerici ottenuti dalle penetrometriche S.P.T. sono riportati su una tabella e rappresentati graficamente. Inoltre viene fornita una prima stima dell'Angolo d'Attrito per i livelli granulari, attraverso la correlazione tra due metodologie di calcolo:

Angolo di attrito $\phi = \sqrt{15 \cdot N_{SPT}} + 15$	<i>Shioi- Fukuni 1982</i>
---	---------------------------

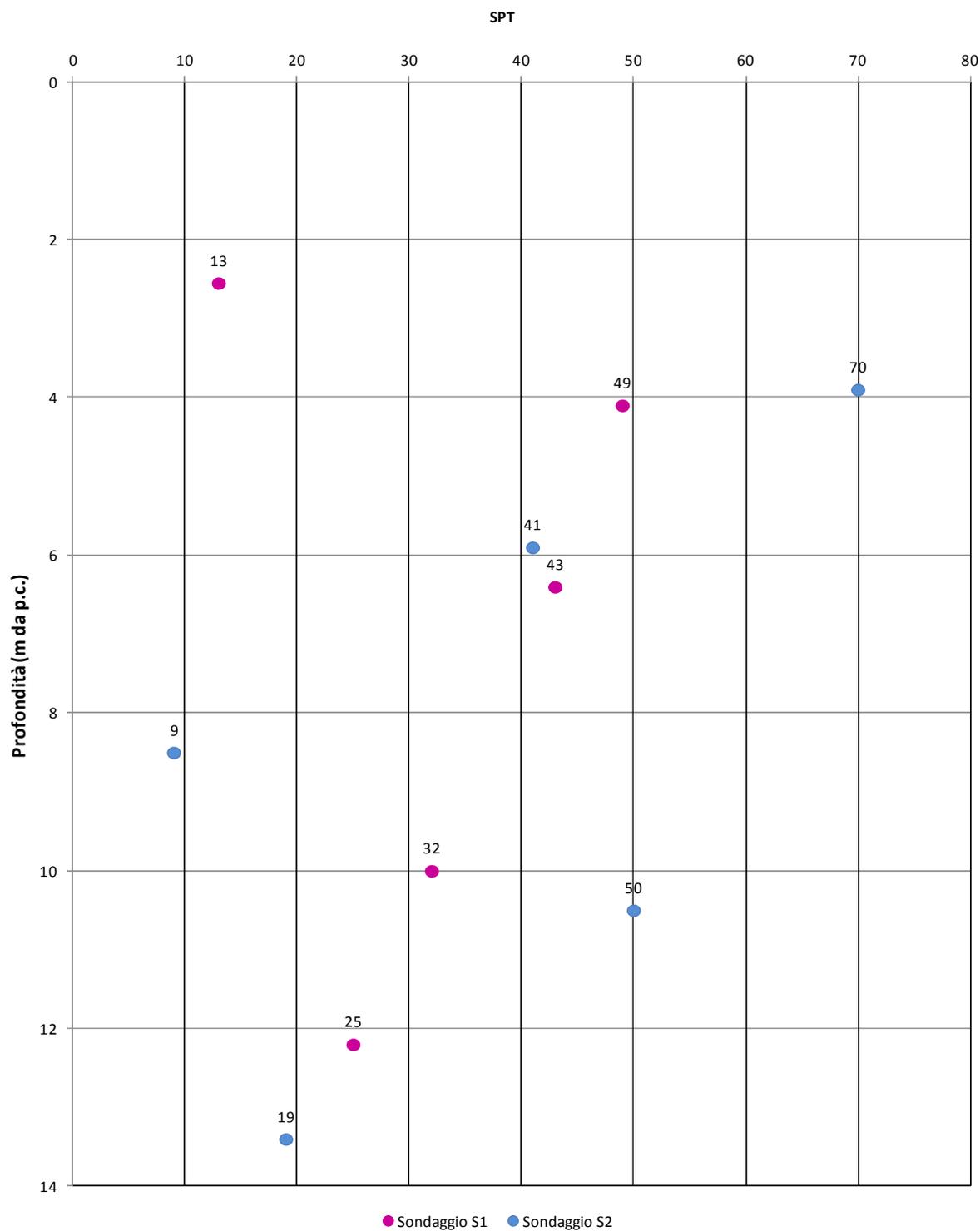
Angolo di attrito $\phi = 27,2 + 0,28 N_{SPT}$	<i>Peck-Hanson & Thornburn</i>
--	------------------------------------

Tabella

SONDAGGIO		PROFONDITA' PROVA m	NUMERO DI COLPI			Nspt	φ
1	2		15	30	45		
		2,55	2	5	8	13	
		3,90	24	33	37	70	47,10
		4,10	15	26	23	49	41,52
		5,90	28	20	21	41	39,24
		6,40	14	19	24	43	39,82
		8,50	15	5	4	9	
		10,00	16	15	17	32	36,53
		10,50	18	26	24	50	41,79
		12,20	12	14	11	25	34,28
		13,40	17	9	10	19	

GRAFICO

Profondità / Prove Penetrometriche S.P.T.



Il numero di colpi ottenuti sugli strati ad elevata frazione ghiaiosa, risultano estremamente elevati, pertanto anche il corrispondente valore dell'angolo d'attrito risulta sovrastimato.

I valori determinati verranno adeguatamente ridotti in sede di parametrizzazione geotecnica.

CORRELAZIONE TRA S.P.T. E PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI GRANULARI

Peso di Volume γ da Tab. Terzaghi e Peck 1948-1967											
N_{SPT}	γ_{sat}	γ_d	N_{SPT}	γ_{sat}	γ_d	N_{SPT}	γ_{sat}	γ_d	N_{SPT}	γ_{sat}	γ_d
0	1,83	1,33	25	2,02	1,64	50	2,15	1,85	75	2,20	1,93
5	1,88	1,41	30	2,05	1,69	55	2,16	1,87	80	2,21	1,95
10	1,93	1,50	35	2,08	1,73	60	2,17	1,88	85	2,23	1,97
15	1,96	1,54	40	2,10	1,77	65	2,18	1,90	90	2,24	1,99
20	1,99	1,59	45	2,13	1,81	70	2,19	1,92	95	2,24	1,99

CORRELAZIONE TRA S.P.T. E PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI COESIVO E COESIVO-GRANULARI

Peso di Volume γ da Tab. Bowles 1982, Terzaghi e Peck 1948-1967											
N_{SPT}	γ_{sat}	W%	e	N_{SPT}	γ_{sat}	W%	e	N_{SPT}	γ_{sat}	W%	e
0	1,60	68	1,833	10	1,90	33	0,892	20	2,02	25	0,667
2	1,75	47	1,267	12	1,92	31	0,842	22	2,04	23	0,628
4	1,80	42	1,125	14	1,95	29	0,795	24	2,07	22	0,591
6	1,85	37	1,000	16	1,97	28	0,750	26	2,09	21	0,556
8	1,87	35	0,945	18	2,00	26	0,708	28	2,10	20	0,545

PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Per l'assegnazione dei principali parametri geotecnici al terreno di fondazione, i valori numerici ottenuti dalle prove in sito e di laboratorio sono stati correlati e ridotti cautelativamente in funzione dei limiti dovuti al carattere puntuale delle verifiche, alle caratteristiche del sedimento e da valutazioni tecniche emerse nel corso delle perforazioni.

Sondaggio S1

Piano Campagna

0.00 m

Terreno di riporto

0.60 m

Sabbie debolmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 28^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 150 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.30$

- 1.00 m

Argille e argille limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 22,30^\circ / 25,70^\circ$
Coesione	$C = 14,8 / 5,7 \text{ KPa}$
Coesione non drenata	$C_u = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.90 / 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Edometrico	$Me = \text{Vedi certificati alle diverse pressioni}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.25$
Classificazione UNI 10006	A7-6

- 3.80 m

Sabbie, sabbie e ghiaie debolmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 32^\circ / 38^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 300$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.35$

- 7.30 m

- 7.30 m

Sabbie limo argillose con frammenti arenacei

Angolo d'Attrito	$\phi = 28^\circ$
Coesione	$C = 0$ Valore cautelativo
Coesione non drenata	$C_u = 0.40 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.85 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 150 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.30$

- 8.40 m

Argille e argille limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 22,30^\circ / 25,70^\circ$
Coesione	$C = 14,8 / 5,7 \text{ KPa}$
Coesione non drenata	$C_u = 1.00 / 1.20 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.95 / 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Edometrico	$M_e = \text{Vedi certificati alle diverse pressioni}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.25$

- 8.80 m

Sabbie localmente limo argillose con frammenti arenacei

Angolo d'Attrito	$\phi = 30^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.85 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 150 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.30$

- 9.80 m

Sabbie e ghiaie debolmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 35^\circ / 38^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 300$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.35$

- 12.50 m

Segue

- 12.50 m

Sabbie limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 28^\circ$
Coesione	$C = 0$ Valore cautelativo
Coesione non drenata	$C_u = 0.40 / 0.88 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.85 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 150 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.30$

- 13.40 m

Argille e argille limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 22,30^\circ / 25,70^\circ$
Coesione	$C = 14,8 / 5,7 \text{ KPa}$
Coesione non drenata	$C_u = 1.20 / 2.00 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Edometrico	$M_e = \text{Vedi certificati alle diverse pressioni}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.25$

- 15.00 m

Fine foro

Sondaggio S2

Piano Campagna

0.00 m

Terreno di riporto

- 0.80 m

Argille e argille limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 22,30^\circ / 25,70^\circ$
Coesione	$C = 14,8 / 5,7 \text{ KPa}$
Coesione non drenata	$C_u = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.90 / 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Edometrico	$Me = \text{Vedi certificati alle diverse pressioni}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.25$
Classificazione UNI 10006	A7-6

- 3.80 m

Sabbie, sabbie e ghiaie debolmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 32^\circ / 38^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 300$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.35$

- 7.70 m

Argille limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 22,30^\circ / 25,70^\circ$
Coesione	$C = 14,8 / 5,7 \text{ KPa}$
Coesione non drenata	$C_u = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.85 / 1.90 \text{ T/m}^3$
Modulo Edometrico	$Me = \text{Vedi certificati alle diverse pressioni}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.25$

8.10 m

Sabbie e ghiaie debolmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 35^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 300$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.35$

- 8.60 m

- 8.60 m

Argille e argille limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 22,30^\circ / 25,70^\circ$
Coesione	$C = 14,8 / 5,7 \text{ KPa}$
Coesione non drenata	$C_u = 0.60 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.85 / 1.90 \text{ T/m}^3$
Modulo Edometrico	$Me = \text{Vedi certificati alle diverse pressioni}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.25$

- 9.20 m

Sabbie debolmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 28^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 150 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.30$

- 9.65 m

Sabbie e ghiaie debolmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 35^\circ / 38^\circ$
Coesione	$C = 0$
Coesione non drenata	$C_u = 0$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Elastico	$E_y = 300$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.35$

- 13.60 m

Argille e argille limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 22,30^\circ / 25,70^\circ$
Coesione	$C = 14,8 / 5,7 \text{ KPa}$
Coesione non drenata	$C_u = 1.00 / 1.32 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 2.00 \text{ T/m}^3$
Modulo Edometrico	$Me = \text{Vedi certificati alle diverse pressioni}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.25$

- 15.00 m

Fine foro

Nel corso delle indagini non è stata individuata alcuna circolazione idrica negli orizzonti interessati dalle strutture di fondazione.

Le indicazioni progettuali prevedono il piano di posa delle fondazioni a circa m – 2.00 dall'attuale piano campagna, rispetto alla quota in cui sono state eseguite le indagini.

Le verifiche hanno evidenziato una valida correlabilità tra le prove eseguite. Pertanto il terreno portante è rappresentato dalle argille e argille limose comprimibili individuate sino a circa quattro metri di profondità.

Alla base di questo orizzonte coesivo sono presenti sino a circa m – 7.50 sabbie e ghiaie con una variabile frazione limo argillosa. Questo deposito granulare di buone caratteristiche portanti, risulta poco o nulla deformabile, considerati i modesti carichi trasmessi dalla struttura in progetto.

SISMICITÀ E CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Secondo l'ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, viene suddiviso il territorio nazionale in quattro zone di sismicità decrescente; la Sardegna ricade in **Zona 4**, cioè a bassissima pericolosità sismica.

Tale ordinanza propone inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (A-B-C-D-E, più altre due speciali S1 e S2) da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno V_{s30} .

Attraverso l'indagine sismica eseguita con tecnica Masw, l'area in esame rientra nella **Categoria C** che nella normativa vigente NTC 2008 identifica:

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

Il valore di velocità determinato risulta $V_{s30} = 329.9$ m/s

VERIFICA FONDAZIONI DIRETTE

Per la verifica sulla portanza del terreno, vengono applicate le normative tecniche di riferimento NTC 2008, utilizzando il programma di calcolo LoadCap della Geostru.

Tra queste metodologie è stato utilizzato l'approccio progettuale 2 combinazione unica: **A1 + M1 + R3**.

Questa espressione rappresenta la combinazione delle azioni (**A**) e da un punto di vista geotecnico la resistenza dei materiali (**M**) e la resistenza globale (**R**).

I coefficienti parziali riduttivi delle resistenze dei materiali da applicare a **M1** non modificano in questa combinazione il valore numerico dei parametri da noi assegnati ($M1 = 1$).

Per la resistenza globale **R** quest'approccio prevede la riduzione della capacità portante per il coefficiente parziale $\gamma_R = 2.3$.

Per la verifica vengono presi in considerazione i carichi e la geometria di fondazione previsti nell'ipotesi progettuale:

- Pressione Normale di progetto allo SLU $\cong 30332$ Kg
- Pressione Normale di progetto allo SLE $\cong 27000$ Kg

Riferimento Pressione Normale:

- Trave rovescia Lunghezza m 5.50, larghezza m 0.80
- Piano di posa fondazioni m - 2.00 dall'attuale piano campagna (riferimento postazioni indagini svolte)

A tale profondità il terreno portante è rappresentato dallo strato argilloso.

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	0,8 m
Lunghezza fondazione	5,5 m
Profondità piano di posa	1,0 m
Altezza di incastro	1,0 m
Profondità falda	6,5
Correzione parametri	

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
3,0	20,0	21,57	22,3	14,8	100,0	6900,0	2100,0	0,0	0,0	0,0	argilla
4,5	20,0	20,59	35,0	0,0	0,0	30000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	sabbia e ghiaia

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	303,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	S.L.E.	0,00	270,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
4	S.L.D.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	374,4 kN/m ²
Resistenza di progetto [Rd]	162,78 kN/m ²
Tensione [Ed]	68,86 kN/m ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	5,44
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 14975,93 kN/m³

Viene assegnato cautelativamente al terreno di fondazione un modulo di Reazione di Winkler

$k = 9806.65 \text{ KN/m}^3$ equivalente $k = 1.0 \text{ Kg/cm}^3$.

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Carico limite 497,83 kN/m²
Resistenza di progetto 216,45 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Carico limite 401,9 kN/m²
Resistenza di progetto 174,74 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Carico limite 463,0 kN/m²
Resistenza di progetto 201,3 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Carico limite 497,83 kN/m²
Resistenza di progetto 216,45 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Carico limite 374,4 kN/m²
Resistenza di progetto 162,78 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Carico limite 497,83 kN/m²
Resistenza di progetto 216,45 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Carico limite 401,9 kN/m²
Resistenza di progetto 174,74 kN/m²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Carico limite	463,0 kN/m ²
Resistenza di progetto	201,3 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Carico limite	497,83 kN/m ²
Resistenza di progetto	216,45 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Carico limite	374,4 kN/m ²
Resistenza di progetto	162,78 kN/m ²

Secondo quanto emerso dal calcolo della portanza del terreno risulta verificata l'equazione $E_d \leq R_d$ anche nella condizione più cautelativa (Brinch - Hansen 1970).

In sintesi le caratteristiche portanti del terreno risultano idonee ai carichi trasmessi, valutati secondo le indicazioni progettuali in circa 0.70 Kg/cm².

Il carico di 270 kN ripartito su una geometria di fondazione di m 0.80 x 5.50 determina una pressione sul terreno di 61,40 kN/m². Decurtando da tale pressione il peso del terreno di sbancamento previsto di circa m 1.00, la pressione si riduce a 41.36 kN/m².

Per tale valore è stato determinato il relativo cedimento calcolato con il Metodo di consolidazione monodimensionale di Terzaghi utilizzando sempre il programma di calcolo LoadCap della Geostru.

