

COMUNE DI ORISTANO

Provincia di Oristano

PROGETTO

Piano di Lottizzazione denominato "Is Pasturas Mannas 2" -
Pinna e più

ALLEGATO

G

ELABORATI

Relazione Geologica e Geotecnica

I Lottizzanti

Pinna Fabio

Pinna Nicola

Balloi Stefano

Porcu Maria Rita

Piseddu Gesuino

Berrutti Giuliana

Bruno Marzia

Bruno Marco

Fioravanti Silverio

Data 12/05/2017

I Tecnici

Dott. Geol. Antonello Piredda

Geom. Salvatore Licheri

Dott. Ing. Cristian Licheri

Studio Tecnico Geom. Salvatore Licheri

Via Campanelli 43/B - 09170 Oristano

0783310104 - studiolicheri@tiscali.it

C.F.: LCH SVT 50M09 A097T - P.IVA: 00355070954

Studio Tecnico Dott. Ing. Cristian Licheri

Vico Episcopio 12 - 09170 Oristano

3498396509 - ing.licheri@tiscali.it

C.F.: LCH CST 80028 G113N - P.IVA: 01103250955

COMUNE DI ORISTANO

PROVINCIA ORISTANO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN LOCALITA' " IS PASTURA MANNAS "

DITTA PINNA FABIO E PIU'

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA



Il Geologo

Dott. Geol. Antonello Piredda

INDICE

PREMESSA	1
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
GEOLOGIA	4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE	4
INQUADRAMENTO MORFOLOGICO	7
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	9
CLIMATOLOGIA	11
INDAGINI SVOLTE	16
CONSIDERAZIONI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE	17
VERIFICA FONDAZIONI DIRETTE	18
MODALITA' DI SCAVO	23
VIABILITA'	24
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	30

PREMESSA

Sono state eseguite nel periodo Giugno – Luglio 2016 indagini geognostiche e geotecniche per il progetto di una nuova lottizzazione in località Is Pastura Mannas nella periferia est di Oristano.

L'area in esame è localizzata a breve distanza dall'ex zuccherificio tra l'abitato di Oristano e la frazione di Sili.

Su una superficie complessiva di 11.833 mq l'intervento interessa sette lotti di proprietà dei sig.ri Pinna Fabio Mappale 5047, Pinna Nicola Mappale 5046, Balloi Stefano e Porcu Maria Rita Mappale 5045, Piseddu Gesuino e Gerrutti Giuliana Mappale 5044, Bruno Marzia Mappale 5043, Bruno Marco Mappale 440 e Fioravanti Silverio Mappale 441.

Le verifiche hanno consentito l'inquadramento geologico dell'area e la caratterizzazione lito-stratigrafica e geotecnica generale del settore.

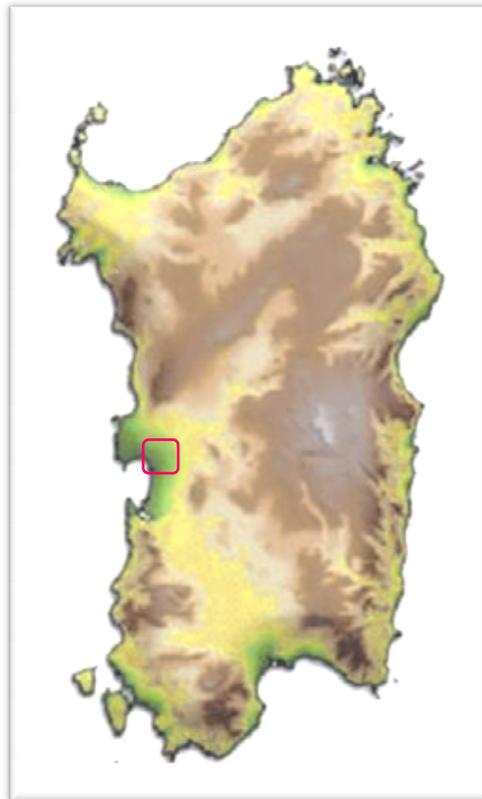
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

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

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

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

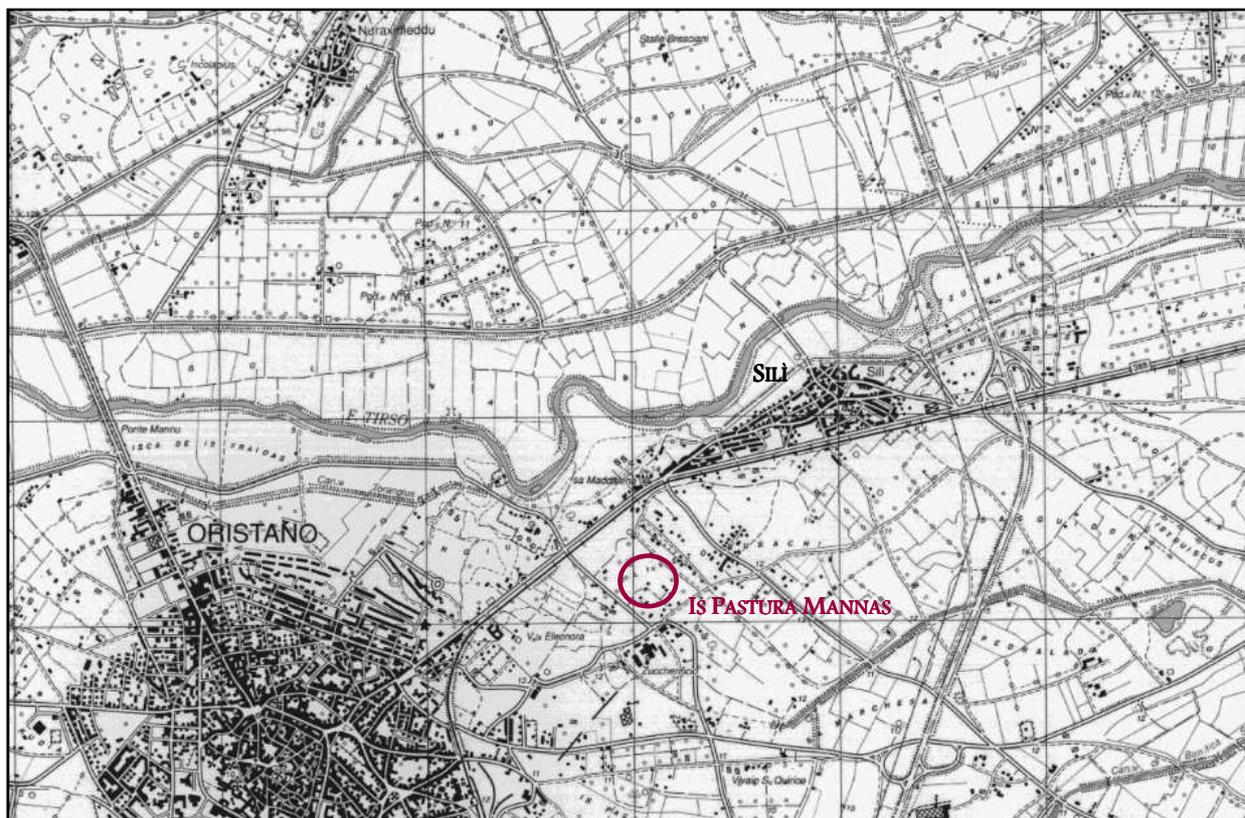
Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio: 528 sez. I Oristano Nord.



 *Is Pastura Mannas- Oristano*

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.

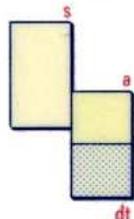
Depositi costieri e transizionali recenti e attuali (Olocene-Attuale)

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

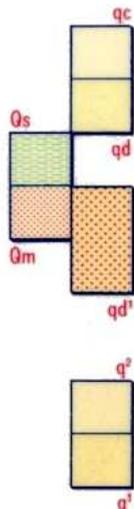


Sabbie attuali e recenti delle spiagge (s), passanti a dune litoranee.

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.

Calcarei 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 dl Tirso con la deposizione di prodotti dall'alterazione e disfacimento di rocce attraversate nel suo percorso dall'interno della Sardegna, con sedimenti prevalentemente quarzitici, 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.

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.