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	41,36 kN/m ²
Distanza	0,00 m
Angolo	0,00 °
Cedimento totale	0,934 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	2	40	9,806	Edometrico	0,9339	--	0,9339
2	5,25	0	0	Schmertmann	0	--	0

Il cedimento risulta di 0.934 cm. Tale deformazione risulta ammissibile.

Il cedimento differenziale può essere stimato pari a 3/4 del massimo cedimento complessivo calcolato (JOSEPH E. BOWLES cap. 5.15) e si ottiene $\Delta H = 3/4 (0.93) \cong 0.70$ cm.

Questo cedimento differenziale rientra nei valori massimi di cedimento raccomandabili per il contenimento delle deformazioni.

CONCLUSIONI

Le indagini svolte hanno evidenziato un contesto lito-stratigrafico caratterizzato schematicamente da uno strato superficiale di terreno di riporto a cui segue su buona parte dell'area investigata uno strato coesivo costituito da argille, argille limose e sabbiose sino a circa m – 4.00 dal piano campagna (solo localmente è presente tra i due orizzonti della sabbia).

Alla base è presente un dominio prevalentemente granulare costituito da sabbie e ghiaie con una variabile frazione limo argillosa e localmente alcuni livelli coesivo-granulari di limitato spessore.

Infine a m – 13.40 ÷ – 13.60 (profondità variabile tra i sondaggi S1 e S2) sino alla quota finale di m – 15.00 è presente uno strato di argille e argille limose.

Per quanto riguarda la profondità dell'acqua, orientativamente i primi flussi idrici risultano tra i 7.00 e gli 8.00 metri dal piano campagna.

La valutazione sulle caratteristiche portanti del terreno è stata eseguita con il programma Loadcap della Geostru inserendo per il calcolo i dati progettuali forniti allo SLU nell'ipotesi di una trave di fondazione con geometria m 0.80 x 5.50 con piano di posa a m – 2.00 dall'attuale piano campagna.

Utilizzando l'approccio progettuale 2 nella combinazione unica **A1 + M1 + R3** secondo le Norme NTC 2008 è stata determinata una sollecitazione ammissibile sul terreno nella condizione più cautelativa di $R_d = 162.78 \text{ kN/m}^2$ equivalente a 1.66 kg/cm^2 . Tale resistenza di progetto soddisfa l'equazione $E_d < R_d$, dove E_d rappresenta i carichi.

La verifica dei cedimenti eseguita per una pressione effettiva sul terreno di 41.36 kN/m^2 risulta $W_t \cong 1.00 \text{ cm}$ Tale deformazione viene ritenuta ammissibile.

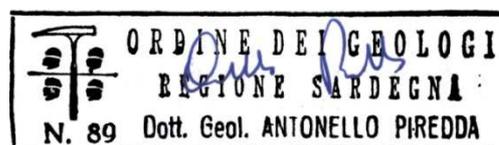
Nel corso delle prove non è stata individuata alcuna circolazione idrica negli orizzonti interessati dalle strutture di fondazione.

Questo contesto litologico e l'assenza d'acqua di falda, favorisce la stabilità delle pareti di scavo nell'esecuzione delle future opere di fondazione.

Tuttavia dovranno sempre essere adottati tutti gli accorgimenti tecnici in termini di sicurezza previsti per le opere di scavo, secondo le normative vigenti.

Il Geologo

Dott. Geol. Antonello Piredda



SONDAGGIO S1

COMMITTENTE : Comune di Oristano
 LOCALITA' : Prolungamento Piazza G.L. Pintus - Oristano
 OPERA : Archivio ASL

UBICAZIONE: vedi planimetria
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 13-14/06/2017

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.60										Terreno di riporto: sabbie limo argillose bruno nocciola con alcuni elementi litici e frammenti di laterizi
1.00										Sabbie debolmente limo argillose nocciola
2.60		1.80-2.15		3.00	1.14	2.55-3.00	2	5	8	Argille localmente debolmente limose e sabbiose nocciola e bruno nocciola con noduli e concrezioni carbonatiche biancastre (m -1.70÷-2.00) e striature bruno nerastre (m -2.30÷-2.60)
3.80					0.80					Limi argillo sabbiosi e sabbie limo argillose nocciola
4.10					0.52					Sabbie fini e medie nocciola
4.90						4.10-4.55	15	26	23	Sabbie localmente limose con ghiaie ad elementi litici evoluti da < 1 cm a ø max 3 cm
5.00										Sabbie e ghiaie sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici ad elementi litici evoluti eterometrici da < 1 cm a ø max 8 cm, quarziticci, di rocce vulcaniche, metamorfiche e granitiche in matrice limo argillosa nocciola in percentuale variabile
7.30				1.20	0.40	6.40-6.85	14	19	24	Sabbie limo argillose nocciola con alcuni frammenti arenacei da < 1 cm a ø max 9 cm (m -7.30÷-8.25)
8.40				3.50	1.40					Argille nocciola
8.80				1.60	1.80					Sabbie nocciola chiaro con alcuni frammenti arenacei da < 1 cm a ø max 3 cm, localmente limo argillose
9.80						10.00-10.45	16	15	17	Sabbie e ghiaie sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici ad elementi litici evoluti eterometrici da < 1 cm a ø max 6 cm, quarziticci, di rocce vulcaniche, metamorfiche e granitiche, debolmente limo argillose, nocciola e ocracee
12.50					0.88	12.20-12.65	12	14	11	Sabbie limo argillose nocciola e ocracee
13.40				4.20	2.00					Argille e argille limose nocciola e brune
14.20				2.60	1.44					Argille bruno nerastre
15.00				2.90	1.24					
				2.20	1.20					
FINE SONDAGGIO										
Note: instabilità foro, probabile H ₂ O a m -7.00÷-8.00										

Pp: resistenza alla punta del Pocket Penetrometer (kg/cm²)
 Vt: resistenza al taglio con Vane Test (kg/cm²)
 S.P.T.: Standard Penetration Test

-  Prelievo campione indisturbato
-  Prelievo campione a disturbo limitato
-  Prelievo campione rimaneggiato

Sondaggio S1 (0.00 m÷-5.00 m)



Sondaggio S1 (-5.00 m÷-10.00 m)



Sondaggio S1 (-10.00 m±-15.00 m)



Postazione Sondaggio a carotaggio continuo S1



SONDAGGIO S2

COMMITTENTE : Comune di Oristano
 LOCALITA' : Prolungamento Piazza G.L. Pintus - Oristano
 OPERA : Archivio ASL

UBICAZIONE: vedi planimetria
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 13-14/06/2017

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.80										Terreno di riporto: sabbie limo argillose brune con alcuni frammenti di laterizi e elementi litici arenacei
1.00										Argille e argille limose nocciola
					1.38					
				3.30	1.24					
				4.10	1.32					
				3.50	1.00					
3.65		3.05-3.40								
4.00						3.90-4.35	24	33	37	Sabbie medie e fini nocciola
							punta aperta			Sabbie con ghiaie ad elementi litici evoluti da < 1 cm a ø max 5 cm con una variabile frazione limo argillosa nocciola
5.00										Sabbie e ghiaie sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici ad elementi litici evoluti eterometrici da < 1 cm a ø max 6 cm, quarzitici, di rocce vulcaniche, metamorfiche e granitiche in matrice limo argillosa nocciola in percentuale variabile
5.30						5.90-6.35	28	20	21	
							punta chiusa			Argille limose nocciola
7.70					0.66					
8.10				2.30	1.08					Sabbie e ghiaie ad elementi litici da < 1 cm a ø max 4 cm debolmente limo argillose nocciola ocracee
8.60						8.50-8.95	15	5	4	
							punta chiusa			Argille e argille limose nocciola
9.20				1.50	0.64					Sabbie debolmente limo argillose nocciola chiaro con frammenti arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm
9.65										Sabbie e ghiaie sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici ad elementi litici evoluti eterometrici da < 1 cm a ø max 7 cm, quarzitici, di rocce vulcaniche, metamorfiche e granitiche, debolmente limo argillose, nocciola e ocracee
10.00						10.50-10.95	18	26	24	
							punta chiusa			
13.60						13.40-13.85	17	9	10	Argille localmente limose nocciola (fino a m -14.20) e bruno nerastre con striature ocracee
				2.20	1.00					
				2.80	1.10					
				2.30	1.20					
15.00				2.40	1.32					
										FINE SONDAGGIO

Note: instabilità foro, probabile H₂O a m -7.00+-8.00

Pp: resistenza alla punta del Pocket Penetrometer (kg/cm²)
 Vt: resistenza al taglio con Vane Test (kg/cm²)
 S.P.T.: Standard Penetration Test

- Prelievo campione indisturbato
- Prelievo campione a disturbo limitato
- Prelievo campione rimaneggiato

Sondaggio S2 (0.00 m÷-5.00 m)



Sondaggio S2 (-5.00 m÷-10.00 m)



Sondaggio S2 (-10.00 m±-15.00 m)



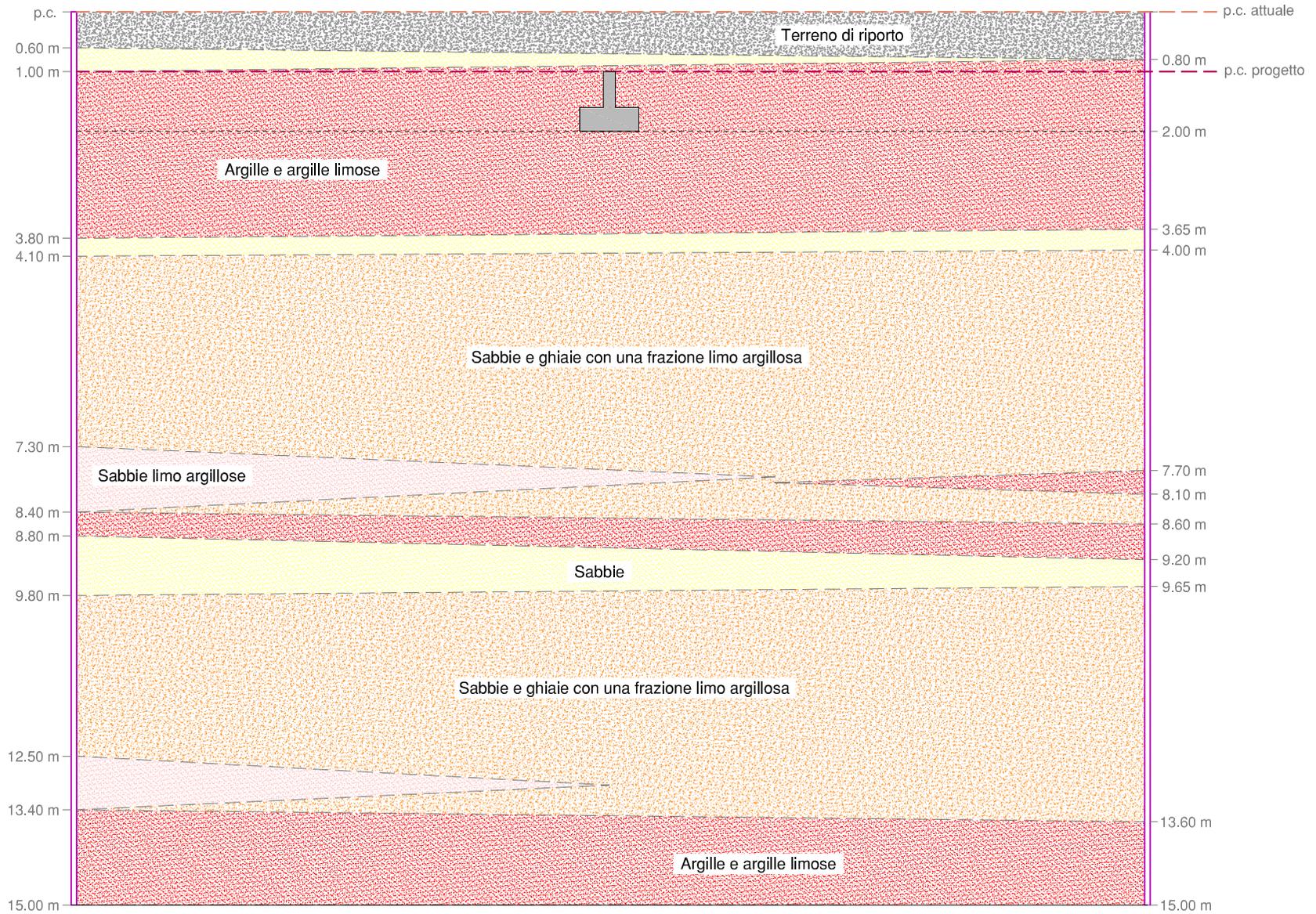
Postazione Sondaggio a carotaggio continuo S2



MODELLO RICOSTRUTTIVO DEL SOTTOSUOLO

S 1

S 2



scala
1:100
scala 1:200

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 19/06/2017

- note : Prova non conclusa causa rifiuto 500 kg/cm²

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	88,0	---	88,0	2,00	44,0	2,60	20,0	42,0	20,0	1,40	14,0
0,40	75,0	105,0	75,0	1,93	39,0	2,80	22,0	43,0	22,0	1,53	14,0
0,60	68,0	97,0	68,0	1,73	39,0	3,00	23,0	46,0	23,0	1,53	15,0
0,80	71,0	97,0	71,0	1,80	39,0	3,20	26,0	49,0	26,0	1,73	15,0
1,00	34,0	61,0	34,0	1,33	25,0	3,40	31,0	57,0	31,0	1,60	19,0
1,20	35,0	55,0	35,0	1,33	26,0	3,60	32,0	56,0	32,0	1,60	20,0
1,40	23,0	43,0	23,0	1,13	20,0	3,80	35,0	59,0	35,0	1,60	22,0
1,60	32,0	49,0	32,0	1,67	19,0	4,00	81,0	105,0	81,0	1,67	49,0
1,80	33,0	58,0	33,0	2,20	15,0	4,20	163,0	188,0	163,0	2,67	61,0
2,00	25,0	58,0	25,0	1,80	14,0	4,40	400,0	440,0	400,0	3,33	120,0
2,20	21,0	48,0	21,0	1,53	14,0	4,60	450,0	500,0	450,0	3,33	135,0
2,40	20,0	43,0	20,0	1,47	14,0	4,80	500,0	550,0	500,0	---	---

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

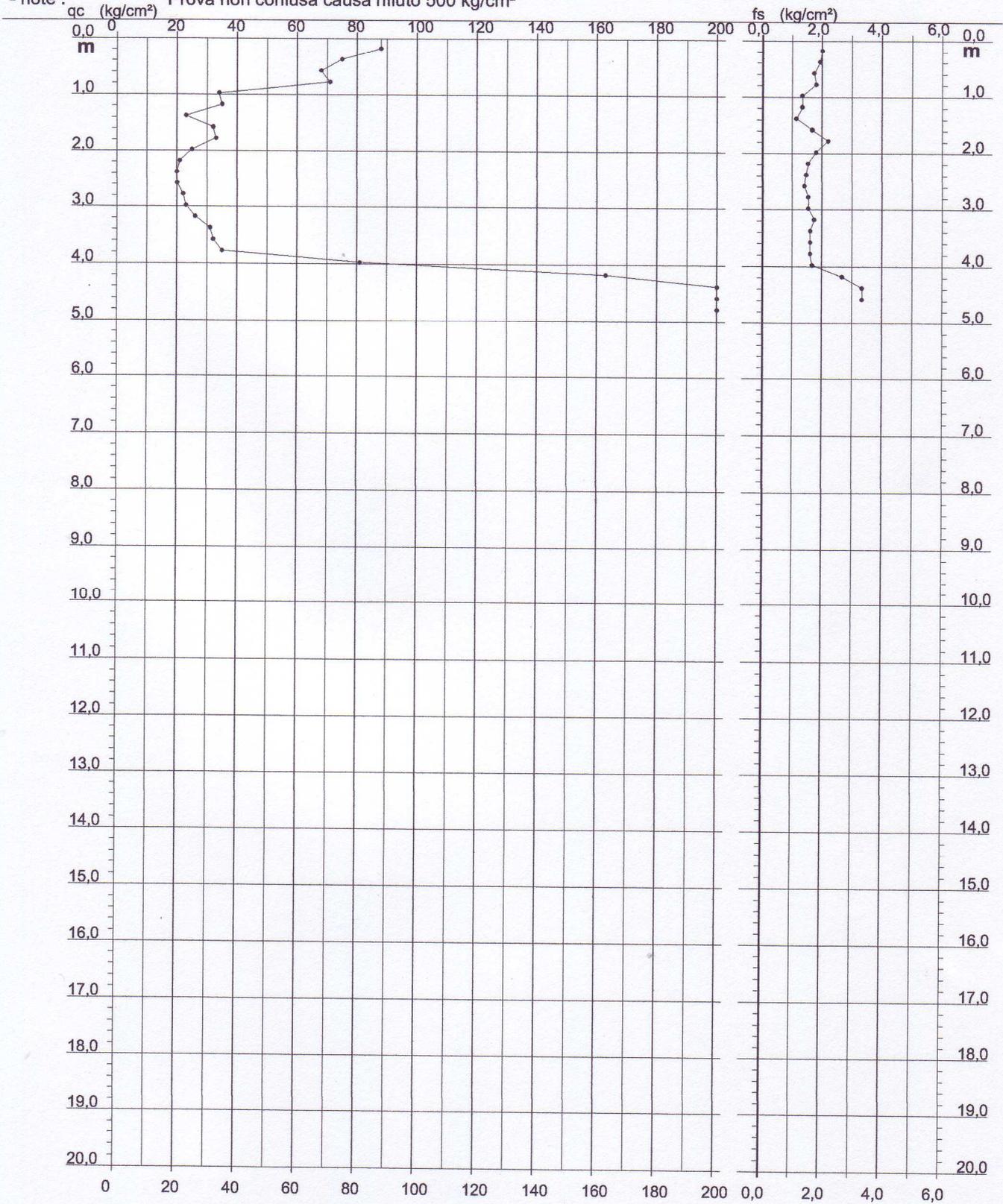
2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
- lavoro : Progetto Archivio ASL
- località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 19/06/2017