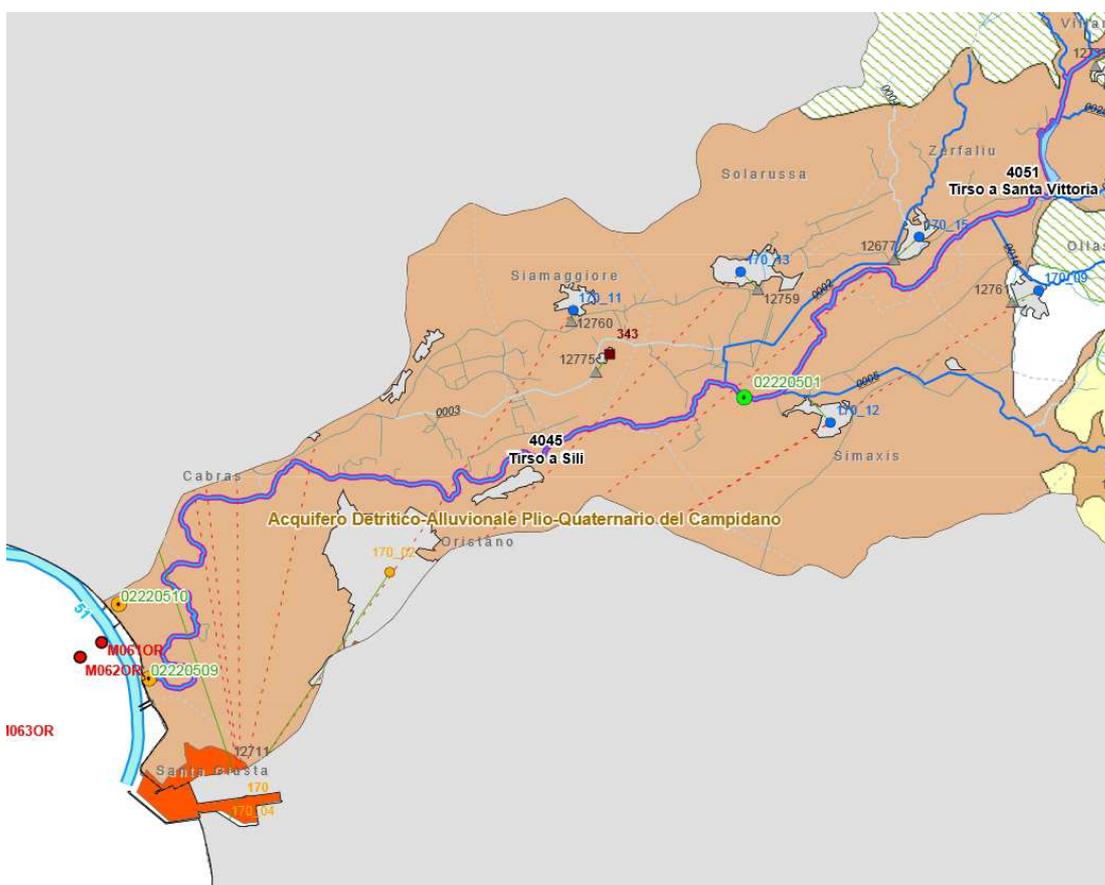
Infine viene segnalata l'antropizzazione del territorio con insediamenti produttivi, interventi agricoli, estrattivi, irrigui e opere di bonifica.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Circolazione idrica superficiale

La rete idrografica dell'area oltre al Fiume Tirso ed alcuni suoi affluenti, è caratterizzata da un articolato sistema di canalizzazioni e opere di drenaggio realizzate per l'irrigazione e miglioramento fondiario.

STRALCIO CARTOGRAFIA PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE



Tav 5/4 Unità Idrografica Omogenea Tirso

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 rinvengono 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.

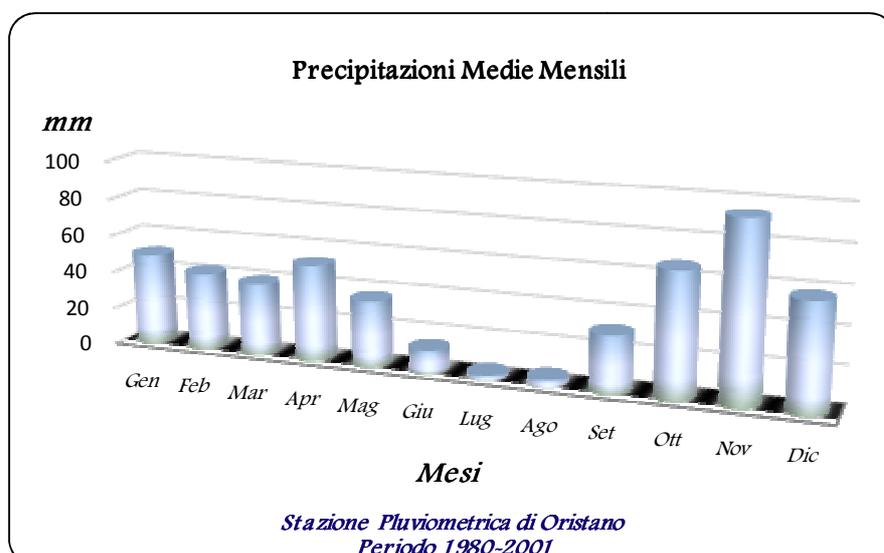
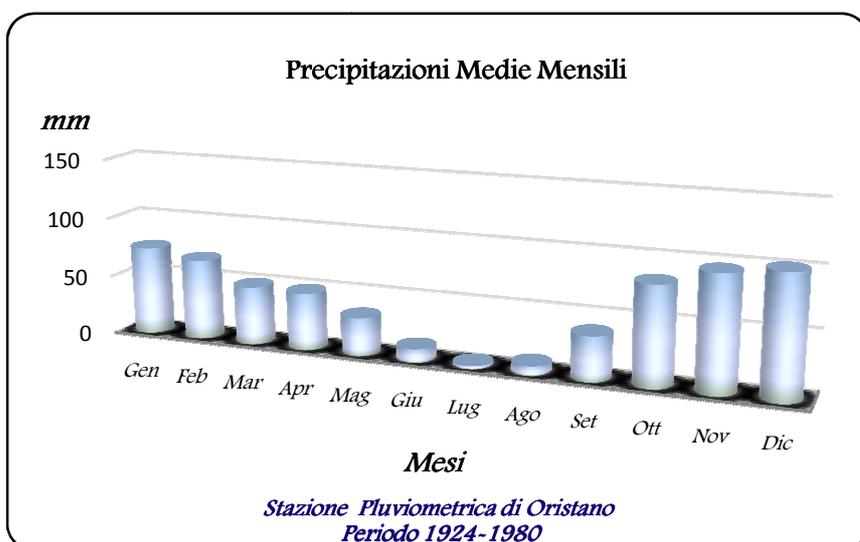
Le falde più profonde evidenziano in genere caratteristiche quantitative stabili o con minime variazioni temporali, legate ad un più esteso bacino idrogeologico alimentato dai flussi di subalveo del Fiume Tirso.

Nell'area d'intervento le prime circolazioni idriche s'individuano a circa m - 9.0 ÷ - 10 dal piano campagna.

CLIMATOLOGIA

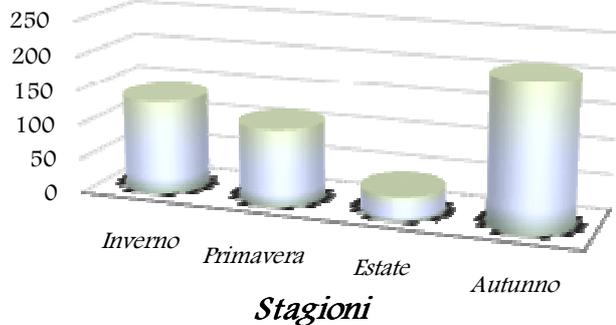
Attraverso l'elaborazione dei dati acquisiti dalla stazione pluviometrica di Oristano, vengono evidenziate graficamente le precipitazioni medie mensili, la densità e le medie stagionali, riferite al periodo 1924 – 2001.

Il valore medio della piovosità annuale nel periodo 1924-2001 risulta di circa 558 mm che identifica secondo Koppen un clima temperato caldo.