- note : Prova non conclusa causa rifiuto 500 kg/cm²



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

- data di emissione :
 19/06/2017

- note : Prova non conclusa causa rifiuto 500 kg/cm²

NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE									
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo	
0,20	88	44	3:...	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	33	0,258	147	220	264	
0,40	75	39	3:...	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	32	0,258	125	188	225	
0,60	68	39	3:...	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	32	0,258	113	170	204	
0,80	71	39	3:...	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	32	0,258	118	178	213	
1,00	34	25	4:/:	1,85	0,19	1,13	60,5	193	289	102	76	39	40	42	44	40	29	0,178	57	85	102	
1,20	35	26	4:/:	1,85	0,22	1,17	50,0	198	298	105	73	38	40	42	44	39	29	0,167	58	88	105	
1,40	23	20	4:/:	1,85	0,26	0,87	28,5	148	221	69	54	36	38	40	42	36	28	0,115	38	58	69	
1,60	32	19	4:/:	1,85	0,30	1,07	31,2	181	272	96	63	37	39	41	43	37	29	0,137	53	80	96	
1,80	33	15	4:/:	1,85	0,33	1,10	28,0	187	281	99	61	37	39	41	43	37	29	0,132	55	83	99	
2,00	25	14	4:/:	1,85	0,37	0,91	19,3	155	232	75	49	35	37	39	42	35	28	0,100	42	63	75	
2,20	21	14	4:/:	1,85	0,41	0,82	15,2	140	210	63	40	34	36	39	41	33	27	0,080	35	53	63	
2,40	20	14	4:/:	1,85	0,44	0,80	13,1	136	204	60	36	33	36	38	41	33	27	0,072	33	50	60	
2,60	20	14	4:/:	1,85	0,48	0,80	11,9	136	204	60	35	33	35	38	41	32	27	0,067	33	50	60	
2,80	22	14	4:/:	1,85	0,52	0,85	11,6	144	216	66	36	33	36	38	41	32	28	0,071	37	55	66	
3,00	23	15	4:/:	1,85	0,55	0,87	11,0	148	221	69	36	33	36	38	41	32	28	0,070	38	58	69	
3,20	26	15	4:/:	1,85	0,59	0,93	11,0	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,076	43	65	78	
3,40	31	19	4:/:	1,85	0,63	1,03	11,7	176	264	93	43	34	36	39	41	33	29	0,087	52	78	93	
3,60	32	20	4:/:	1,85	0,67	1,07	11,3	181	272	96	43	34	36	39	41	33	29	0,086	53	80	96	
3,80	35	22	4:/:	1,85	0,70	1,17	11,8	198	298	105	45	34	37	39	42	33	29	0,090	58	88	105	
4,00	81	49	3:...	1,85	0,74	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	33	0,165	135	203	243	
4,20	163	61	3:...	1,85	0,78	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	40	36	0,240	272	408	489	
4,40	400	120	3:...	1,85	0,81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	667	1000	1200	
4,60	450	135	3:...	1,85	0,85	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	750	1125	1350	
4,80	500	--	3:...	1,85	0,89	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	833	1250	1500	

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

CPT 2

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
- lavoro : Progetto Archivio ASL
- località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 7,50 da quota inizio
- data di emissione : 19/06/2017

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	41,0	---	41,0	0,93	44,0	5,60	215,0	260,0	215,0	3,00	72,0
0,40	57,0	71,0	57,0	1,47	39,0	5,80	263,0	308,0	263,0	3,33	79,0
0,60	44,0	66,0	44,0	2,60	17,0	6,00	245,0	295,0	245,0	3,33	74,0
0,80	53,0	92,0	53,0	3,00	18,0	6,20	290,0	340,0	290,0	3,33	87,0
1,00	54,0	99,0	54,0	2,93	18,0	6,40	192,0	242,0	192,0	2,93	65,0
1,20	53,0	97,0	53,0	2,87	18,0	6,60	148,0	192,0	148,0	2,87	52,0
1,40	36,0	79,0	36,0	2,67	13,0	6,80	223,0	266,0	223,0	3,33	67,0
1,60	34,0	74,0	34,0	2,53	13,0	7,00	280,0	330,0	280,0	3,33	84,0
1,80	47,0	85,0	47,0	3,40	14,0	7,20	265,0	315,0	265,0	3,33	80,0
2,00	34,0	85,0	34,0	2,47	14,0	7,40	400,0	450,0	400,0	3,33	120,0
2,20	29,0	66,0	29,0	2,13	14,0	7,60	450,0	500,0	450,0	3,33	135,0
2,40	26,0	58,0	26,0	1,87	14,0	7,80	26,0	76,0	26,0	1,27	21,0
2,60	28,0	56,0	28,0	1,80	16,0	8,00	23,0	42,0	23,0	1,13	20,0
2,80	32,0	59,0	32,0	1,93	17,0	8,20	23,0	40,0	23,0	1,07	22,0
3,00	35,0	64,0	35,0	2,07	17,0	8,40	20,0	36,0	20,0	1,00	20,0
3,20	48,0	79,0	48,0	3,00	16,0	8,60	27,0	42,0	27,0	1,13	24,0
3,40	60,0	105,0	60,0	3,80	16,0	8,80	86,0	103,0	86,0	2,00	43,0
3,60	45,0	102,0	45,0	2,67	17,0	9,00	106,0	136,0	106,0	2,27	47,0
3,80	102,0	142,0	102,0	2,33	44,0	9,20	32,0	66,0	32,0	1,13	28,0
4,00	123,0	158,0	123,0	2,67	46,0	9,40	13,0	30,0	13,0	0,60	22,0
4,20	255,0	295,0	255,0	3,33	77,0	9,60	14,0	23,0	14,0	0,60	23,0
4,40	400,0	450,0	400,0	3,33	120,0	9,80	32,0	41,0	32,0	1,07	30,0
4,60	450,0	500,0	450,0	3,33	135,0	10,00	25,0	41,0	25,0	0,93	27,0
4,80	450,0	500,0	450,0	3,33	135,0	10,20	23,0	37,0	23,0	0,87	27,0
5,00	280,0	330,0	280,0	3,33	84,0	10,40	248,0	261,0	248,0	3,33	74,0
5,20	285,0	335,0	285,0	3,33	86,0	10,60	300,0	350,0	300,0	---	---
5,40	210,0	260,0	210,0	3,00	70,0						

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

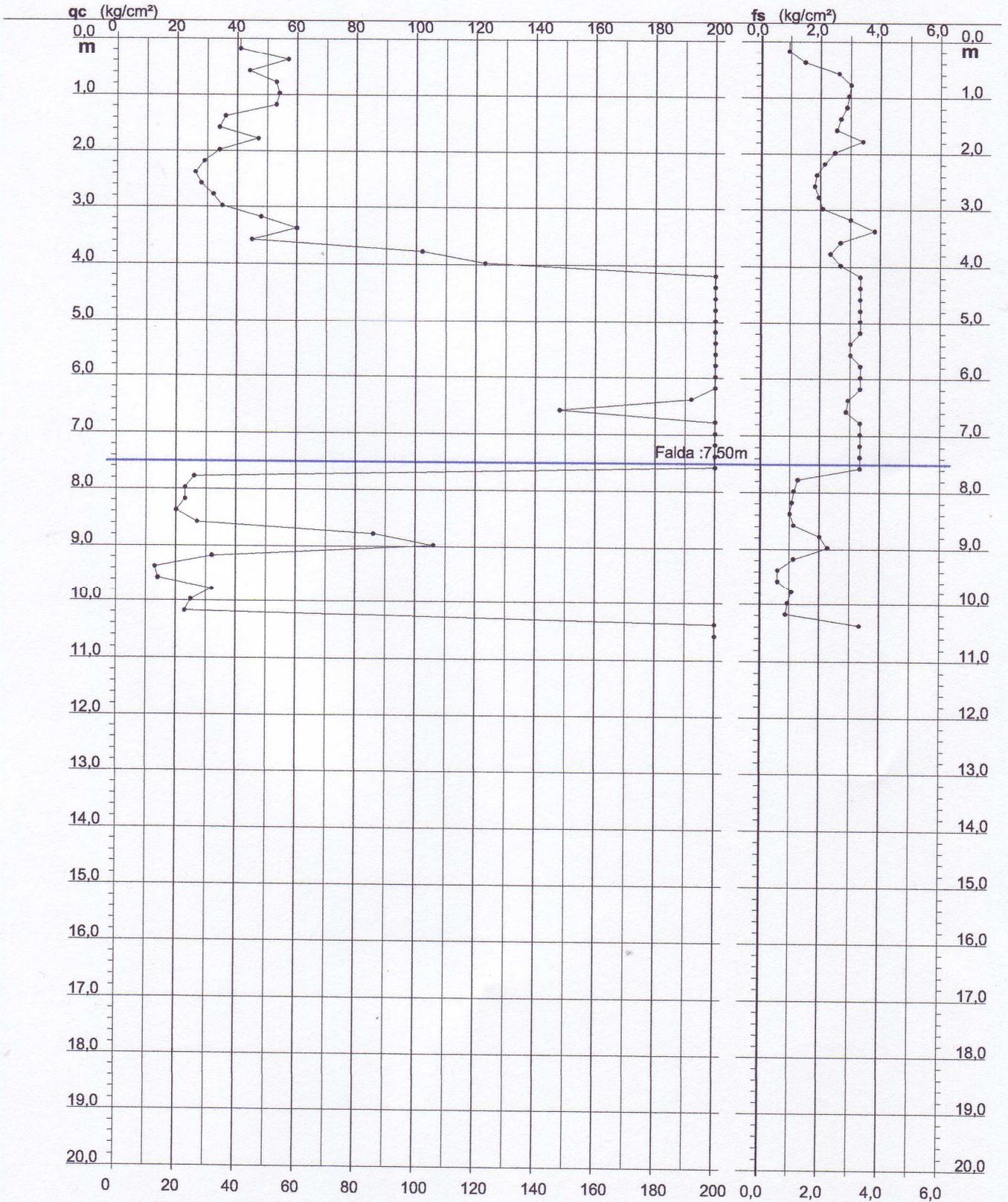
CPT 2

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
- lavoro : Progetto Archivio ASL
- località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 7,50 da quota inizio

- data di emissione : 19/06/2017



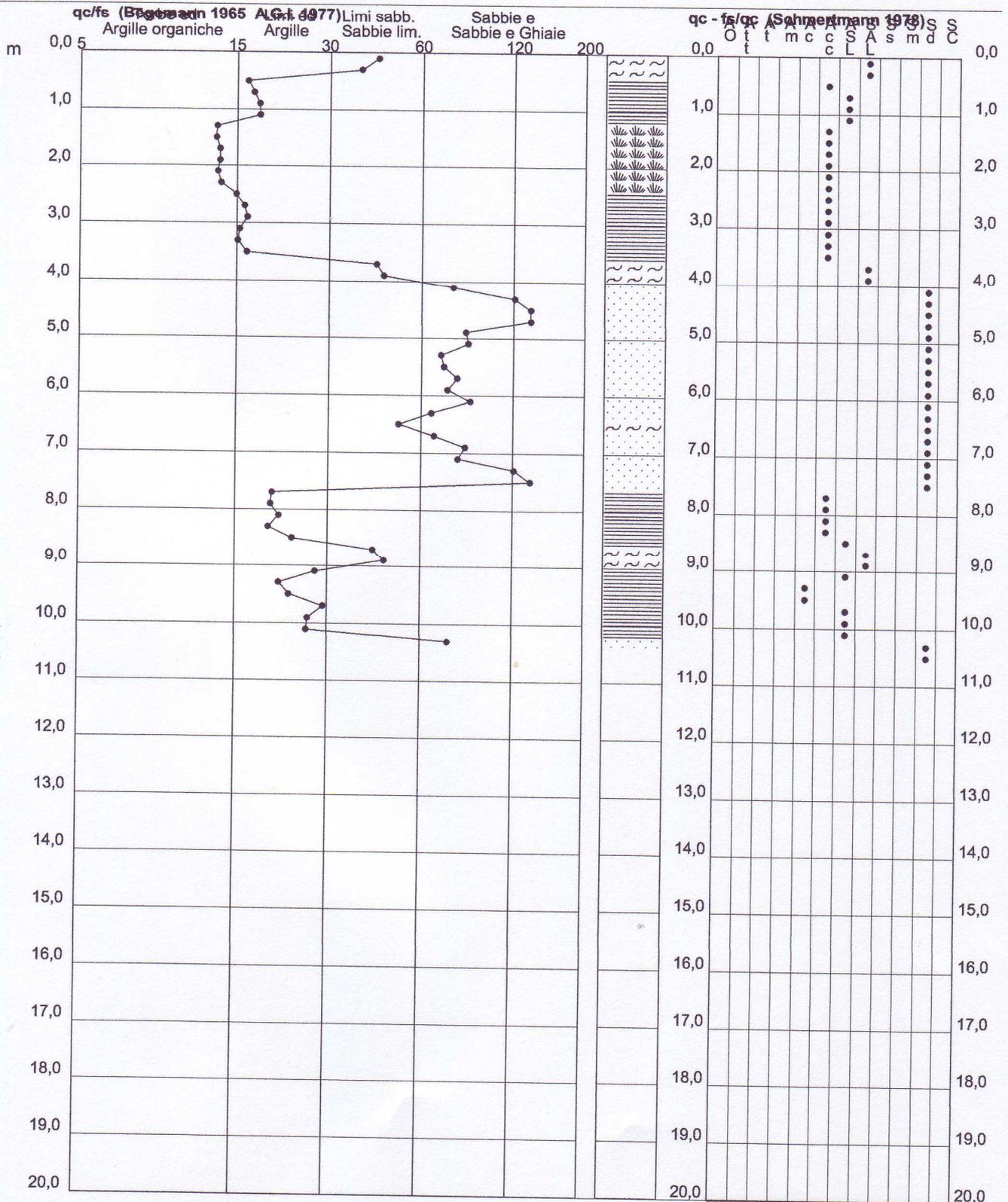
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 7,50 da quota inizio
 - data di emissione : 19/06/2017



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 7,50 da quota inizio
 - data di emissione : 19/06/2017

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	41	44	3:~:~	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	30	0,258	68	103	123
0,40	57	39	3:~:~	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	31	0,258	95	143	171
0,60	44	17	4:/:~	1,85	0,11	1,47	99,9	249	374	132	97	42	43	44	46	43	31	0,249	73	110	132
0,80	53	18	4:/:~	1,85	0,15	1,77	99,9	300	451	159	97	42	43	44	46	43	31	0,247	88	133	159
1,00	54	18	4:/:~	1,85	0,19	1,80	99,9	306	459	162	92	41	42	44	45	42	31	0,230	90	135	162
1,20	53	18	4:/:~	1,85	0,22	1,77	83,9	300	451	159	87	40	42	43	45	41	31	0,213	88	133	159
1,40	36	13	4:/:~	1,85	0,26	1,20	42,7	204	306	108	70	38	40	42	44	39	30	0,159	60	90	108
1,60	34	13	4:/:~	1,85	0,30	1,13	33,6	193	289	102	65	37	39	41	43	38	29	0,143	57	85	102
1,80	47	14	4:/:~	1,85	0,33	1,57	43,5	266	400	141	73	38	40	42	44	39	31	0,168	78	118	141
2,00	34	14	4:/:~	1,85	0,37	1,13	25,4	193	289	102	59	36	38	40	43	37	29	0,128	57	85	102
2,20	29	14	4:/:~	1,85	0,41	0,98	18,9	167	251	87	51	35	37	40	42	35	29	0,108	48	73	87
2,40	26	14	4:/:~	1,85	0,44	0,93	15,8	158	237	78	46	34	37	39	42	34	28	0,093	43	65	78
2,60	28	16	4:/:~	1,85	0,48	0,97	15,0	164	246	84	46	34	37	39	42	34	28	0,094	47	70	84
2,80	32	17	4:/:~	1,85	0,52	1,07	15,5	181	272	96	49	35	37	39	42	34	29	0,101	53	80	96
3,00	35	17	4:/:~	1,85	0,55	1,17	15,9	198	298	105	50	35	37	40	42	34	29	0,105	58	88	105
3,20	48	16	4:/:~	1,85	0,59	1,60	21,8	272	408	144	60	36	38	41	43	36	31	0,129	80	120	144
3,40	60	16	4:/:~	1,85	0,63	2,00	26,7	340	510	180	66	37	39	41	43	37	32	0,147	100	150	180
3,60	45	17	4:/:~	1,85	0,67	1,50	17,3	255	383	135	54	36	38	40	42	35	31	0,116	75	113	135
3,80	102	44	3:~:~	1,85	0,70	--	--	--	--	--	81	39	41	43	45	39	34	0,194	170	255	306
4,00	123	46	3:~:~	1,85	0,74	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	39	35	0,211	205	308	369
4,20	255	77	3:~:~	1,85	0,78	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	39	0,258	425	638	765
4,40	400	120	3:~:~	1,85	0,81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	667	1000	1200
4,60	450	135	3:~:~	1,85	0,85	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	750	1125	1350
4,80	450	135	3:~:~	1,85	0,89	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	750	1125	1350
5,00	280	84	3:~:~	1,85	0,93	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	467	700	840
5,20	285	86	3:~:~	1,85	0,96	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	475	713	855
5,40	210	70	3:~:~	1,85	1,00	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	38	0,249	350	525	630
5,60	215	72	3:~:~	1,85	1,04	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	38	0,249	358	538	645
5,80	263	79	3:~:~	1,85	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	438	658	789
6,00	245	74	3:~:~	1,85	1,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0,258	408	613	735
6,20	290	87	3:~:~	1,85	1,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	483	725	870
6,40	192	65	3:~:~	1,85	1,18	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	39	37	0,224	320	480	576
6,60	148	52	3:~:~	1,85	1,22	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	36	0,192	247	370	444
6,80	223	67	3:~:~	1,85	1,26	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	40	38	0,237	372	558	669
7,00	280	84	3:~:~	1,85	1,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	467	700	840
7,20	265	80	3:~:~	1,85	1,33	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	40	0,253	442	663	795
7,40	400	120	3:~:~	1,85	1,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	667	1000	1200
7,60	450	135	3:~:~	1,15	1,39	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	750	1125	1350
7,80	26	21	4:/:~	0,95	1,41	0,93	3,7	398	597	78	17	30	33	36	39	28	28	0,033	43	65	78
8,00	23	20	4:/:~	0,94	1,43	0,87	3,4	401	602	69	13	30	33	36	39	27	28	0,025	38	58	69
8,20	23	22	4:/:~	0,94	1,45	0,87	3,3	406	608	69	12	30	33	36	39	27	28	0,025	38	58	69
8,40	20	20	4:/:~	0,93	1,47	0,80	2,9	398	597	60	7	29	32	35	39	26	27	0,016	33	50	60
8,60	27	24	4:/:~	0,95	1,49	0,95	3,6	419	629	81	17	30	33	36	39	27	28	0,033	45	68	81
8,80	86	43	3:~:~	0,98	1,51	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	33	0,122	143	215	258
9,00	106	47	3:~:~	1,01	1,53	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,141	177	265	318
9,20	32	28	4:/:~	0,97	1,55	1,07	4,0	432	648	96	22	31	34	37	40	28	29	0,042	53	80	96
9,40	13	22	2/III	0,93	1,56	0,60	1,9	341	512	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	14	23	2/III	0,94	1,58	0,64	2,0	356	534	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	32	30	4:/:~	0,97	1,60	1,07	3,8	451	677	96	21	31	34	37	40	28	29	0,041	53	80	96
10,00	25	27	4:/:~	0,94	1,62	0,91	3,0	445	667	75	13	30	33	36	39	27	28	0,025	42	63	75
10,20	23	27	4:/:~	0,94	1,64	0,87	2,8	439	659	69	9	29	32	35	39	26	28	0,019	38	58	69
10,40	248	74	3:~:~	1,15	1,66	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	39	39	0,226	413	620	744
10,60	300	--	3:~:~	1,15	1,69	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	40	0,248	500	750	900

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 7,50 da quota inizio
 - data di emissione : 19/06/2017

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	73,0	---	73,0	1,73	42,0	5,20	300,0	350,0	300,0	3,33	90,0
0,40	83,0	109,0	83,0	1,87	44,0	5,40	205,0	255,0	205,0	3,00	68,0
0,60	79,0	107,0	79,0	1,80	44,0	5,60	300,0	345,0	300,0	3,33	90,0
0,80	65,0	92,0	65,0	2,87	23,0	5,80	350,0	400,0	350,0	3,33	105,0
1,00	76,0	119,0	76,0	3,33	23,0	6,00	250,0	300,0	250,0	3,33	75,0
1,20	82,0	132,0	82,0	3,47	24,0	6,20	330,0	380,0	330,0	3,33	99,0
1,40	43,0	95,0	43,0	1,87	23,0	6,40	300,0	350,0	300,0	3,33	90,0
1,60	59,0	87,0	59,0	2,47	24,0	6,60	265,0	315,0	265,0	3,33	80,0
1,80	42,0	79,0	42,0	1,73	24,0	6,80	235,0	285,0	235,0	3,33	71,0
2,00	40,0	66,0	40,0	1,73	23,0	7,00	300,0	350,0	300,0	3,33	90,0
2,20	31,0	57,0	31,0	1,47	21,0	7,20	200,0	250,0	200,0	3,00	67,0
2,40	38,0	60,0	38,0	1,80	21,0	7,40	320,0	365,0	320,0	3,33	96,0
2,60	24,0	51,0	24,0	1,47	16,0	7,60	400,0	450,0	400,0	3,33	120,0
2,80	26,0	48,0	26,0	1,53	17,0	7,80	300,0	350,0	300,0	3,33	90,0
3,00	25,0	48,0	25,0	1,53	16,0	8,00	51,0	101,0	51,0	1,20	42,0
3,20	30,0	53,0	30,0	1,93	16,0	8,20	33,0	51,0	33,0	1,13	29,0
3,40	30,0	59,0	30,0	1,93	16,0	8,40	161,0	178,0	161,0	2,47	65,0
3,60	36,0	65,0	36,0	2,33	15,0	8,60	53,0	90,0	53,0	1,53	35,0
3,80	44,0	79,0	44,0	2,67	16,0	8,80	36,0	59,0	36,0	1,27	28,0
4,00	40,0	80,0	40,0	2,33	17,0	9,00	33,0	52,0	33,0	1,47	22,0
4,20	103,0	138,0	103,0	2,00	52,0	9,20	31,0	53,0	31,0	1,47	21,0
4,40	350,0	380,0	350,0	3,33	105,0	9,40	31,0	53,0	31,0	1,47	21,0
4,60	450,0	500,0	450,0	3,33	135,0	9,60	188,0	210,0	188,0	2,47	76,0
4,80	230,0	280,0	230,0	3,33	69,0	9,80	143,0	180,0	143,0	2,00	72,0
5,00	340,0	390,0	340,0	3,33	102,0	10,00	250,0	280,0	250,0	---	---

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

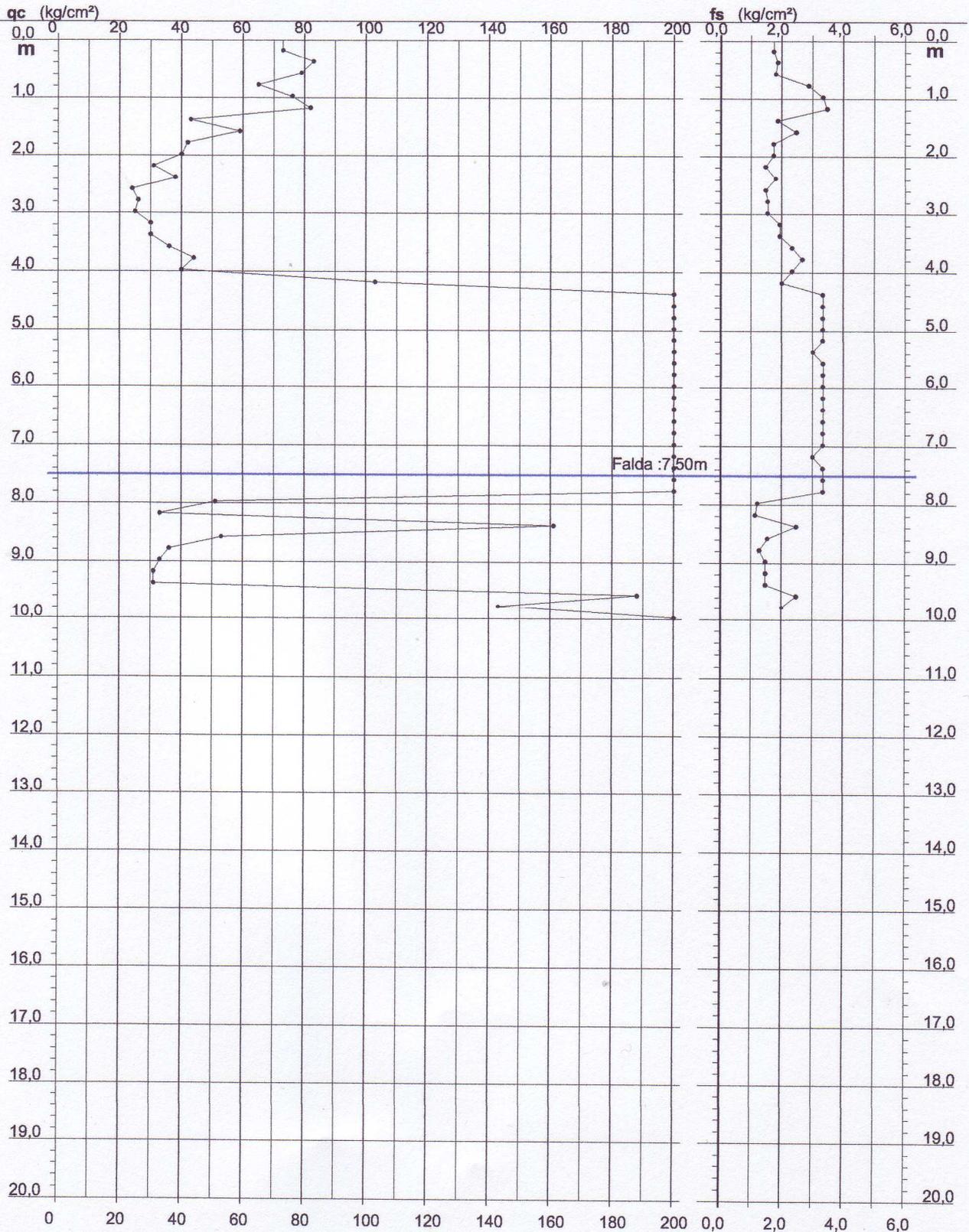
CPT 3

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 7,50 da quota inizio

- data di emissione :
 19/06/2017



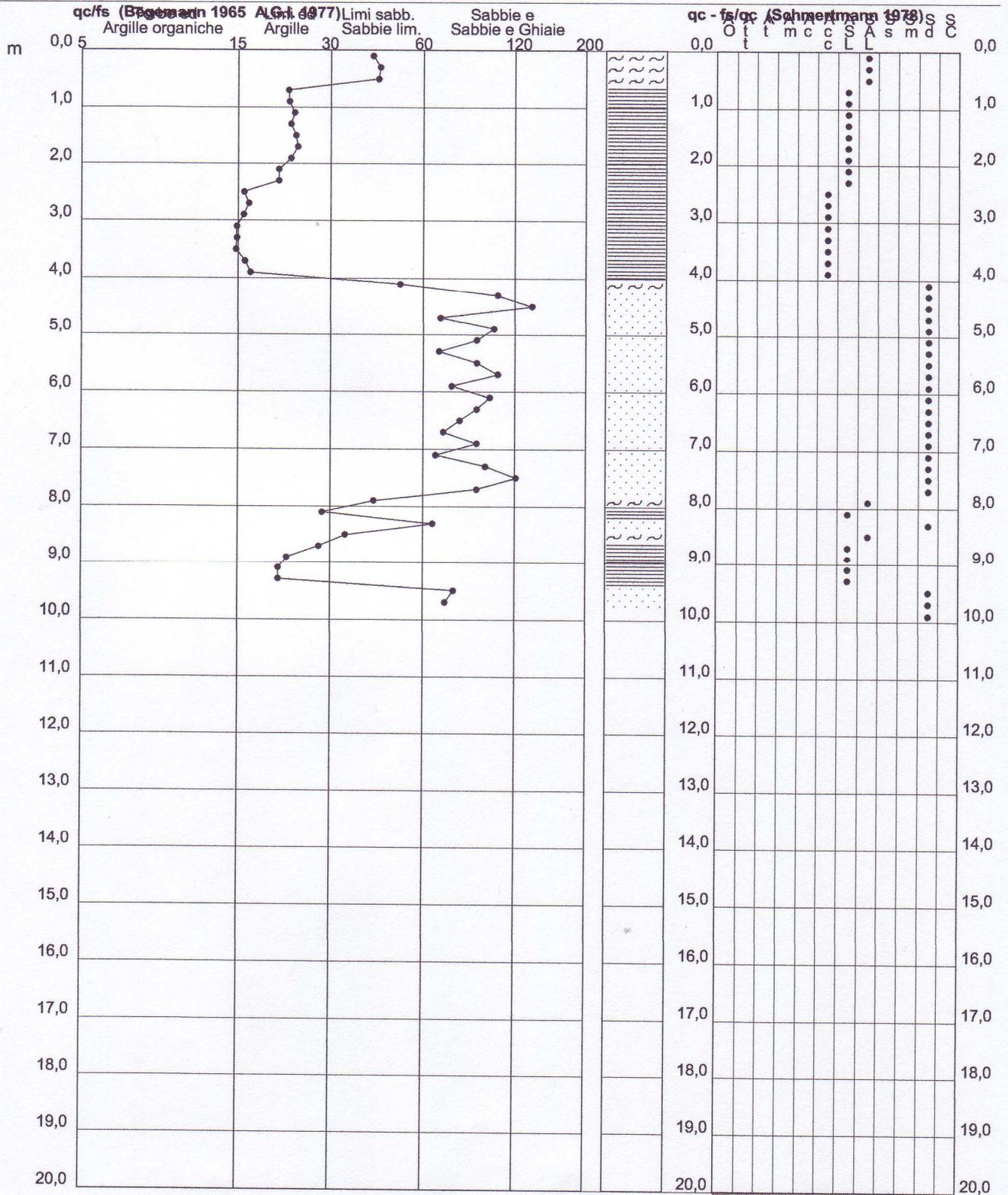
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 7,50 da quota inizio
 - data di emissione : 19/06/2017



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.0105-PG037

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 7,50 da quota inizio
 - data di emissione : 19/06/2017