Precipitazioni Medie Stagionali

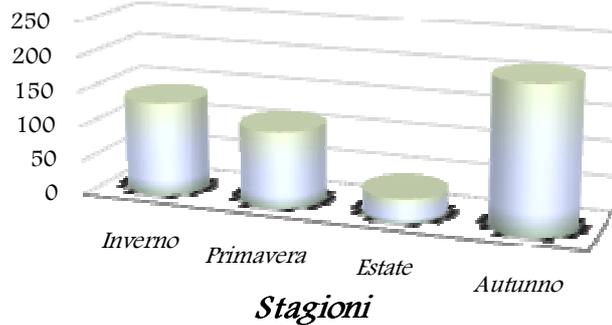
mm



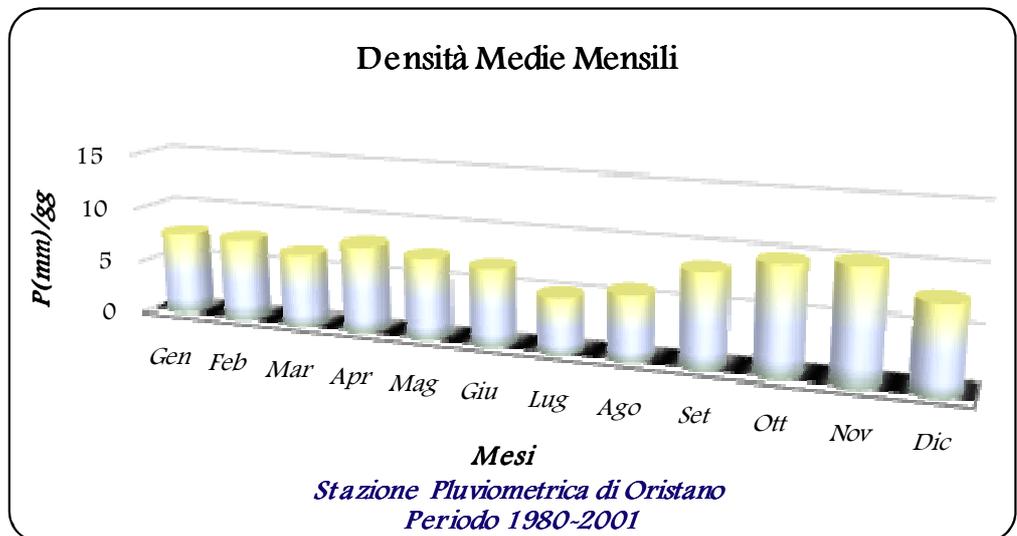
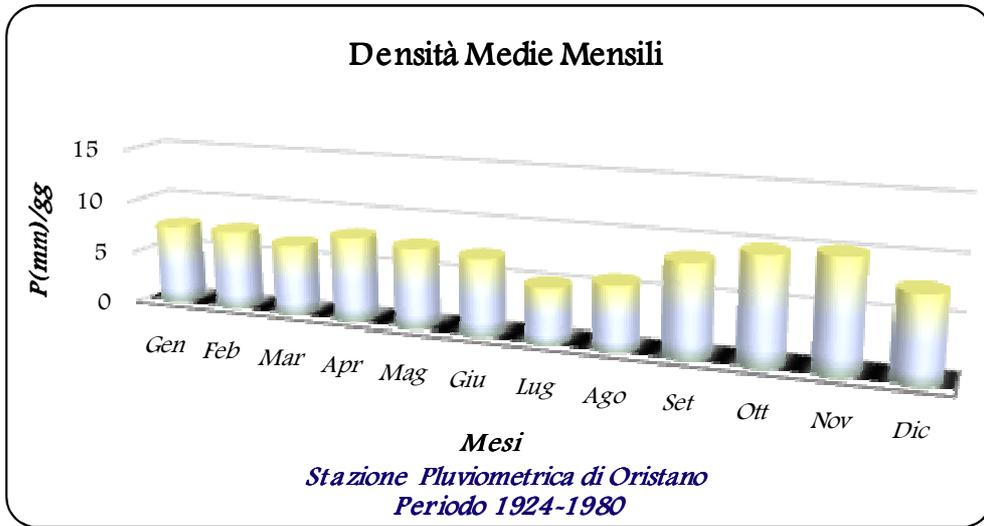
*Stazione Pluviometrica di Oristano
Periodo 1924-1980*

Precipitazioni Medie Stagionali

mm

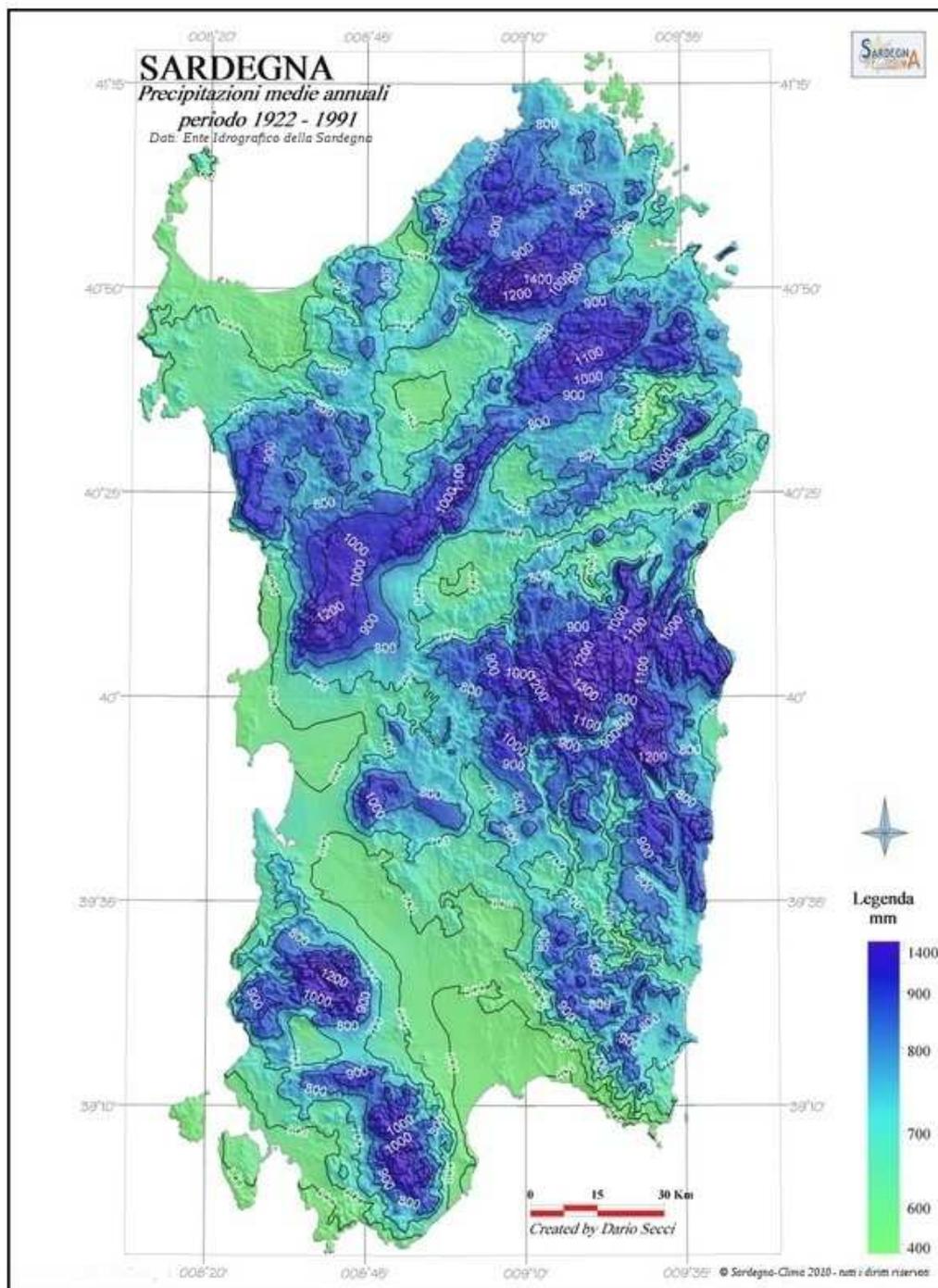


*Stazione Pluviometrica di Oristano
Periodo 1980-2001*

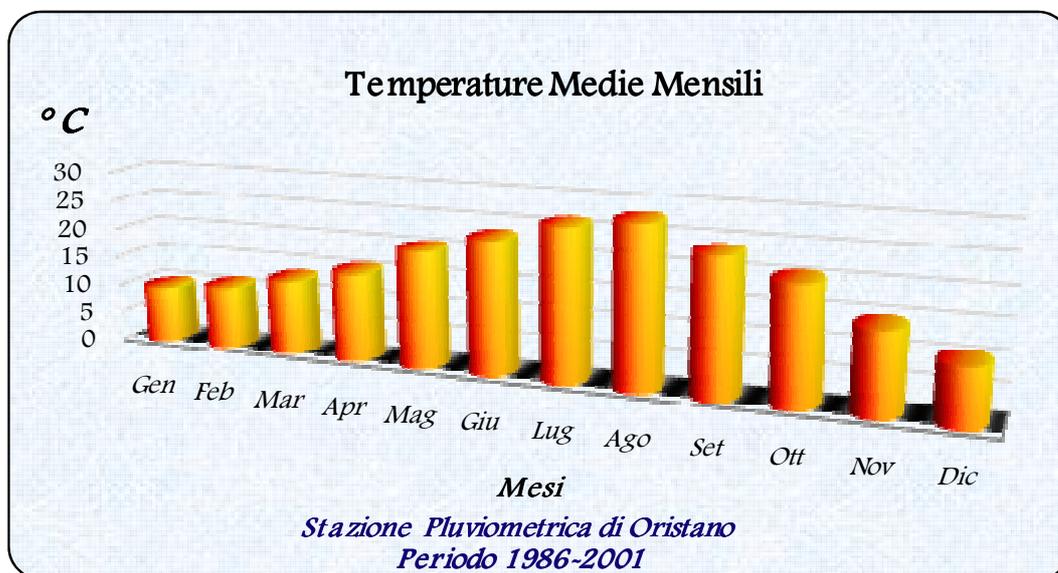


CARTA DEL SERVIZIO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

Medie annuali del periodo 1922-1991



Un ulteriore grafico riporta le temperature medie mensili del periodo 1986 -2001.



INDAGINI SVOLTE

Il sito d'intervento è caratterizzato da un andamento morfologico sub-pianeggiante con una quota di circa 12 m. s.l.m..

Per le verifiche geognostiche e geotecniche sono state eseguite n° 5 prove penetrometriche statiche continue CPT con utilizzo di punta meccanica tipo Begemann e n° 3 pozzetti geognostici con utilizzo di un escavatore.

L'ubicazione delle indagini svolte sono state riportate su un'immagine satellitare dell'area.

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 investigata risulta variabile da m -7.20 a m - 8.60 dal piano campagna.

La prova P 2 è stata interrotta a m -2.20 per rifiuto all'avanzamento e ripetuta a breve distanza (prova P2 bis).

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

Per la viabilità principale del comparto, sono stati eseguiti n° 3 pozzetti geognostici con escavatore su postazioni significative, investigando negli strati superficiali del sottosuolo, interessati da potenziali deformazioni.

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

⊙ P Prova Penetrometrica Statica

⊙ Pz Pozzetti Geognostici



CONSIDERAZIONI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Nell'area d'intervento le verifiche eseguite hanno evidenziato sino alla massima profondità investigata di m – 8.60 un dominio lito-stratigrafico eterogeneo, costituito prevalentemente da sabbie limose e argillose e argille limose e sabbiose sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici.

Questa variabilità litologica si evidenzia anche nell'eterogeneità dei parametri geotecnici del terreno ottenuti sia dalle attuali indagini correlate con i sondaggi a carotaggio continuo, prove in sito e di laboratorio eseguite in precedenza nelle aree circostanti.

Nel corso delle prove non è stata individuata alcuna circolazione idrica.

PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Terreno portante

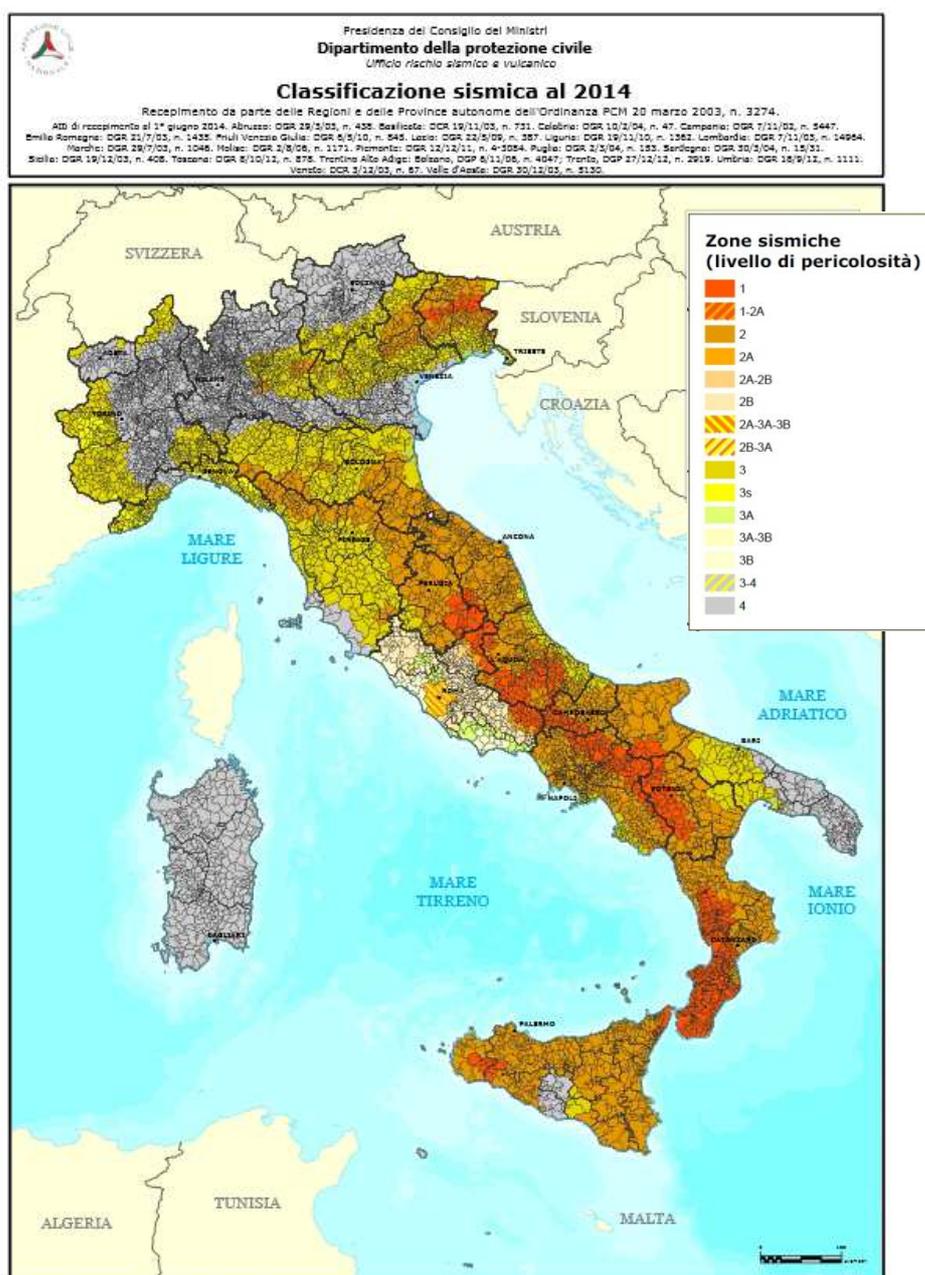
_____ 0.00 m

Sabbie limo argillose e argille limo sabbiose

<i>Angolo d'Attrito</i>	$\phi = 20^\circ \div 28^\circ$
<i>Coesione</i>	$C = 0.00 \div 0.72 \text{ T/m}^2$
<i>Coesione non drenata</i>	$C_u = 0.50 \div 1.50 \text{ kg/cm}^2$
<i>Peso di Volume naturale</i>	$\gamma = 1.70 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

VERIFICA FONDAZIONI DIRETTE

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.



Limitatamente ai siti ricadenti in **Zona 4** per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe I e II è ammesso il metodo di verifica alle tensioni ammissibili.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

2.4.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Gli interventi costruttivi previsti nella nuova lottizzazione rispondono a questi requisiti.

Per tali verifiche si fa riferimento alle Norme Tecniche del D.M. LL. PP. 11.03.1988.

Da quanto emerso dalle indagini, qualunque tipologia di fondazione diretta, avrà quale terreno portante le sabbie limo argillose o le argille limo sabbiose.

Chiaramente la finalità di questo studio consiste nella ricostruzione lito-stratigrafica e geotecnica generale dell'area d'intervento senza specifiche verifiche locali per i futuri interventi costruttivi.

Tuttavia viene eseguita una valutazione sulla capacità portante del terreno applicando due metodologie di calcolo la prima che utilizza la Coesione non drenata considerando il terreno essenzialmente coesivo e la seconda la Coesione drenata e Angolo d'Attrito nelle condizioni maggiormente granulari.

Come precedentemente evidenziato, i valori assegnati vengono determinati dall'analisi delle attuali prove e dalle precedenti indagini su aree circostanti.

1° VERIFICA (*Coesione non drenata*)

Viene presa in considerazione l'ipotesi di una trave di fondazione con piano di posa a m. -1.00 dal piano campagna, cioè ad una profondità in cui si risente limitatamente degli sbalzi termici stagionali e d'imbibizione del terreno.

Dalla relazione generale di Terzaghi e Peck:

$$Q_d = C \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

dove:

C = *Coesione*

D = *Profondità piano di posa delle fondazioni*

B = *Larghezza fondazioni*

γ = *Peso di Volume naturale*

N_c, N_q, N_γ = *Fattori di capacità portante*

Essendo presenti terreni prevalentemente coesivi, assumendo cautelativamente $\varnothing = 0^\circ$

i fattori di capacità portante risultano $N_c = 5,14$ $N_q = 1$ $N_\gamma = 0$

la formula di Terzaghi e Peck diviene:

$$Q = Cu \cdot N_c + \gamma \cdot D$$

Considerando la condizione litologica più sfavorevole, vengono assegnati al terreno di fondazione i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

$Cu =$ Coesione non drenata	8,00	T/m ²
$D =$ Profondità piano di posa	1,00	m
$\gamma =$ Peso di volume naturale	1,80	T/m ³
$Nc =$ Fattore capacità portante	5,14	

Si ottiene:

$$\begin{aligned} Q &= Cu \cdot Nc + \gamma \cdot D \\ Q &= 8,00 \cdot 5,14 + 1,80 \cdot 1,00 \\ Q &= 41,12 + 1,80 \\ Q &= 42,92 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Con coefficiente di sicurezza pari a 3 la pressione ammissibile risulta:

$$Q_{amm} = \frac{Q}{3} = \frac{42,92}{3} = 14,30 \text{ T/m} \quad \text{da cui} \quad Q_{amm} \cong 1,43 \text{ Kg/cm}^2$$

2° VERIFICA (Attrito e Coesione del terreno)

Utilizzando sempre la relazione generale di Terzaghi e Peck:

$$Q_d = C \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Inserendo i parametri geotecnici ritenuti cautelativi e i dati geometrici di fondazione ipotizzati:

<i>C = Coesione</i>	0,50	<i>T/m²</i>
<i>D = Profondità piano di posa delle fondazioni</i>	1,00	<i>m</i>
<i>B = Larghezza fondazioni</i>	1,20	<i>m</i>
<i>γ = Peso di volume naturale</i>	1,80	<i>T/m³</i>
<i>N_c = Fattore capacità portante</i>	14,83	-
<i>N_q = Fattore capacità portante</i>	6,40	-
<i>N_γ = Fattore capacità portante</i>	5,39	-

Per $\varphi = 25^\circ$

$N_c = 20.72$; $N_q = 10.66$; $N_\gamma = 10.88$;

Si ottiene:

$$Q_d = C \cdot N_c + (\gamma \cdot D) \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$Q_d = 0,50 \cdot 20,72 + 1,80 \cdot 1,00 \cdot 10,66 + 0,50 \cdot 1,80 \cdot 1,20 \cdot 10,88$$

$$Q_d = 10,36 + 19,19 + 11,75$$

$$Q_d = 41,30 \text{ T/m}^2$$

Con coefficiente di sicurezza pari a 3 la pressione ammissibile risulta:

$$Q_{amm} = \frac{Q_d}{3} = \frac{41,30}{3} = 13,76 \text{ T/m}^2 \quad \text{da cui} \quad Q_{amm} \cong 1,3 \text{ Kg/cm}^2$$

Al terreno di fondazione viene assegnato cautelativamente un modulo di Reazione di Winkler $k = 1.0 \text{ Kg/cm}^3$

Secondo le due metodologie di verifica la pressione ammissibile sul terreno risulta di circa 1.40 Kg/cm².