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ²	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE				
												σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²
0,20	73	42	3:::	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	32	0,258	122	183	219
0,40	83	44	3:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	33	0,258	138	208	249
0,60	79	44	3:::	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	33	0,258	132	198	237
0,80	65	23	4/::	1,85	0,15	2,17	99,9	368	553	195	100	42	43	45	46	43	32	0,258	108	163	195
1,00	76	23	4/::	1,85	0,19	2,53	99,9	431	646	228	100	42	43	45	46	43	32	0,258	127	190	228
1,20	82	24	4/::	1,85	0,22	2,73	99,9	465	697	246	100	42	43	45	46	43	33	0,258	137	205	246
1,40	43	23	4/::	1,85	0,26	1,43	53,3	244	366	129	76	39	40	42	44	39	30	0,177	72	108	129
1,60	59	24	4/::	1,85	0,30	1,97	67,0	334	502	177	84	40	41	43	45	40	32	0,202	98	148	177
1,80	42	24	4/::	1,85	0,33	1,40	37,8	238	357	126	69	38	40	41	44	38	30	0,156	70	105	126
2,00	40	23	4/::	1,85	0,37	1,33	31,2	227	340	120	65	37	39	41	43	37	30	0,144	67	100	120
2,20	31	21	4/::	1,85	0,41	1,03	20,1	176	264	93	54	36	38	40	42	35	29	0,113	52	78	93
2,40	38	21	4/::	1,85	0,44	1,27	23,3	215	323	114	59	36	38	40	43	36	30	0,126	63	95	114
2,60	24	16	4/::	1,85	0,48	0,89	13,5	151	227	72	41	34	36	39	41	33	28	0,082	40	60	72
2,80	26	17	4/::	1,85	0,52	0,93	13,0	158	237	78	42	34	36	39	41	33	28	0,084	43	65	78
3,00	25	16	4/::	1,85	0,55	0,91	11,6	155	232	75	39	33	36	38	41	33	28	0,077	42	63	75
3,20	30	16	4/::	1,85	0,59	1,00	12,1	170	255	90	43	34	36	39	41	33	29	0,088	50	75	90
3,40	30	16	4/::	1,85	0,63	1,00	11,2	170	255	90	42	34	36	39	41	33	29	0,084	50	75	90
3,60	36	15	4/::	1,85	0,67	1,20	13,1	204	306	108	47	35	37	39	42	34	30	0,096	60	90	108
3,80	44	16	4/::	1,85	0,70	1,47	15,7	249	374	132	52	35	38	40	42	34	31	0,110	73	110	132
4,00	40	17	4/::	1,85	0,74	1,33	13,1	227	340	120	48	35	37	39	42	34	30	0,099	67	100	120
4,20	103	52	3:::	1,85	0,78	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	38	34	0,187	172	258	309
4,40	350	105	3:::	1,85	0,81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0,258	583	875	1050
4,60	450	135	3:::	1,85	0,85	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	750	1125	1350
4,80	230	69	3:::	1,85	0,89	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0,258	383	575	690
5,00	340	102	3:::	1,85	0,93	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0,258	567	850	1020
5,20	300	90	3:::	1,85	0,96	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	500	750	900
5,40	205	68	3:::	1,85	1,00	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	38	0,246	342	513	615
5,60	300	90	3:::	1,85	1,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	500	750	900
5,80	350	105	3:::	1,85	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	583	875	1050
6,00	250	75	3:::	1,85	1,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0,258	417	625	750
6,20	330	99	3:::	1,85	1,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	550	825	990
6,40	300	90	3:::	1,85	1,18	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	500	750	900
6,60	265	80	3:::	1,85	1,22	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	442	663	795
6,80	235	71	3:::	1,85	1,26	--	--	--	--	--	96	41	43	44	46	40	39	0,243	392	588	705
7,00	300	90	3:::	1,85	1,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	500	750	900
7,20	200	67	3:::	1,85	1,33	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	38	0,219	333	500	600
7,40	320	96	3:::	1,85	1,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	533	800	960
7,60	400	120	3:::	1,15	1,39	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	667	1000	1200
7,80	300	90	3:::	1,15	1,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	500	750	900
8,00	51	42	3:::	0,92	1,43	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,080	85	128	153
8,20	33	29	4/::	0,97	1,45	1,10	4,4	405	608	99	25	31	34	37	40	29	29	0,047	55	83	99
8,40	161	65	3:::	1,09	1,47	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	37	36	0,186	268	403	483
8,60	53	35	3:::	0,92	1,49	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,081	88	133	159
8,80	36	28	4/::	0,99	1,51	1,20	4,7	421	631	108	27	32	34	37	40	29	30	0,051	60	90	108
9,00	33	22	4/::	0,97	1,53	1,10	4,1	428	642	99	23	31	34	37	40	28	29	0,045	55	83	99
9,20	31	21	4/::	0,97	1,55	1,03	3,8	437	656	93	21	31	34	37	40	28	29	0,040	52	78	93
9,40	31	21	4/::	0,97	1,57	1,03	3,7	443	665	93	21	31	34	37	40	28	29	0,039	52	78	93
9,60	188	76	3:::	1,13	1,59	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	38	37	0,197	313	470	564
9,80	143	72	3:::	1,06	1,61	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	36	0,167	238	358	429
10,00	250	--	3:::	1,15	1,64	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	39	39	0,228	417	625	750

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Comune di Oristano
- lavoro : Progetto Archivio ASL
- località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
- note : Prova eseguita in continuità con CPT1

- data : 15/06/2017
- quota inizio : -4,6 m da p.c.a.
- prof. falda : 7,50 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	---	---	---	1	5,20 - 5,40	17	90,8	---	6
0,20 - 0,40	---	---	---	1	5,40 - 5,60	15	80,1	---	6
0,40 - 0,60	---	---	---	1	5,60 - 5,80	17	90,8	---	6
0,60 - 0,80	---	---	---	1	5,80 - 6,00	18	91,0	---	7
0,80 - 1,00	---	---	---	2	6,00 - 6,20	19	96,1	---	7
1,00 - 1,20	---	---	---	2	6,20 - 6,40	17	86,0	---	7
1,20 - 1,40	---	---	---	2	6,40 - 6,60	15	75,9	---	7
1,40 - 1,60	---	---	---	2	6,60 - 6,80	15	75,9	---	7
1,60 - 1,80	---	---	---	2	6,80 - 7,00	18	86,4	---	8
1,80 - 2,00	---	---	---	3	7,00 - 7,20	16	76,8	---	8
2,00 - 2,20	---	---	---	3	7,20 - 7,40	18	86,4	---	8
2,20 - 2,40	---	---	---	3	7,40 - 7,60	13	62,4	---	8
2,40 - 2,60	---	---	---	3	7,60 - 7,80	2	9,6	---	8
2,60 - 2,80	---	---	---	3	7,80 - 8,00	3	13,7	---	9
2,80 - 3,00	---	---	---	4	8,00 - 8,20	8	36,5	---	9
3,00 - 3,20	---	---	---	4	8,20 - 8,40	6	27,4	---	9
3,20 - 3,40	---	---	---	4	8,40 - 8,60	5	22,8	---	9
3,40 - 3,60	---	---	---	4	8,60 - 8,80	6	27,4	---	9
3,60 - 3,80	---	---	---	4	8,80 - 9,00	8	34,9	---	10
3,80 - 4,00	---	---	---	5	9,00 - 9,20	9	39,2	---	10
4,00 - 4,20	---	---	---	5	9,20 - 9,40	15	65,4	---	10
4,20 - 4,40	---	---	---	5	9,40 - 9,60	19	82,8	---	10
4,40 - 4,60	---	---	---	5	9,60 - 9,80	18	78,4	---	10
4,60 - 4,80	35	198,2	---	5	9,80 - 10,00	21	87,5	---	11
4,80 - 5,00	20	106,9	---	6	10,00 - 10,20	14	58,3	---	11
5,00 - 5,20	14	74,8	---	6					

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

- 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 : **SI**

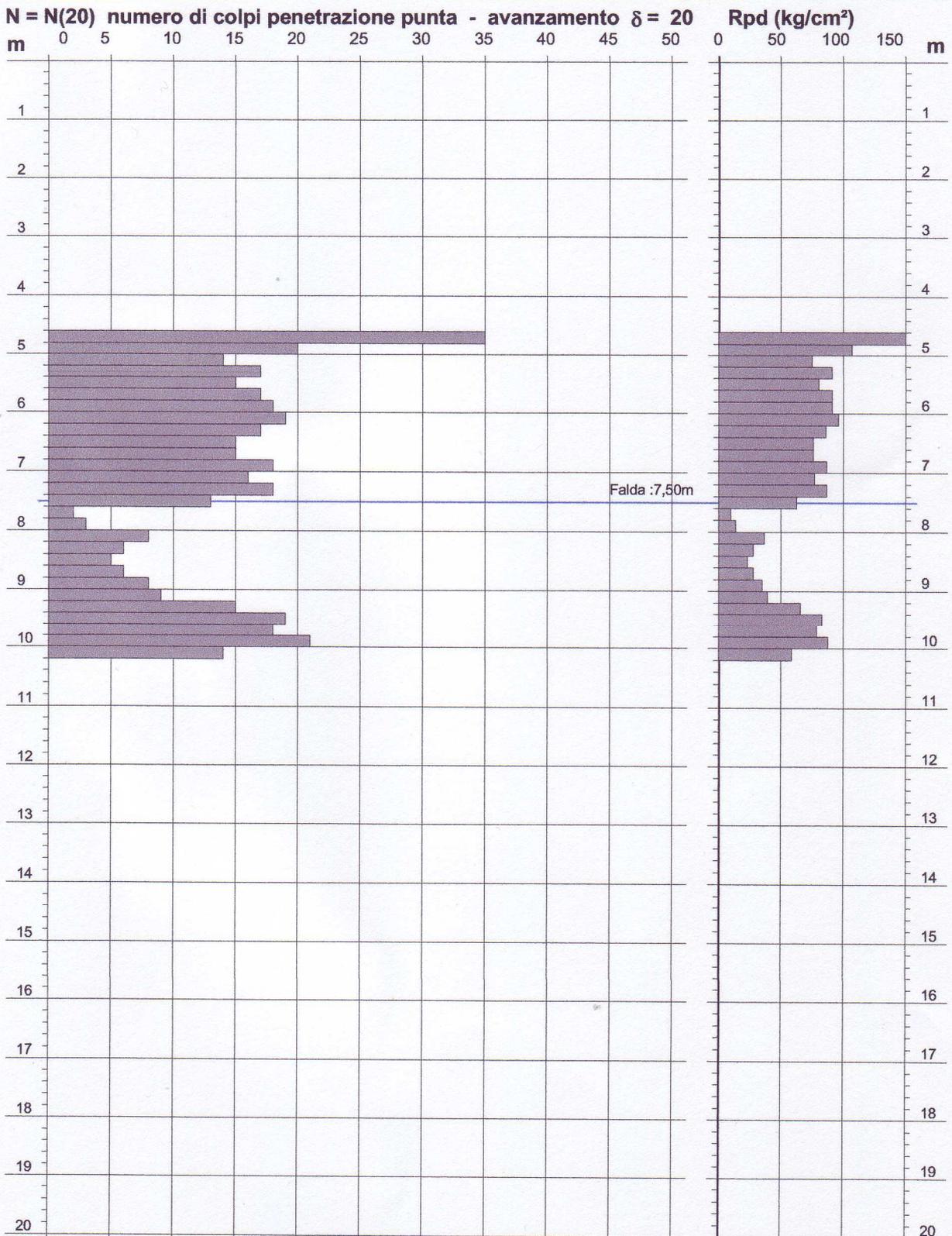
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 100

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus
 - note : Prova eseguita in continuità con CPT1

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : -4.6 m da p.c.a.
 - prof. falda : 7,50 m da quota inizio
 - pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 1

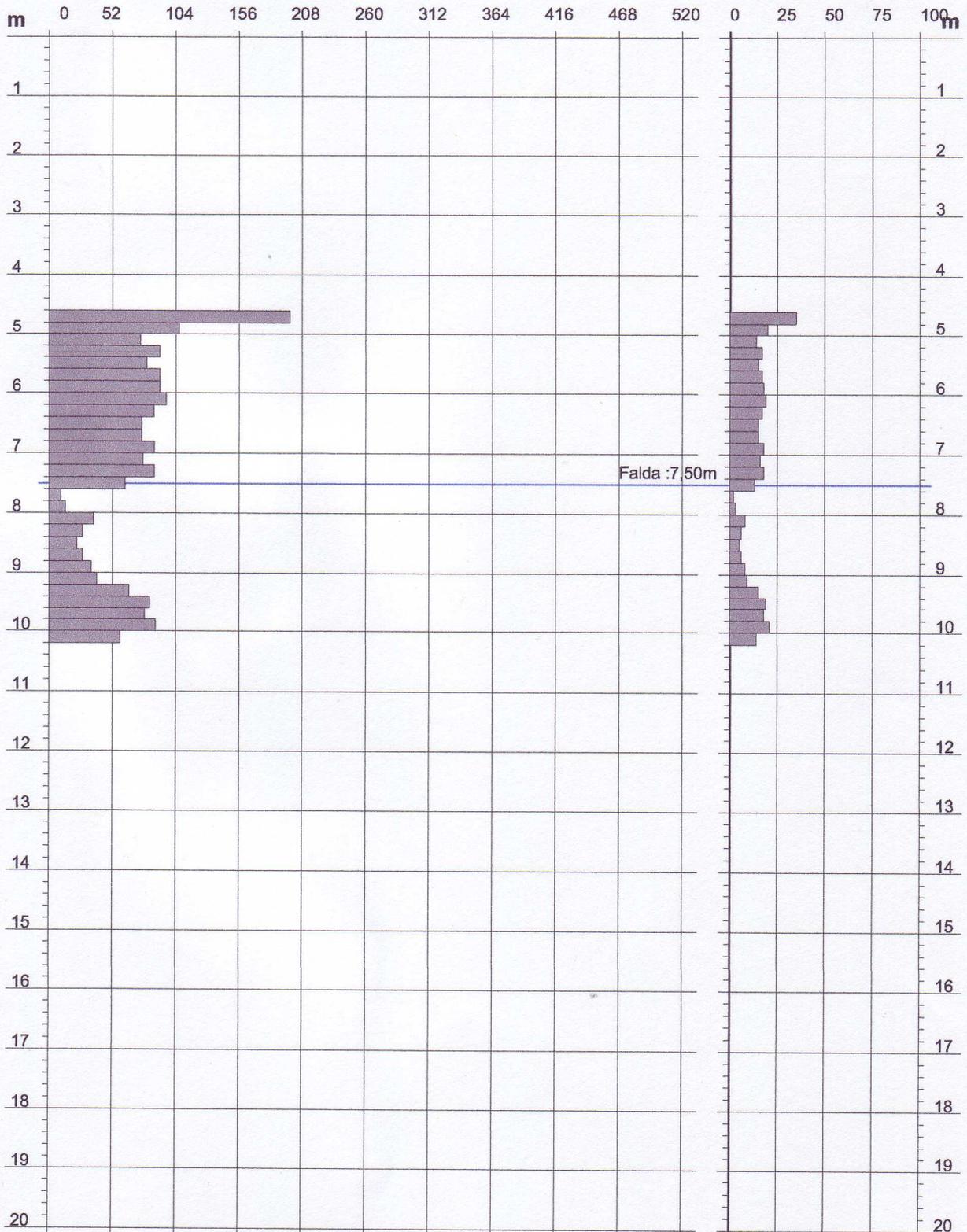
Scala 1: 100

- committente : Comune di Oristano
 - lavoro : Progetto Archivio ASL
 - località : Oristano, prolung. piazza G.L. Pintus

- data : 15/06/2017
 - quota inizio : -4.6 m da p.c.a.
 - prof. falda : 7,50 m da quota inizio

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n°colpi $\delta = 20$



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : EMILIA (20)

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : EMILIA (20)

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

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

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

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

UNITA' di MISURA (conversioni)

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

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 8803/17

Committente: Geosardinya srl Data consegna campione: 13/06/17

Provenienza campione : Archivio ASL - Oristano

Sondaggio : S1

Profondità (m dal p.c.): 1,80 - 2,15

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione del campione : Argilla limosa consistente

Caratteristiche della prova : Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :



Caratteristiche del provino

	Provino n°	1	2	3
Contenuto d'acqua iniziale	%		19,1	
Peso di volume umido iniziale	g/cmc	1,957	1,940	1,958
Peso di volume secco	g/cmc	1,643	1,629	1,644

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

	Provino n°	1	2	3
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min		2,9	
Tempo minimo di durata della prova	min		36,7	
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min		0,0763	

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53,49	103,31	199,45
Resistenza massima al taglio	kPa	34,6	60,2	95,5
Deformazione orizzontale alla rottura	%	4,1	2,3	4,7
Velocità di prova	mm/min		0,0700	