Tuttavia la presenza di un terreno portante eterogeneo potenzialmente deformabile e comprimibile per eventuali infiltrazioni d'acqua, rende opportuno per il contenimento dei cedimenti assoluti e differenziali, limitare la sollecitazione di carico sul terreno di fondazione ad una pressione **P ≅ 0.8 Kg/cm²**.

Tale eterogeneità litologica, non esclude un'ipotesi di una platea di fondazione sempre con limitate sollecitazioni sul terreno portante.

MODALITA' DI SCAVO

Le prove eseguite hanno evidenziato la presenza di terreni con una frazione coesiva sino ad una profondità superiore al piano di posa delle fondazioni.

Inoltre 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, garantisce la stabilità delle pareti di scavo per le 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.

VIABILITA'

Per la viabilità principale sono stati eseguiti n° 3 pozzetti geognostici che hanno investigato sino a circa 1.00 metri dall'attuale piano stradale.

La profondità d'indagine è stata valutata in funzione delle potenziali deformazioni del terreno per i carichi presunti.

Le prove hanno evidenziato un dominio coesivo-granulare costituito da argille, argille limose e sabbiose con una variabile distribuzione areale.

Analisi di laboratorio eseguite su terreni con simili caratteristiche litologiche hanno fornito Classi di appartenenza variabili da A2-4 a A7-6 (Norme CNR UNI 10006) che identificano secondo le Raccomandazioni AGI terreni con qualità portanti da buone a mediocri e scadenti.

Per questa variabilità lito-stratigrafica si consiglia un intervento migliorativo del terreno di fondazione stradale.

Di seguito vengono fornite utili indicazioni sulle modalità operative per la bonifica anche se in sede di progettazione l'intervento verrà definito con maggiore precisione, in funzione della viabilità interna.

L'intervento prevede l'asportazione e sostituzione del terreno esistente sino ad una profondità di circa m - 0.80 dal piano campagna tale da limitare le deformazioni del terreno di sottofondo.

La profondità della bonifica dovrà tuttavia essere stabilita in funzione delle quote di riferimento previste dalla lottizzazione.

La bonifica prevede il seguente intervento:

- Scavo di circa cm 80
- Regolarizzazione del fondo esistente
- Stabilizzazione meccanica mediante compattazione con rullo vibrante
- Strato di sabbia per circa 10 cm
- Posa del telo geotessile per l'intera geometria del corpo stradale
- Ricarica con circa 10 cm di sabbia per evitare la lacerazione del telo per il passaggio dei mezzi operativi
- Ricarica con Tout Venant adeguatamente compattato in strati di 20 cm (spessore finito)

Lo spessore dello strato di fondazione verrà adeguato all'andamento altimetrico della viabilità dell'intero comparto, ma presumibilmente di circa 30 ÷ 35 cm.

Caratteristiche materiali da utilizzare e verifiche geotecniche

Le caratteristiche del materiale da utilizzare e le prove geotecniche sotto descritte, rispondono alle prescrizioni previste nei vari capitolati speciali e testi specializzati di geotecnica stradale. Come precedentemente evidenziato, tali procedure rappresentano delle indicazioni tecniche.

Per l'intervento in esame si ritiene opportuno uniformare il materiale da utilizzare sia per le bonifiche, eventuali rilevati e terreno di fondazione della sovrastruttura.

Il misto granulometrico da utilizzare dovrà provenire da impianto di frantumazione e classificato secondo le Norme CNR UNI 10006 A1 (A_{1a} – A_{1-b}).

La dimensione massima degli elementi litici non dovrà essere superiore a 71 mm con forma non appiattita, lenticolare o allungata.

Secondo le prescrizioni CNR UNI 10006 per misti granulometrici di dimensioni max 71 mm, il materiale da utilizzare dovrà essere costituito da una miscela compresa orientativamente tra i seguenti limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Miscela passante: % totale in peso

Crivello	71	100
	30	70 ÷ 100
	10	30 ÷ 70
	5	23 ÷ 55
Setaccio	2	15 ÷ 40
	0.4	8 ÷ 25
	0.075	2 ÷ 15

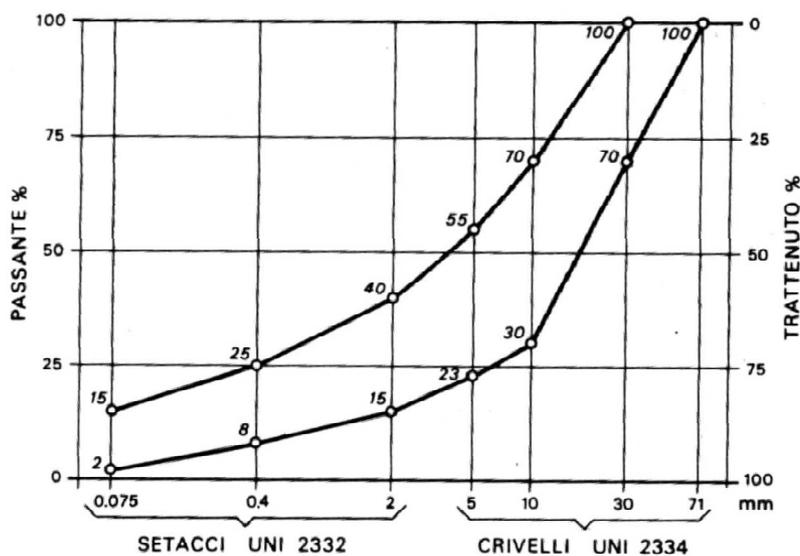


Fig. 5-11 Prescrizioni granulometriche per misti granulari di dimensione max 71 mm (tipo A) da impiegare in strati di fondazione (CNR).

Il Tout Venant per le bonifiche, eventuale formazione rilevati e fondazione stradale verrà steso in strati di spessore finito dopo compattazione di circa 20 cm.

Le verifiche geotecniche normalmente eseguite sull'opera stradale, oltre le classificazioni delle terre, riguardano le prove di costipamento e le prove su piastra.

La prova di costipamento consente la verifica della densità in sito del terreno in esame e la determinazione della percentuale di compattazione rispetto alla densità di riferimento (prova Proctor Standard o AASHO modificata), stabilita nel Capitolato.

La prova su piastra consente di controllare la rigidità ottenuta dalla struttura stradale nelle diverse fasi di realizzazione, mediante la determinazione del modulo di deformazione.

Viene utilizzata una piastra circolare, generalmente con diametro $D = 30$ cm alla quale viene applicato un carico crescente con incrementi di pressione sul terreno $\Delta p = 0.5$ Kg/cmq. Ad ogni incremento di pressione, si legge sulla piastra, l'incremento di cedimento Δs .

Il modulo $M_d = \Delta p / \Delta s \times D$ viene determinato usualmente negli incrementi di pressione di 0.50 - 1.50 Kg/cmq, negli scavi prima dei riempimenti e nel piano di posa rilevati e 1.5 - 2.5 Kg/cmq sul piano di posa e sovrastruttura stradale.

Scavi bonifiche

Sui tratti scavati per le bonifiche, prima del riempimento si prevede il costipamento del terreno che secondo diversi capitolati dovrà raggiungere una densità del 90 % rispetto alla prova di riferimento di laboratorio (Proctor).

Il modulo di deformazione viene previsto in 150 Kg/cmq, nell'intervallo di carico 0.50 - 1.50 Kg/cmq. E' preferibile per il limitato spessore delle bonifiche e altezza rilevati un modulo ≥ 300 Kg/cmq.

Terreno bonificato ed eventuale piano finito rilevati

Per le bonifiche ed eventuale piano finito rilevati la compattazione eseguita per strati di circa 20 cm, dovrà fornire una densità non inferiore al 95 % e modulo di deformazione non inferiore a 500 Kg/cmq nell'intervallo di carico 1.5 - 2.5 Kg/cmq.

Stabilizzato finito

Sullo stabilizzato finito la compattazione dovrà fornire una densità non inferiore al 95 % e modulo di deformazione non inferiore a 800 Kg/cmq nell'intervallo di carico 1.5 - 2.5 Kg/cmq.

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 ≤ 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. 2-7	A. 4	A. 5	A. 6	A. 7-5	A. 7-6			
Gruppo	A. 1-a	A. 1-b	A. 3	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	≤ 6	N.P.	≤ 40	≤ 10	> 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	≤ 4	≤ 4	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	≤ 20	IP ≤ LL..30 IP > LL..30		
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						Media		
Permeabilità	Elevata						Media o scarsa						Molto elev.		
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista						Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto						Reagiscono alla prova di scottimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.		
* 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.													Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.		

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

E' stato eseguito uno studio geologico e geotecnico per il progetto di una nuova lottizzazione in località Is Pastura Mannas nella periferia est di Oristano, a breve distanza dall'ex zuccherificio.

L'area d'intervento si sviluppa ad una quota media circa 12 metri s.l.m. con andamento morfologico principalmente sub-pianeggiante.

Il settore in esame è caratterizzato geologicamente da depositi alluvionali terrazzati legati alla dinamica deposizionale del Paleo Tirso con sedimenti sabbiosi, ghiaiosi, limosi e argillosi sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici.

Nell'area in esame l'indagine eseguita attraverso l'esecuzione di prove penetrometriche statiche continue CPT e pozzetti geognostici con escavatore, ha evidenziato un contesto litologico rappresentato da sedimenti prevalentemente sabbioso limosi e argillosi in vari rapporti granulometrici, sino alla massima profondità investigata di m – 8.60 dal piano campagna.

Nel corso delle prove non è stata individuata alcuna circolazione idrica.

Tuttavia da verifiche eseguite su aree limitrofe, i primi flussi idrici sono presenti a circa - 9.00 ÷ - 10.00 metri dal piano campagna.

Per le valutazioni sulle caratteristiche portanti del terreno di fondazione, sono stati utilizzati i parametri geotecnici maggiormente cautelativi ottenuti dalle correlazione tra i dati acquisiti dalle indagini eseguite attualmente e precedentemente su aree circostanti.

Da quanto emerso dalle verifiche generali risulta opportuno per il contenimento dei cedimenti assoluti e differenziali, limitare le pressioni di contatto sul terreno a $P \cong 0.80 \text{ Kg/cm}^2$.

E' opportuno per i futuri interventi costruttivi, eseguire specifiche valutazioni lito-stratigrafiche e geotecniche.

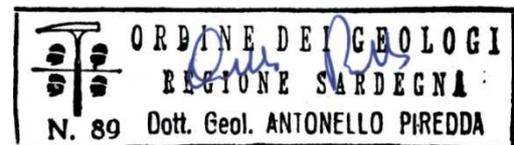
La presenza di terreni coesivi negli strati interessati dalle opere di fondazione e l'assenza d'acqua di falda, garantiscono la stabilità dei fronti di scavo.

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

Per la viabilità si consiglia la bonifica del terreno di fondazione con asportazione dell'orizzonte superficiale maggiormente coesivo, la posa del geotessile e la ricarica con uno strato di tout venant di idonee caratteristiche e con modalità di posa e stabilizzazione secondo quanto precedentemente indicato.

Il Geologo

Dott. Geol. Antonello Piredda



Prove Penetrometriche Statiche



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

CPT 1

2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione :
28/06/2016

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	29,0	----	29,0	0,53	54,0	4,00	105,0	190,0	105,0	5,47	19,0
0,40	46,0	54,0	46,0	0,93	49,0	4,20	112,0	194,0	112,0	5,07	22,0
0,60	52,0	66,0	52,0	1,87	28,0	4,40	120,0	196,0	120,0	4,73	25,0
0,80	64,0	92,0	64,0	2,20	29,0	4,60	78,0	149,0	78,0	3,93	20,0
1,00	125,0	158,0	125,0	3,80	33,0	4,80	54,0	113,0	54,0	2,60	21,0
1,20	114,0	171,0	114,0	3,73	31,0	5,00	37,0	76,0	37,0	2,20	17,0
1,40	107,0	163,0	107,0	4,40	24,0	5,20	45,0	78,0	45,0	2,53	18,0
1,60	112,0	178,0	112,0	4,53	25,0	5,40	50,0	88,0	50,0	2,53	20,0
1,80	210,0	278,0	210,0	6,13	34,0	5,60	44,0	82,0	44,0	2,53	17,0
2,00	217,0	309,0	217,0	6,53	33,0	5,80	41,0	79,0	41,0	2,47	17,0
2,20	206,0	304,0	206,0	6,20	33,0	6,00	53,0	90,0	53,0	3,20	17,0
2,40	252,0	345,0	252,0	7,27	35,0	6,20	58,0	106,0	58,0	3,33	17,0
2,60	211,0	320,0	211,0	6,53	32,0	6,40	62,0	112,0	62,0	3,40	18,0
2,80	149,0	247,0	149,0	6,13	24,0	6,60	80,0	131,0	80,0	4,20	19,0
3,00	154,0	246,0	154,0	6,13	25,0	6,80	121,0	184,0	121,0	5,73	21,0
3,20	188,0	280,0	188,0	6,13	31,0	7,00	216,0	302,0	216,0	6,33	34,0
3,40	139,0	231,0	139,0	5,33	26,0	7,20	305,0	400,0	305,0	6,67	46,0
3,60	113,0	193,0	113,0	5,67	20,0	7,40	400,0	500,0	400,0	6,67	60,0
3,80	111,0	196,0	111,0	5,67	20,0	7,60	450,0	550,0	450,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello alla rgalore) -
- 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