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO 22,30 °

COESIONE 14,8 kPa
--

Data : 17/06/2017
Pag. : 1/2

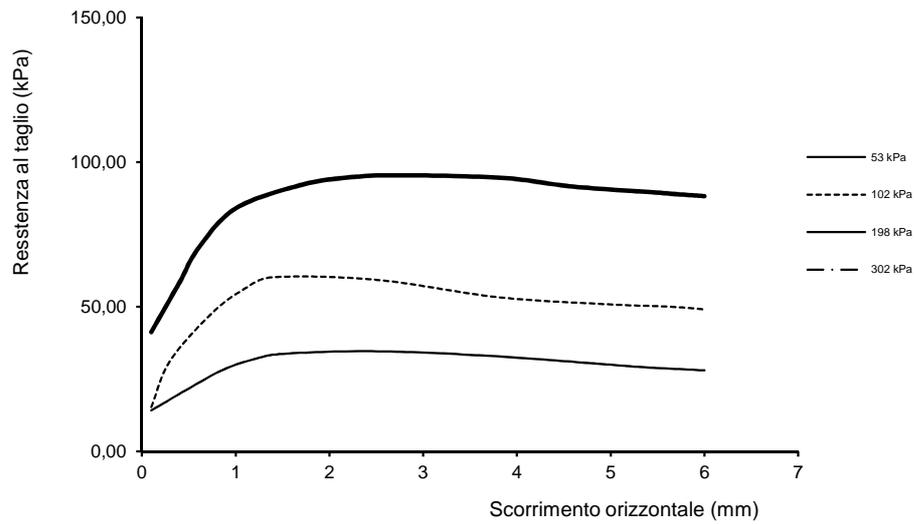
Rif. Lab. : 8803/17

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

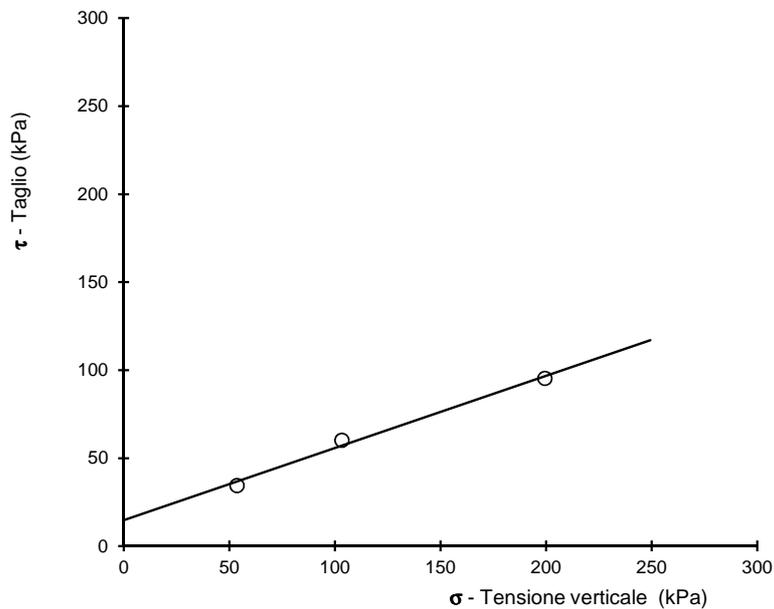
ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI



INVILUPPO DI ROTTURA



Data : 17/06/2017

Pag. : 2/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVARif. Lab. : 8805/17Committente: Geosardinya srl Data consegna campione: 13/06/17Provenienza campione : Archivio ASL - OristanoSondaggio : S2 Profondità (m dal p.c.): 3,05 - 3,40**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione del campione : Limo argilloso-sabbioso, consistenteCaratteristiche della prova : Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

**Caratteristiche del provino**

	Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%	19,1			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc	1,836	1,848	1,789	1,839
Peso di volume secco	g/cmc	1,541	1,552	1,502	1,544

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

	Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min	1,2			
Tempo minimo di durata della prova	min	15,4			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min	0,1822			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53,49	103,31	199,45	304,34
Resistenza massima al taglio	kPa	30,7	62,3	90,1	157,5
Deformazione orizzontale alla rottura	%	4,7	6,5	15,0	15,0
Velocità di prova	mm/min	0,1000			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCOANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO**25,70 °**

COESIONE

5,7 kPaData : 17/06/2017Pag. : 1/2

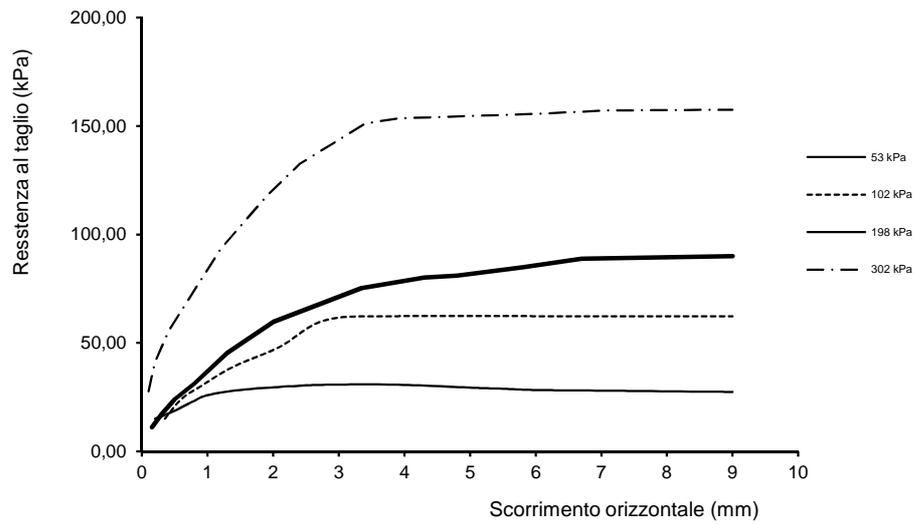
Rif. Lab. : 8805/17

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

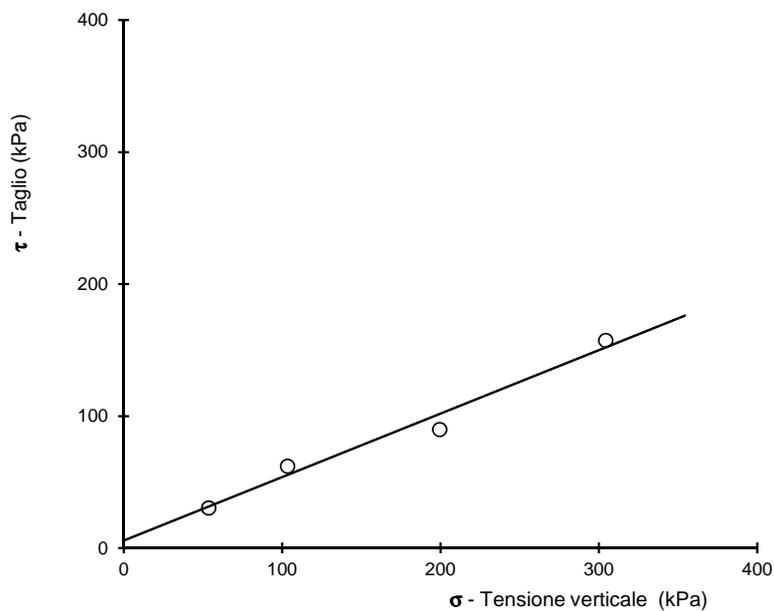
ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI



INVILUPPO DI ROTTURA



Data : 17/06/2017

Pag. : 2/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Laboratorio : 8802/17Allegati : I - IICommittente: Geosardinya srlData consegna campioni: 13/06/17Provenienza campione: Archivio ASL - OristanoSondaggio : S1Profondità (m dal p.c.): 1,80 - 2,15**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (IL - incremento di carico controllato)****Raccomandazioni AGI 1994 - esecuzione prove geotecniche**

Prova eseguita fino al carico unitario di 100 kPa come richiesto dalla committente

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI DEL CAMPIONE

Contenuto d'acqua (%)	<u>23,3</u>
Peso di volume (g/cm ³)	<u>2,000</u>
Peso di vol. secco (g/cm ³)	<u>1,622</u>
Indice dei vuoti e ₀	<u>0,664</u>
Pocket penetrometer (kPa)	<u>340</u>

Descrizione del campione: Argilla limosa color nocciola, consistenteApparecchiatura di prova: Edometro a fulcro fissoDimensioni della cella: altezza (mm) 20,00 diametro (mm) 50,40

RISULTATI DELLA PROVA

press. kPa	cedimento mm	cedimento %	indice dei vuoti	Eed kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
31	0,072	0,360	0,658			
49	0,136	0,680	0,653	5742,8		
98	0,399	1,995	0,631	3714,6	1,51E-03	4,07E-08

Eed= modulo edometrico, Cv= coefficiente di consolidazione, k= coefficiente di permeabilità

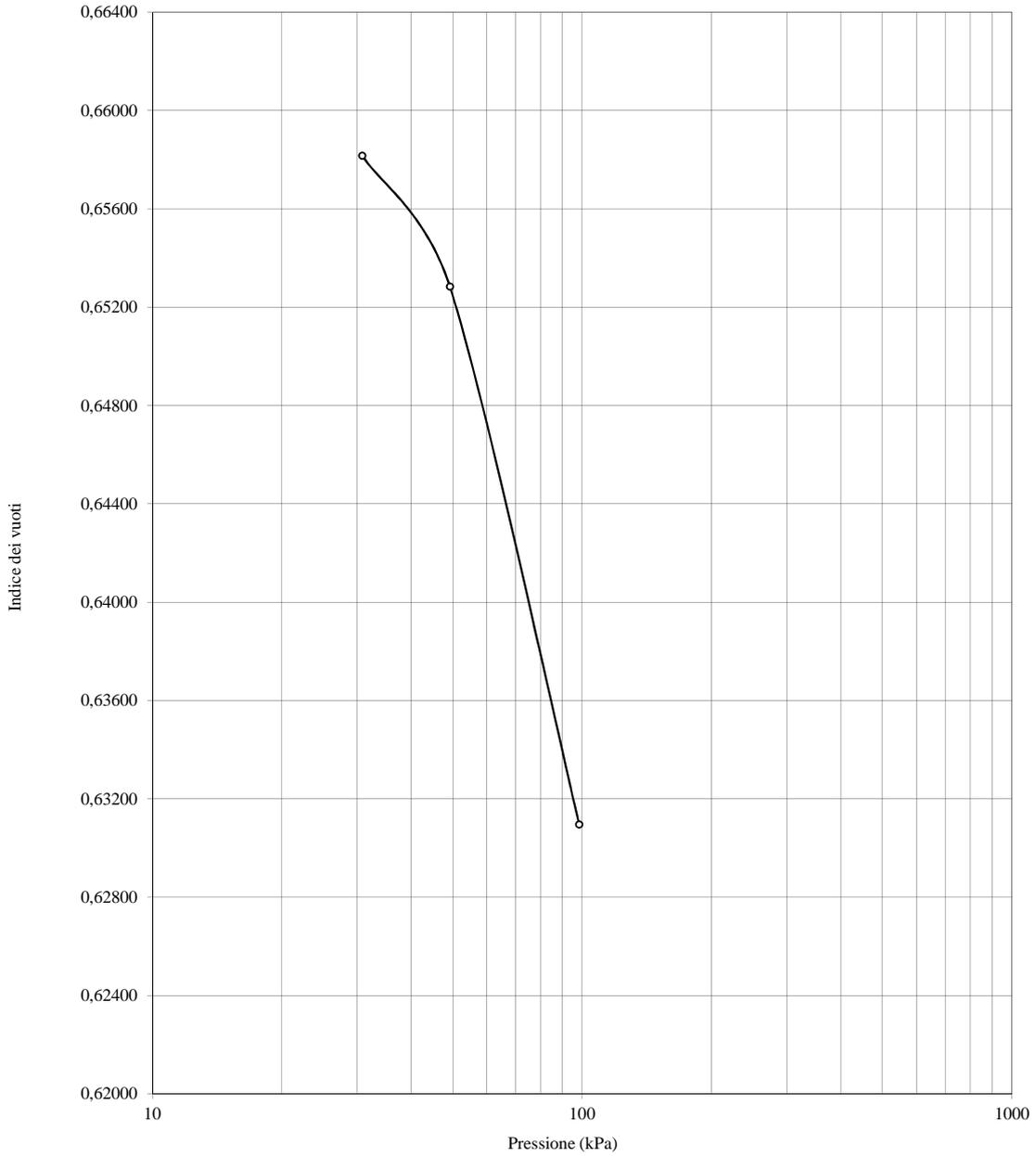
Pressione di rigonfiamento (kPa): 24,6DATA: 17/06/17

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Rif. : 8802/17

Allegato n° : I

CURVA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



DATA: 17/06/17

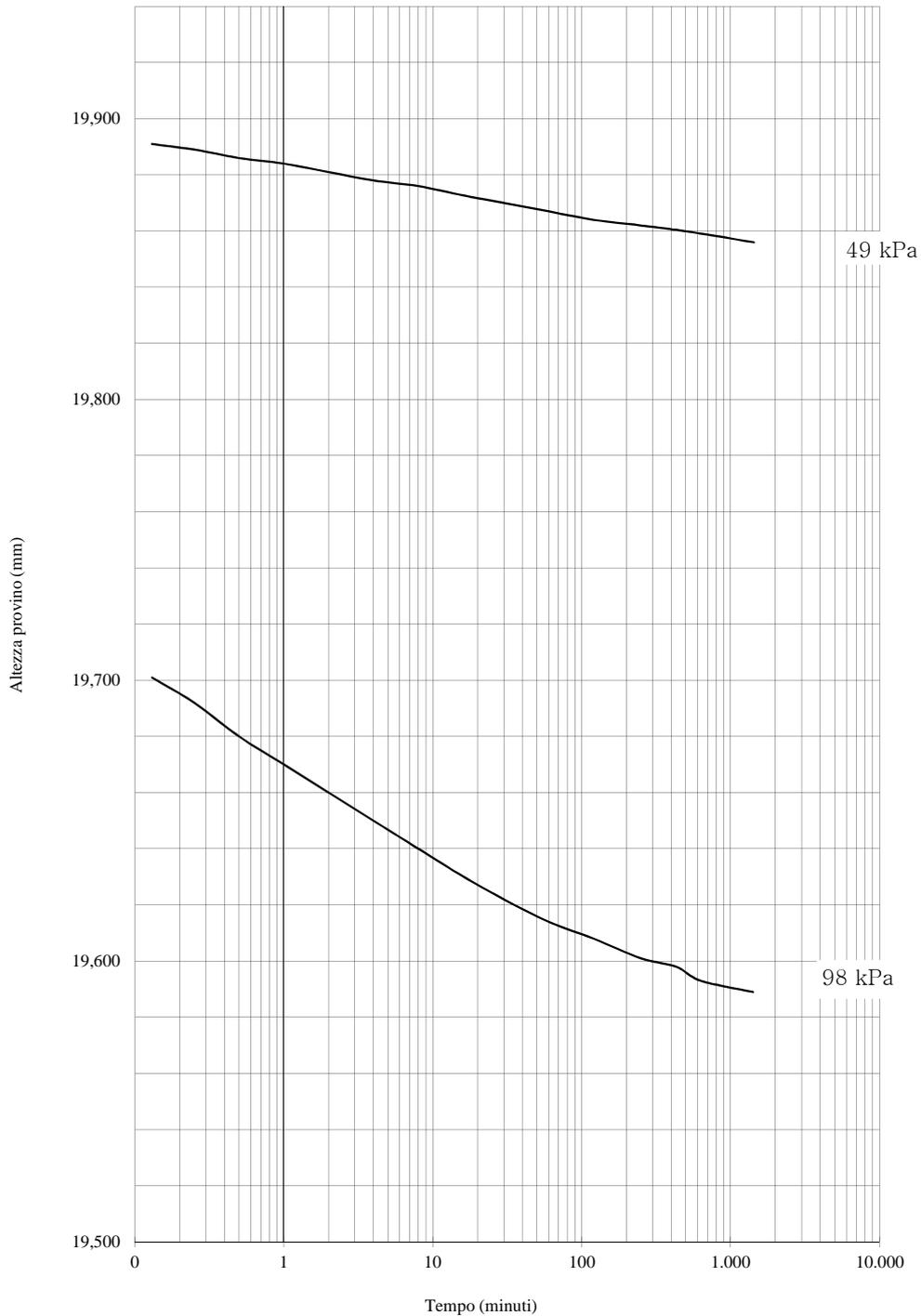
soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Rif. : 8802/17