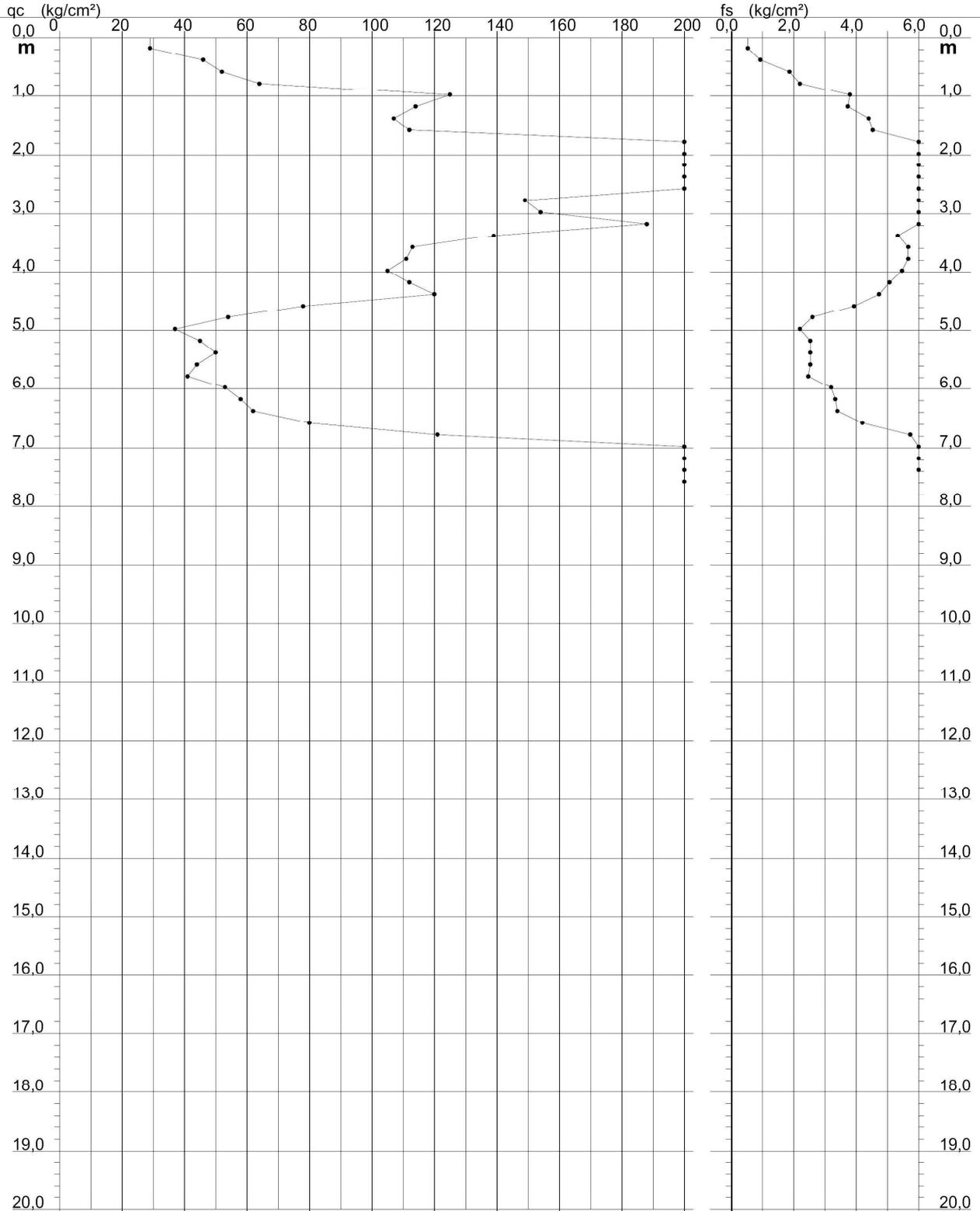
CPT 1

2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 28/06/2016



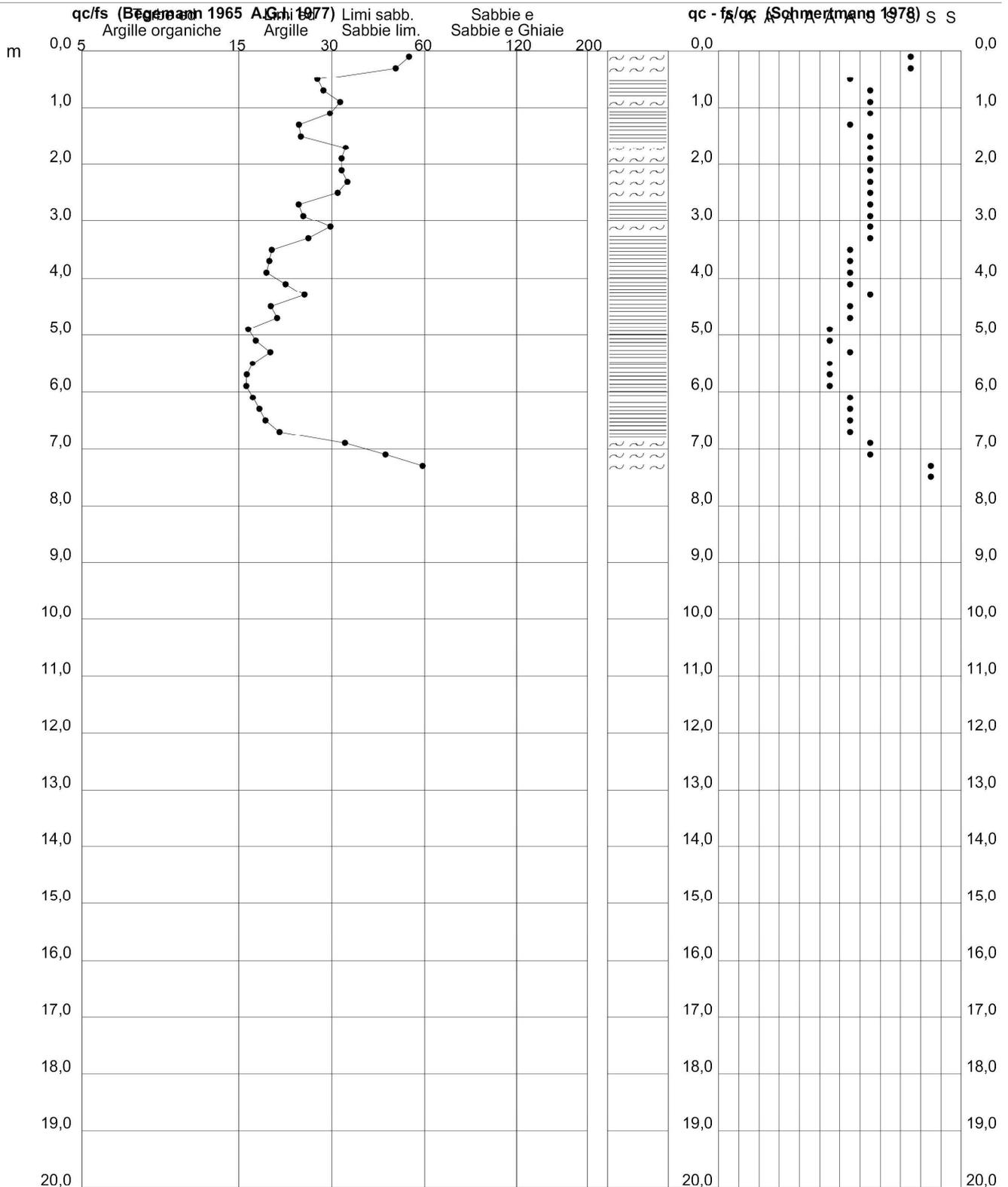
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016



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

CPT 2

2.0105-PG037

- committente :		- data :	20/06/2016
- lavoro :		- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	Oristano, loc. Is Pastura Mannas	- falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere :		- data di emissione :	28/06/2016
- assist. cantiere :			

- note : Prova non conclusa causa rifiuto 450 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	11,0	----	11,0	0,47	24,0	1,40	182,0	261,0	182,0	6,67	27,0
0,40	33,0	40,0	33,0	0,93	35,0	1,60	320,0	420,0	320,0	6,67	48,0
0,60	34,0	48,0	34,0	1,00	34,0	1,80	280,0	380,0	280,0	6,67	42,0
0,80	50,0	65,0	50,0	1,80	28,0	2,00	400,0	500,0	400,0	6,67	60,0
1,00	60,0	87,0	60,0	2,13	28,0	2,20	450,0	550,0	450,0	-----	----
1,20	133,0	165,0	133,0	5,27	25,0						

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

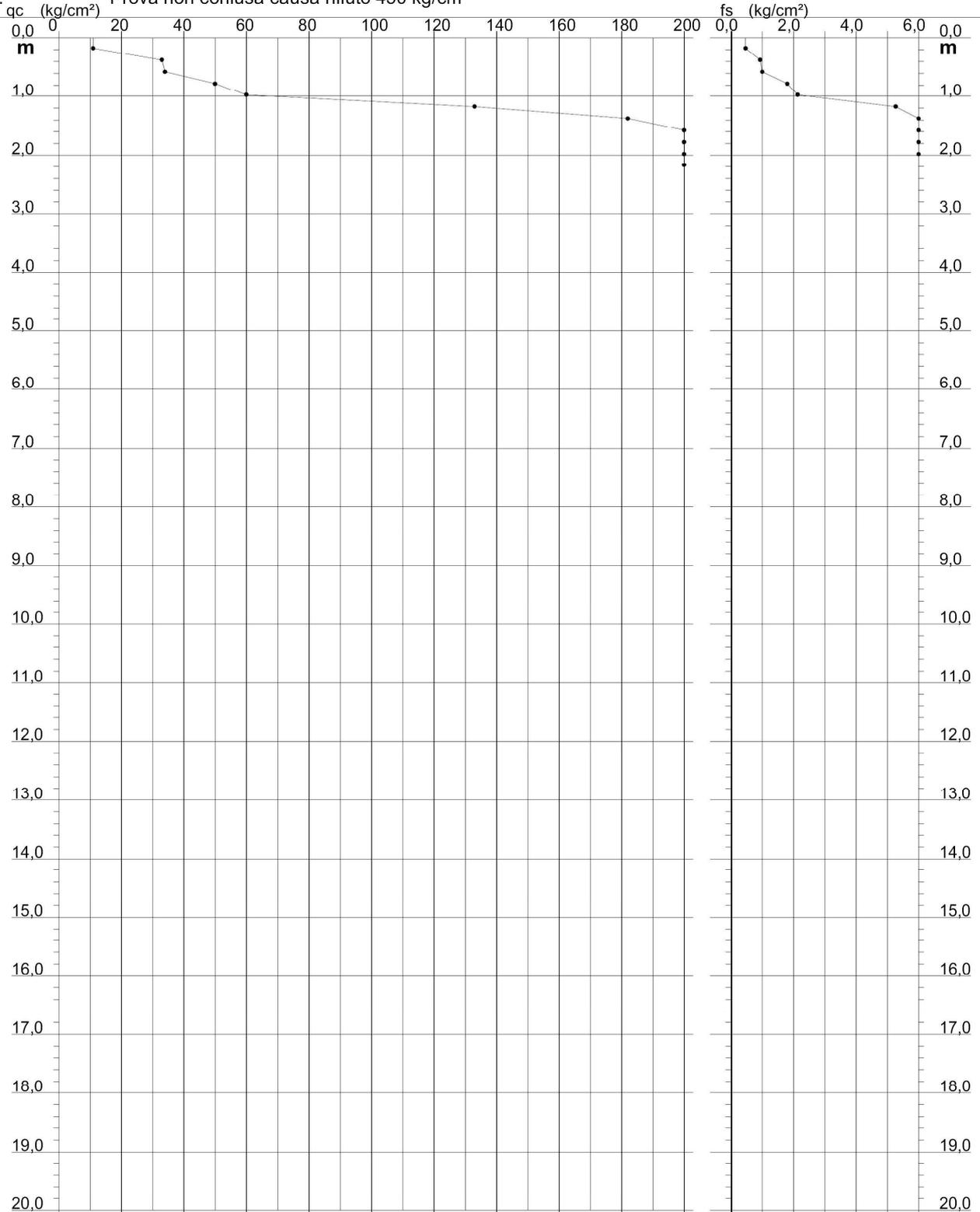
2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 28/06/2016