Allegato n° : II

CURVE CEDIMENTI-TEMPO



DATA: 17/06/2017



DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Laboratorio : 8804/17Allegati : I - IICommittente: Geosardinya srlData consegna campioni: 13/06/17Provenienza campione: Archivio ASL - OristanoSondaggio : S2Profondità (m dal p.c.): 3,05 - 3,40**PROVA DI COMPRESSIONE EDMETRICA (IL - incremento di carico controllato)****Raccomandazioni AGI 1994 - esecuzione prove geotecniche**

Prova eseguita fino al carico unitario di 100 kPa come richiesto dalla committente

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI DEL CAMPIONE

Contenuto d'acqua (%)	<u>21,5</u>
Peso di volume (g/cm ³)	<u>1,819</u>
Peso di vol. secco (g/cm ³)	<u>1,497</u>
Indice dei vuoti e ₀	<u>0,803</u>
Pocket penetrometer (kPa)	<u>322</u>

Descrizione del campione: Limo argilloso-sabbioso, consistenteApparecchiatura di prova: Edometro a fulcro fissoDimensioni della cella: altezza (mm) 19,90 diametro (mm) 50,50

RISULTATI DELLA PROVA

press. kPa	cedimento mm	cedimento %	indice dei vuoti	Eed kPa	Cv cmq/sec	k cm/sec
12	0,230	1,156	0,782			
24	0,387	1,945	0,768	1534,4		
49	0,688	3,457	0,741	1587,9	8,02E-03	5,05E-07
98	1,135	5,704	0,700	2105,5	1,00E-02	4,77E-07

Eed= modulo edometrico, Cv= coefficiente di consolidazione, k= coefficiente di permeabilità

Pressione di rigonfiamento (kPa): noessun
rigonfiamento
rilevato

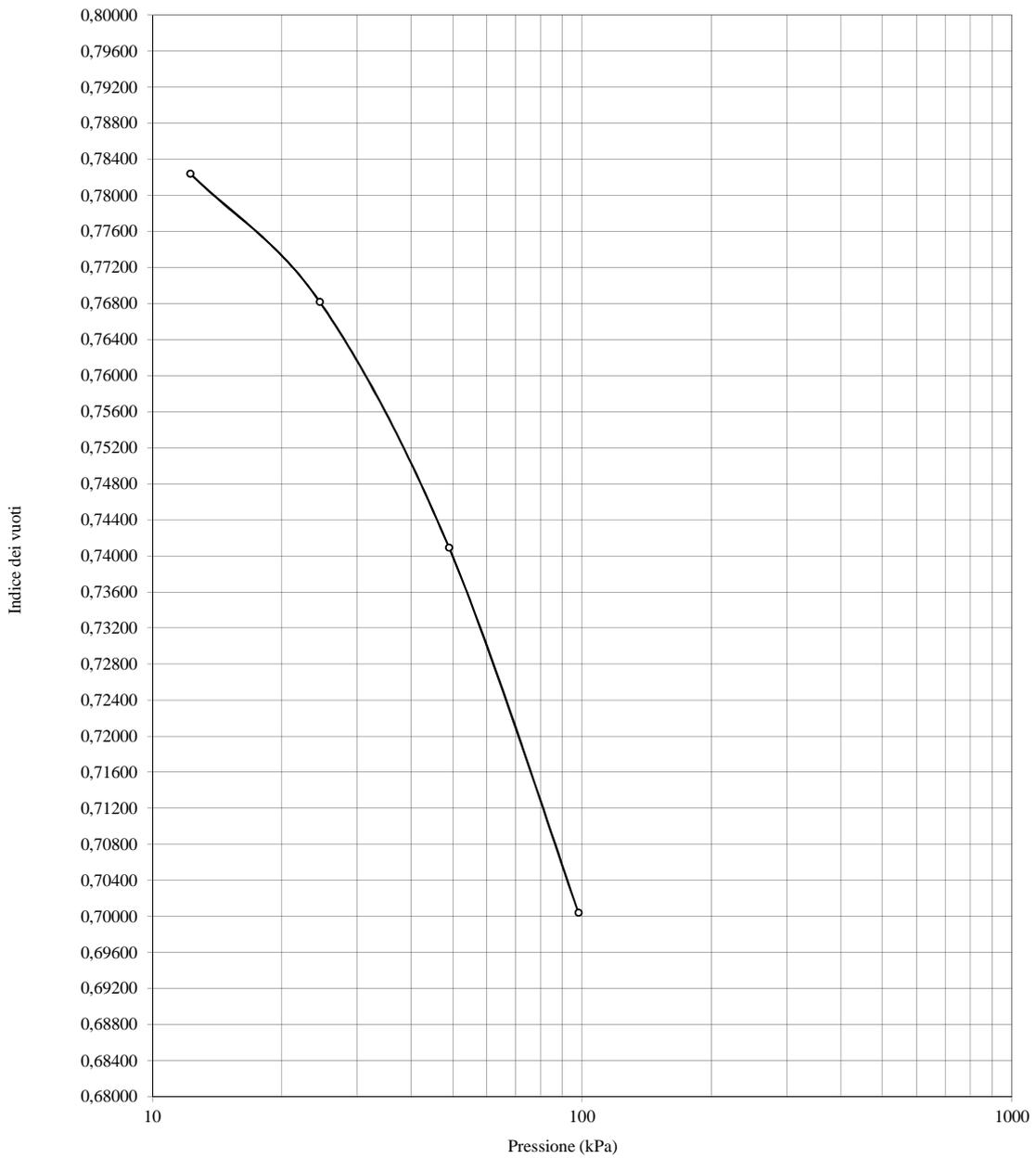
DATA: 17/06/17

PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

Rif. : 8804/17

Allegato n° : I

CURVA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



DATA: 17/06/17

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

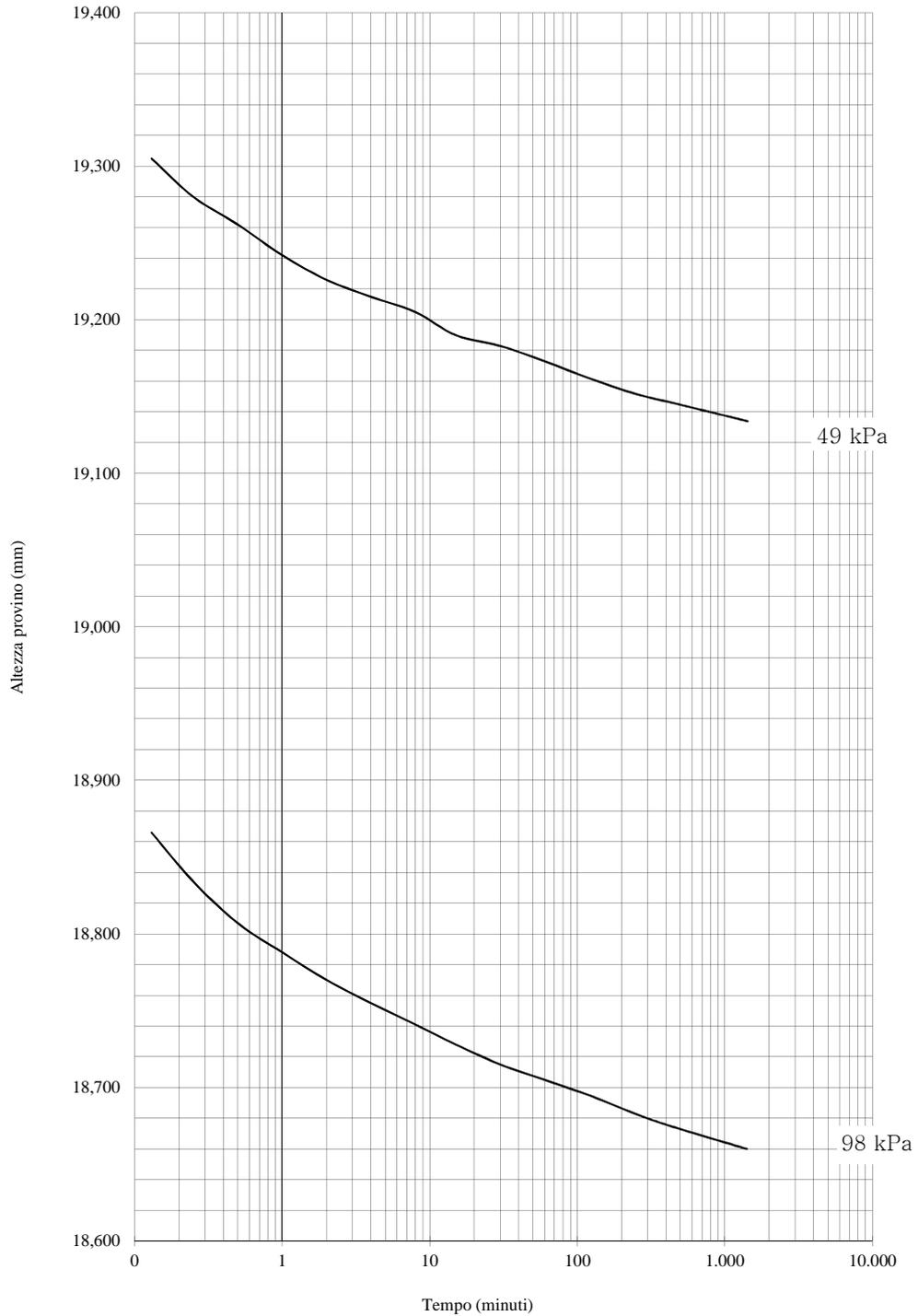
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Rif. : 8804/17

Allegato n° :

II

CURVE CEDIMENTI-TEMPO



DATA: 17/06/2017

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVA

Certificato n° : 8801/17

Committente: Geosardinya srl

Data consegna campione: 13/06/17

Provenienza campione: Archivio ASL - Oristano

Pozzetto/sondaggio: S1

Profondità (m dal p.c.): 1,80 - 2,15

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR BU N°23 - CNR UNI 10014 - CNR UNI 10006

Analisi granulometrica eseguita per setacciatura (via umida)

Aperture mm	Pass.cum. %
200,0	100,0
100,0	100,0
71,0	100,0
60,0	100,0
40,0	100,0
20,0	100,0
10,0	100,0
5,0	100,0
2,00	100,0
1,00	99,8
0,400	99,2
0,250	98,8
0,18	98,5
0,075	96,7

Umidità : % 24,8

Indice di consistenza : 1,0

Limiti di consistenza

Limite di liquidità : % 48,3

Limite di plasticità : % 25,0

Indice di plasticità : % 23,4

Classi granulometriche (ASTM)

Contenuto in ciottoli (> 75 mm) : % 0

Contenuto in ghiaia (4,75-75 mm) : % 0

Contenuto in sabbia (0,075-4,75 mm) : % 3

Contenuto in limo + argilla (<0,075mm): % 97

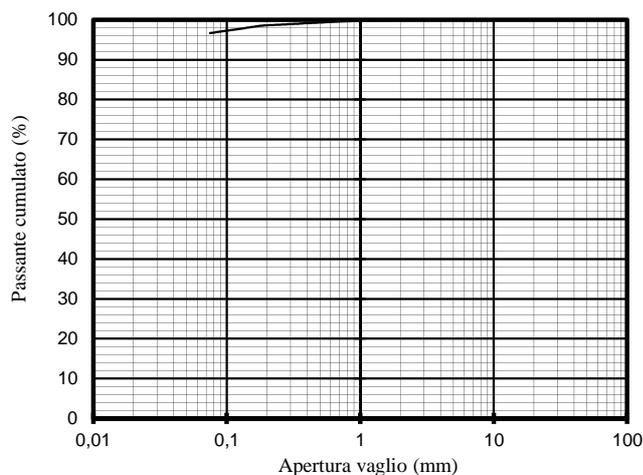
CLASSE (UNI 10006): A7-6

CLASSE (ASTM - USCS): CL

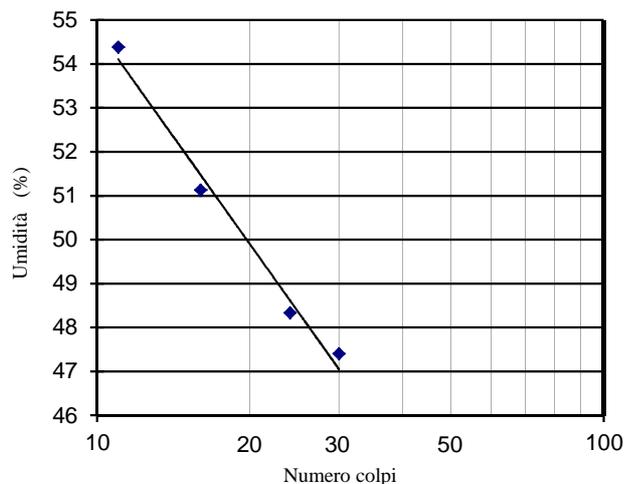
Descrizione tecnica (USCS)

Argilla inorganica di bassa plasticità

Curva granulometrica



Limite di liquidità



DATA: 17-giu-17

soiltech s.n.c.
 Laboratorio prove geotecniche
 Il Responsabile della Sperimentazione
 Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVAData consegna campione: 13-giu-17Certificato n° : 8806/17COMMITTENTE : Geosardinya srlProvenienza campione : Archivio ASL - Oristano**PESO DI VOLUME**

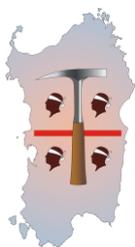
METODO DELLA PESATA IDROSTATICA

Descrizione materiale	Sigla sondaggio	Profondità prelievo <i>m da p.c.</i>	Caratteristiche del provino		Peso di volume <i>g/cmc</i>
			Volume <i>cmc</i>	Peso <i>g</i>	
Argilla limosa consistente	S1	1,80 - 2,15	395,4	804,2	2,034
Argilla limoso - sabbiosa, consistente	S2	3,05 - 3,40	448,8	881	1,963

Data: 17-giu-17

PROVINCIA DI ORISTANO
COMUNE DI ORISTANO

Progetto Archivio
ASL Oristano



Studio di Geologia Tecnica e Ambientale

Dott. Geol. Giancarlo Carboni

Via Nazionale 277

09039 Villacidro (VS)

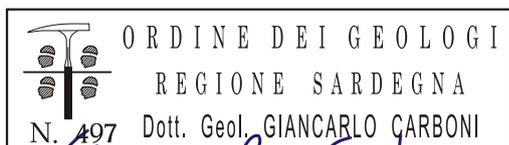
Tel. 070 2332144 cell. 329 4177709

e-mail: info@geosardegna

IL GEOLOGO INCARICATO

Dott. Geol. Giancarlo CARBONI

Ordine dei Geologi della Sardegna n° 497



Giancarlo Carboni

Il committente:

GEOSARDINYA S.R.L.

Via Dorando Petri 9/b Oristano

P.IVA IT01104970957

Oggetto:

Indagini geofisiche mediante metodologia MASW per calcolo Vs30.

D.M. 14/01/2008

Villacidro, li 14/06/2017

INDICE

Studio di Geologia Tecnica e Ambientale.....	1
Premessa	1
Contesto geologico	1
Prospezione sismica.....	1
Caratteristiche strumentali.....	2
Generalità sulle indagini sismiche mediante onde di superficie	3
Metodologia MASW.....	3
Schema operativo acquisizioni MASW	5
Rigidità sismica (R)	6
Frequenza fondamentale (F) e periodo fondamentale (T).....	6
Categorie del sottosuolo di fondazione	6
Risultati delle indagini sismiche	8
Repertorio fotografico	11



PREMESSA

Su incarico conferito dalla GEOSARDINYA S.R.L. con sede in Via Dorando Petri 9/b Oristano e P.IVA IT01104970957 in qualità di Ditta incaricata per l'esecuzione delle indagini geognostiche relative alla progettazione dell'Archivio ASL di Oristano allo scrivente Dott. Geol. Giancarlo Carboni, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Sardegna con il n° 497, con Studio Tecnico in Via Nazionale n° 277 – Villacidro (VS), è stata realizzata una indagine geofisica con la metodologia MASW (Multichannels Analysis Surface Waves) allo scopo di definire le caratteristiche stratigrafiche del terreno interessato di una parte del progetto e misurare la velocità media delle onde Vs nei primi 30 m di profondità (Vs30. D.M. 14/01/2008).

CONTESTO GEOLOGICO

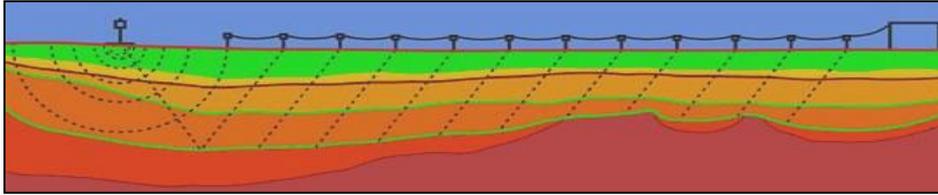
L'area d'intervento è caratterizzata da depositi alluvionali eterogenei olocenici e pleistocenici costituiti da limi argillosi, argille, argille sabbiose, sabbie e ghiaie terrazzate pleistoceniche. Si tratta di terreni, granulari, sciolti o poco addensati, a granulometria variabile.

Si tratta di depositi alluvionali eterogenei, sciolti, sabbioso-limosi o sabbio ghiaiosi in profondità, passanti a depositi di ambiente palustre costituiti da limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi sovrastanti depositi alluvionali pleistocenici.

PROSPEZIONE SISMICA

L'esecuzione di indagini sismiche ha lo scopo di ottenere informazioni di tipo geotecnico sul comportamento fisico-meccanico dei corpi geologici investigati, attraverso la determinazione dei relativi parametri, ed informazioni di tipo geologico sui caratteri strutturali e stratigrafici del volume del sottosuolo indagato.

Si tratta di uno dei metodi attualmente più utilizzati per l'esplorazione in profondità del sottosuolo e consiste nel creare delle onde artificiali nel terreno (energizzazione) battendo una piastra poggiata a terra con una mazza. Le indagini geognostiche che utilizzano le metodologie sismiche sfruttano le proprietà dei terreni di farsi attraversare dalle onde sismiche a diversa velocità; questa dipende da molti fattori, quali la natura mineralogica della roccia, il grado di cementazione e di fatturazione, la porosità, il contenuto in acqua o in gas, ecc.



Rappresentazione schematica di una tipica prospezione sismica

Caratteristiche strumentali

La strumentazione utilizzata è costituita da un Sismografo DAQLink III (Seismic Source U.S.A.) con convertitore A/D a 24 bit, numero di canali da 3 a 24, ampio range dinamico 144db, output dei dati in SEG-Y, SEG-2 o ASCII, opzione per test dei geofoni ed accelerometri, lunghezza di registrazione fino a 4 mld di campioni, intervalli di campionamento: 0.0208, 0.0625, 0.125, 0.250, 0.500, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, 16.00 ms. L'intero sistema di acquisizione è conforme alle specifiche ASTM D5777-00 (2006) (Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation); l'energizzazione del terreno è stata effettuata mediante l'utilizzo di una massa battente (mazza di 10 kg con starter su piattello di battuta).

Per la ricezione delle onde longitudinali (P), durante l'indagine sismica, sono stati usati geofoni verticali a lungo periodo (4.5 Hz).



Sismografo DaqLinkIII



Operazioni di acquisizione



GENERALITÀ SULLE INDAGINI SISMICHE MEDIANTE ONDE DI SUPERFICIE

La necessità dettata dalle NTC08 di fornire una solida stima della velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo ha dato un forte slancio alla diffusione di tecniche basate sull'analisi della dispersione delle onde di superficie (Rayleigh e Love). La dispersione rappresenta una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. In un mezzo stratificato le varie componenti (lunghezza d'onda, quindi frequenza $\lambda = v/f$) del segnale sismico si propagano ad una velocità diversa in funzione delle caratteristiche del mezzo. Le componenti a frequenza minore (lunghezza d'onda maggiore) penetrano più in profondità e sono quindi influenzate dagli strati più profondi rispetto a quelle a frequenza maggiore (lunghezza d'onda minore) che risentono delle proprietà fisiche dei livelli superficiali, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Metodologia MASW

La tecnica MASW consente di misurare la velocità delle onde di taglio V_s sfruttando il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh quando queste si propagano in un mezzo stratificato.

La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze, con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore.

È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità. Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.



La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

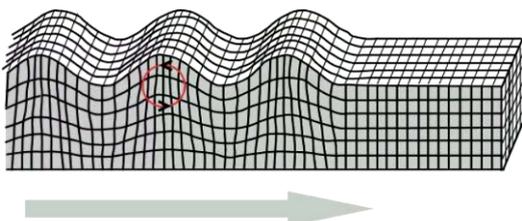
Il metodo si sviluppa attraverso la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo individuabili dall'analisi dello spettro di velocità dei dati. Il range di frequenza si sviluppa comunemente tra i 5 Hz e i 70Hz, fornendo informazioni sino a profondità di circa 30 m a seconda della rigidità del suolo: la profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e più bassa frequenza identificabile.

Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m (la lunghezza dello stendimento incide sulla focalizzazione del segnale nello spettro di velocità) che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 m e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S.

L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali (come nel nostro caso), oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento (in entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello).

Rayleigh Wave



Componente verticale del moto – geofono verticale



Componente orizzontale del moto – geofono orizzontale





L'analisi è stata effettuata utilizzando il software Seisimager della Geometrics (U.S.A.) con il modulo WaveEq, in grado di eseguire analisi delle onde di superficie mediante metodologia MASW in 1D e 2D, nonché analisi di microtremiti con metodologia Remi e HVSR.

Schema operativo acquisizioni MASW

Sulla base delle caratteristiche morfologiche del sito, è stato posizionato lo stendimento sismico, in parte nell'area d'ingombro della struttura. L'analisi è stata eseguita adottando la seguente configurazione:

- N° geofoni: 24 con frequenza propria di risonanza 4,5 Hz;
- Distanza intergeofonica: 3.0 m per complessivi 69 m di rilievo;
- Offset di battuta: 6 m dal primo geofono.

Per quanto riguarda l'acquisizione sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- Tempo di acquisizione: 2 s;
- Frequenza di campionamento: 2000 Hz;
- Periodo di campionamento: 0.5 ms.

L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia avviene attraverso le seguenti fasi:

1. Calcolo dello spettro di velocità; 2. Individuazione del modo fondamentale e degli eventuali superiori; 3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa picking della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato modo; 4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità V_s .

Gli spettri di velocità risultano dominati dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

Nella Tabella e nelle Figure sottostanti vengono riportati: l'andamento del profilo di velocità; gli spessori; le relative velocità V_s (dalle onde di Rayleigh) e la densità stimati, ricordando che, come in tutti i metodi geofisici, può essere ottenuta solo una stima del modello sismostratigrafico a causa del problema della non univocità.

La rappresentazione grafica dei risultati dell'indagine Masw viene rappresentata attraverso i diagrammi dello spettro di dispersione, il quale indica come le onde di superficie si disperdono nel terreno individuando anche i "modi superiori", dovuti generalmente alla presenza di discontinuità stratigrafiche.



L'andamento stratigrafico delle Vs viene rappresentato con un digramma dove sono indicate alle diverse profondità investigate le rispettive velocità Vs a cui si sovrappone l'andamento della curva di dispersione data da una secessione di pallini verdi.

Rigidità sismica (R)

La rigidità sismica è un parametro legato all'amplificazione sismica locale; tanto più alto risulta R tanto minore sarà l'incidenza del danno dovuto al sisma;

$$R = \gamma \cdot V_s$$

- γ = peso di volume naturale
- Vs = Velocità di taglio.

Frequenza fondamentale (F) e periodo fondamentale (T)

In cui:
$$F = \frac{V_s}{4 \cdot H} \qquad T = \frac{4 \cdot H}{V_s}$$

- H = spessore dello strato.
- Velocità delle onde longitudinali (Vp)
- $V_p = \sqrt{3} \times V_s$

Categorie del sottosuolo di fondazione

Nei paragrafi che si riportano nel seguito sono riassunti i dati medi principali, suddivisi per ogni singolo stendimento, desunti dall'indagine. Nel calcolo del Vs₃₀ si è tenuto conto di tutti gli strati rilevati nei profili completi riportati in precedenza. La Vs₃₀ rappresenta la media ponderata della distribuzione delle velocità di taglio per una profondità di 30 m sotto il piano di fondazione e si ottiene applicando la seguente formula (NTC 14 gennaio 2008):

$$V_{s_{30}} \leq \frac{30}{\sum \left(\frac{h_i}{V_{s_i}} \right)}$$

In cui;

h_i = spessore dello strato i-esimo (m);

V_{s_i} = velocità delle onde di taglio nello strato considerato (m/s).

Il parametro Vs₃₀ consente di stabilire la classe di suolo come stabilito alle NTC del 2008 e sono riportate nella tabella che segue.



CATEGORIE DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC DEL 2008

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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 $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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 tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina 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} inferiore a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Ortofoto dell'indagine



Ubicazione indagine con coordinate chilometriche WGS 84		
inizio	fine	centro
465 991 m E 4 417 514 m N	465 917 m E 4 417 526 m N	465 956 m E 4 417 520 m N



Vista aerea area d'indagine



RISULTATI DELLE INDAGINI SISMICHE

L'analisi della dispersione delle onde superficiali ha consentito di stimare il profilo verticale della V_s e di conseguenza del parametro V_{s30} , i risultati – per il modello medio – sono esposti nella tabella seguente:

S1 - MASW	
V_{s30}	329.9 m/s
Categoria	C

L'analisi del profilo sismico Masw è stata effettuata semplificando la stratigrafia locale ad un modello composto da un numero di sismostrati principali compresi tra 4 e 6.

Le profondità effettivamente investigate variano in funzione della capacità del substrato di disperdere senza assorbirle le onde di Releigh, ma tutte le correlazioni utilizzate si sono basate sul modello ottenuto dai primi 30 m.



S1 - MASW						
Strati	Spessore strato (m)	γ (kN/m ³)	Vs (m/s)	R (kPa)	F (Hz)	T (s)
A	3.7	18	251	4543	232	0.059
B	6.3	18.5	366	6771	576	0.069
C	8.7	18.5	316	5783	687	0.110
D	11.3	18.5	349	6422	986	0.130

Nel complesso le velocità Vs misurate risultano piuttosto basse, indicando un substrato formato da terre poco addensate al di sotto di una copertura alluvionale poco spessa e anche essa poco addensata.

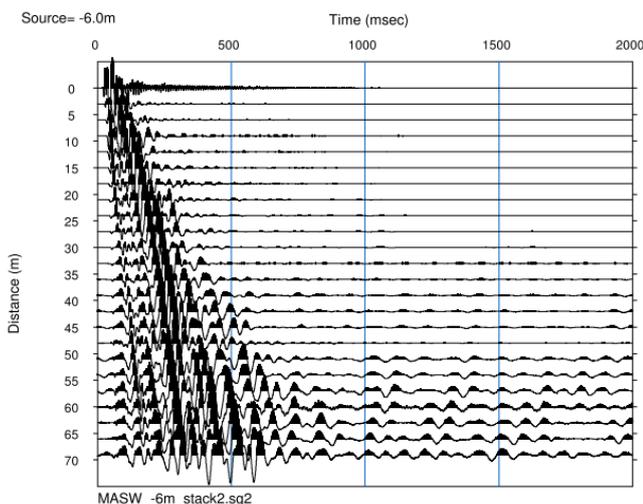
Fino a quasi 4 m di profondità si individua un livello superficiale caratterizzato da Vs piuttosto basse con quasi 250 m/s, indicando la presenza di una copertura terrigena poco addensata.

Tra circa 4 e 10 m le Vs si incrementano arrivando a 366 m/s, individuando un substrato più consistente rispetto a quello più superficiale.

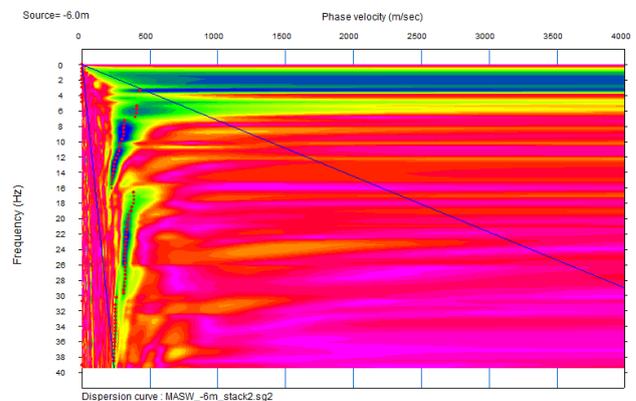
Tra 11 e quasi 19 m si riscontra una piccola inversione delle velocità, con una diminuzione della velocità delle Vs di 50 m/s, che passano così a 316 m/s indicando una diminuzione dello stato di consistenza delle terre.

Tra i 19 e i 30 m le Vs riacquistano velocità arrivando a quasi 350 m/s, indicando nel complesso un livello con caratteristiche simili al precedente.

Sismogramma

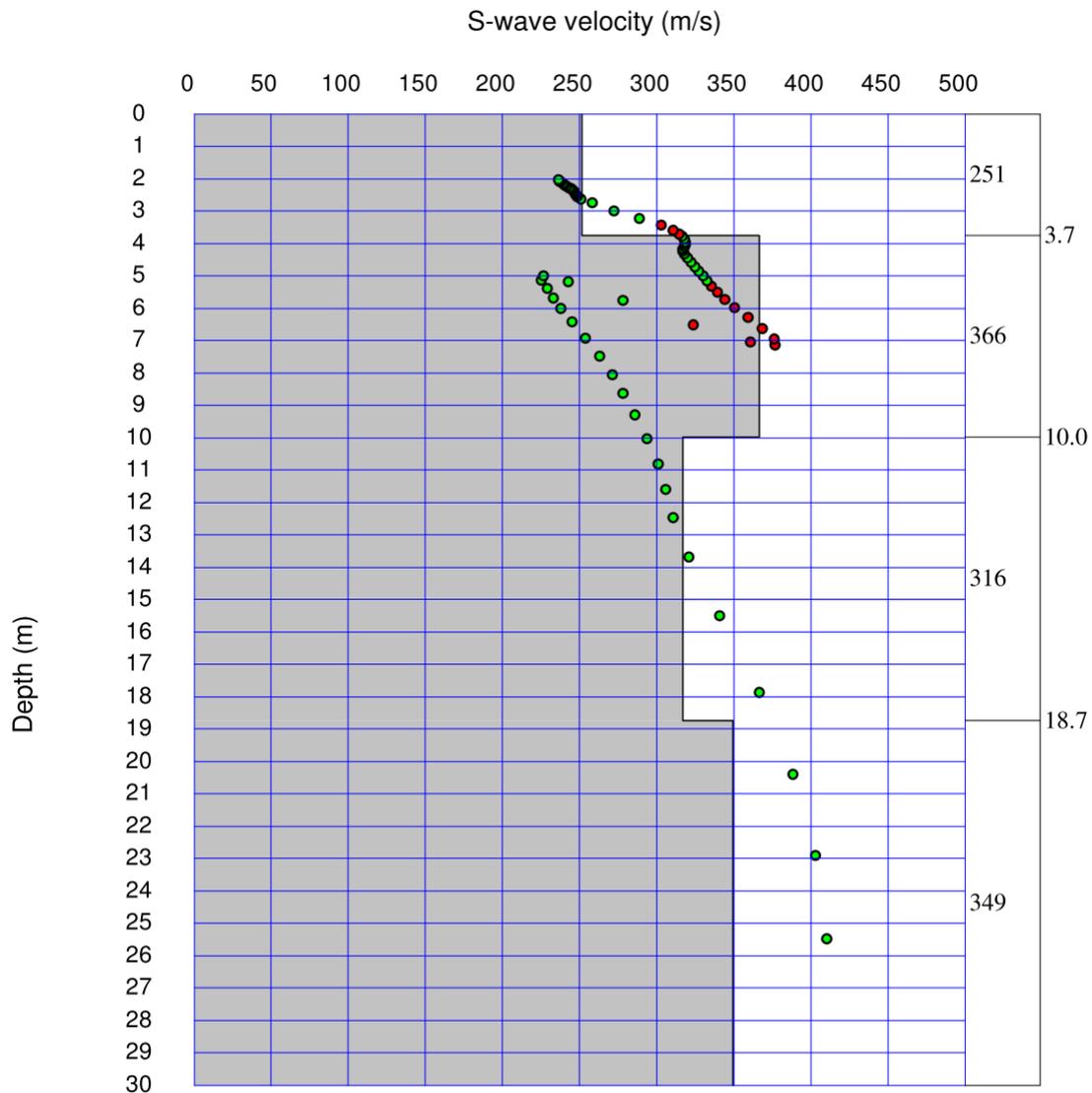


Spettro di dispersione





Sezione Vs



S-wave velocity model (initial): MASW2.rst

Average Vs 30m = 326.9 m/sec



REPERTORIO FOTOGRAFICO



DOTT. GEOL. GIANCARLO CARBONI
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA N° 497



Giancarlo Carboni