- note : Prova non conclusa causa rifiuto 450 kg/cm²



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

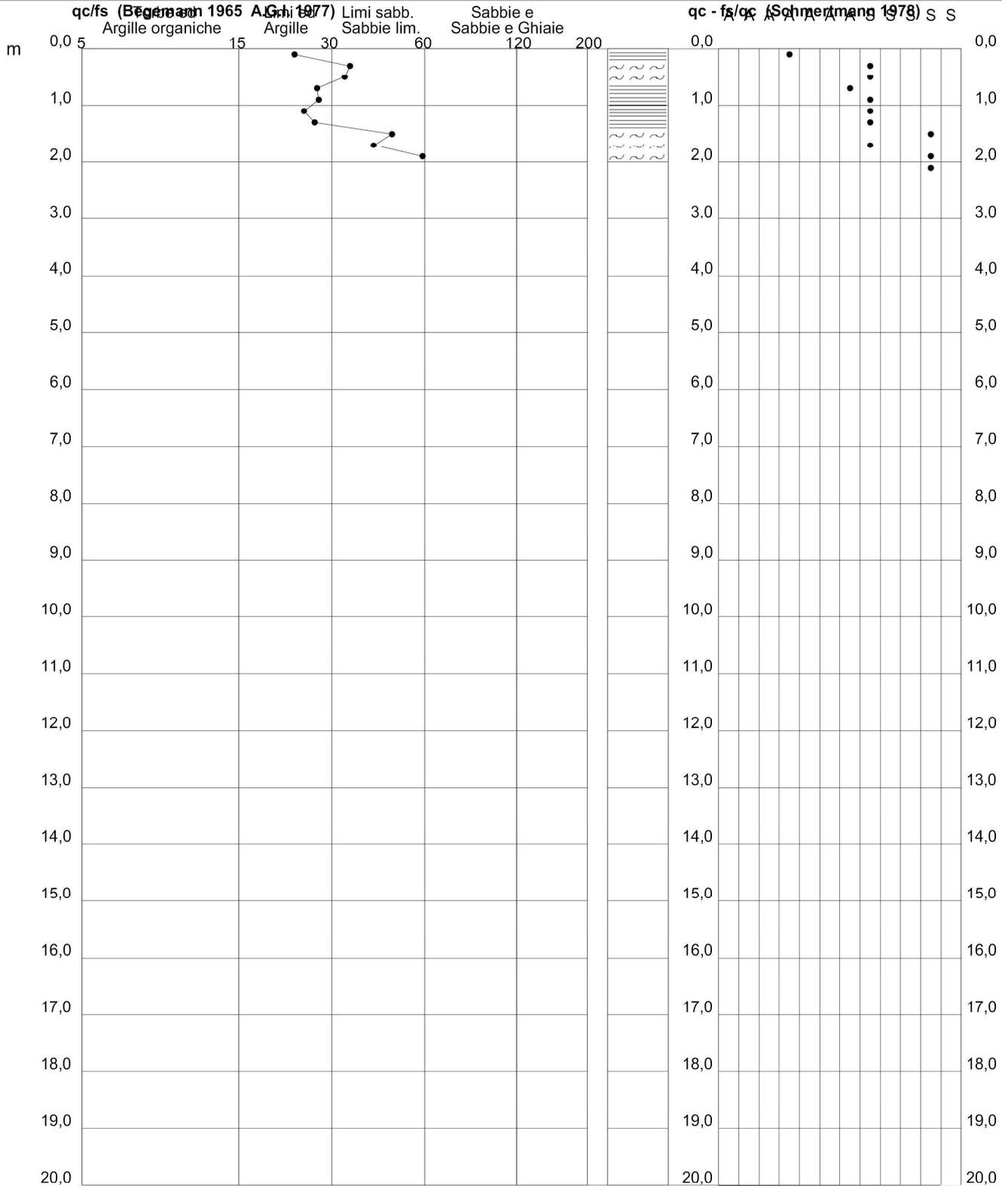
CPT 2

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016

- note : Prova non conclusa causa rifiuto 450 kg/cm²



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

CPT 2BIS

2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 28/06/2016

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	16,0	----	16,0	0,67	24,0	3,80	201,0	288,0	201,0	6,00	34,0
0,40	15,0	25,0	15,0	0,67	22,0	4,00	146,0	236,0	146,0	5,93	25,0
0,60	43,0	53,0	43,0	1,33	32,0	4,20	131,0	220,0	131,0	5,53	24,0
0,80	85,0	105,0	85,0	2,13	40,0	4,40	170,0	253,0	170,0	5,07	34,0
1,00	78,0	110,0	78,0	2,00	39,0	4,60	177,0	253,0	177,0	5,07	35,0
1,20	350,0	380,0	350,0	6,67	53,0	4,80	125,0	201,0	125,0	3,67	34,0
1,40	280,0	380,0	280,0	6,00	47,0	5,00	68,0	123,0	68,0	3,00	23,0
1,60	190,0	280,0	190,0	5,00	38,0	5,20	35,0	80,0	35,0	1,73	20,0
1,80	275,0	350,0	275,0	6,00	46,0	5,40	43,0	69,0	43,0	1,93	22,0
2,00	310,0	400,0	310,0	6,67	47,0	5,60	58,0	87,0	58,0	2,60	22,0
2,20	400,0	500,0	400,0	6,67	60,0	5,80	63,0	102,0	63,0	2,73	23,0
2,40	250,0	350,0	250,0	5,40	46,0	6,00	60,0	101,0	60,0	2,67	22,0
2,60	158,0	239,0	158,0	5,00	32,0	6,20	63,0	103,0	63,0	2,73	23,0
2,80	270,0	345,0	270,0	5,87	46,0	6,40	83,0	124,0	83,0	3,47	24,0
3,00	138,0	226,0	138,0	4,67	30,0	6,60	121,0	173,0	121,0	4,33	28,0
3,20	260,0	330,0	260,0	6,07	43,0	6,80	350,0	415,0	350,0	6,67	53,0
3,40	135,0	226,0	135,0	4,73	29,0	7,00	400,0	500,0	400,0	6,67	60,0
3,60	190,0	261,0	190,0	5,80	33,0	7,20	450,0	550,0	450,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello alla rgatore) -
- 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)

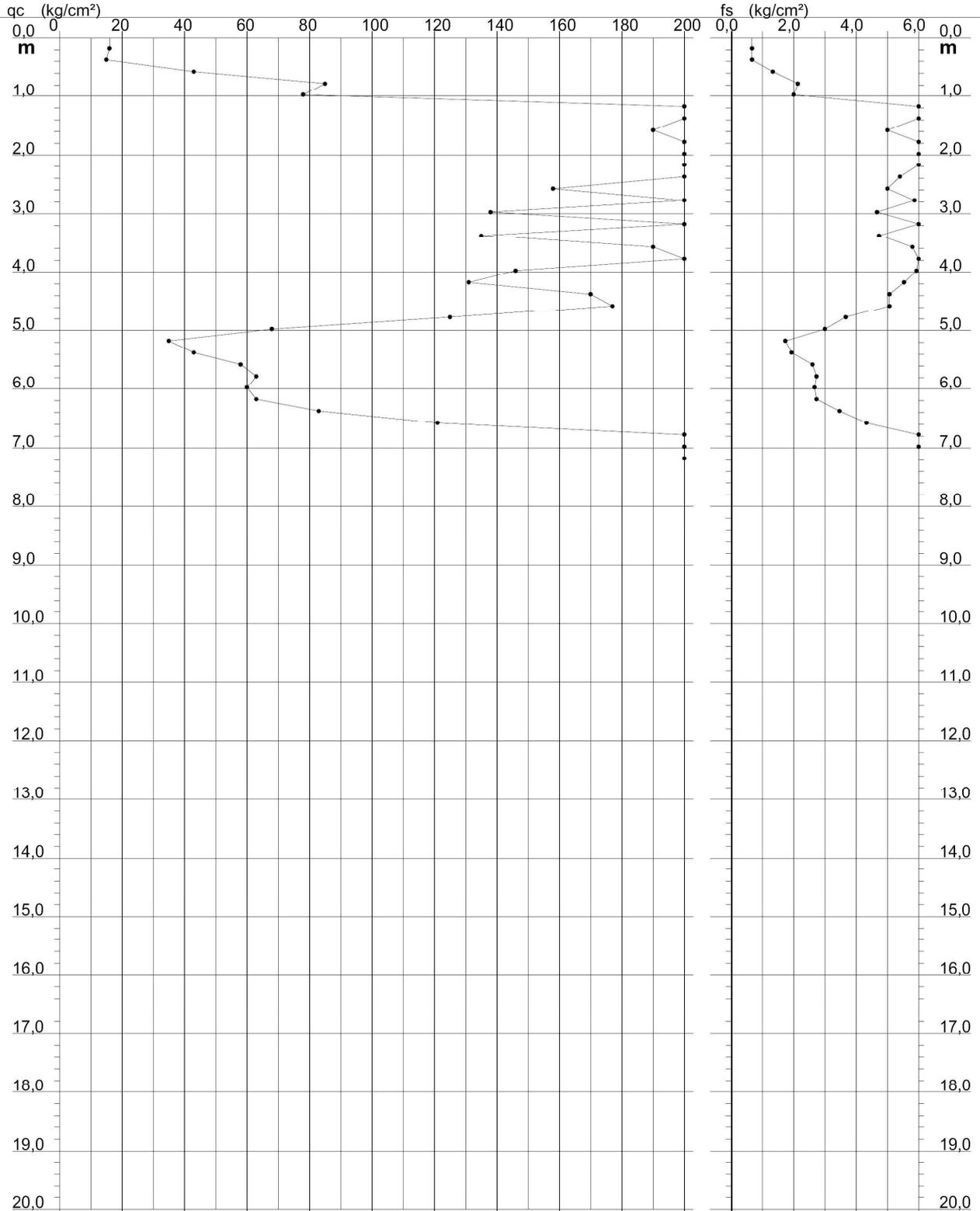
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2BIS

2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata
- data di emissione : 28/06/2016



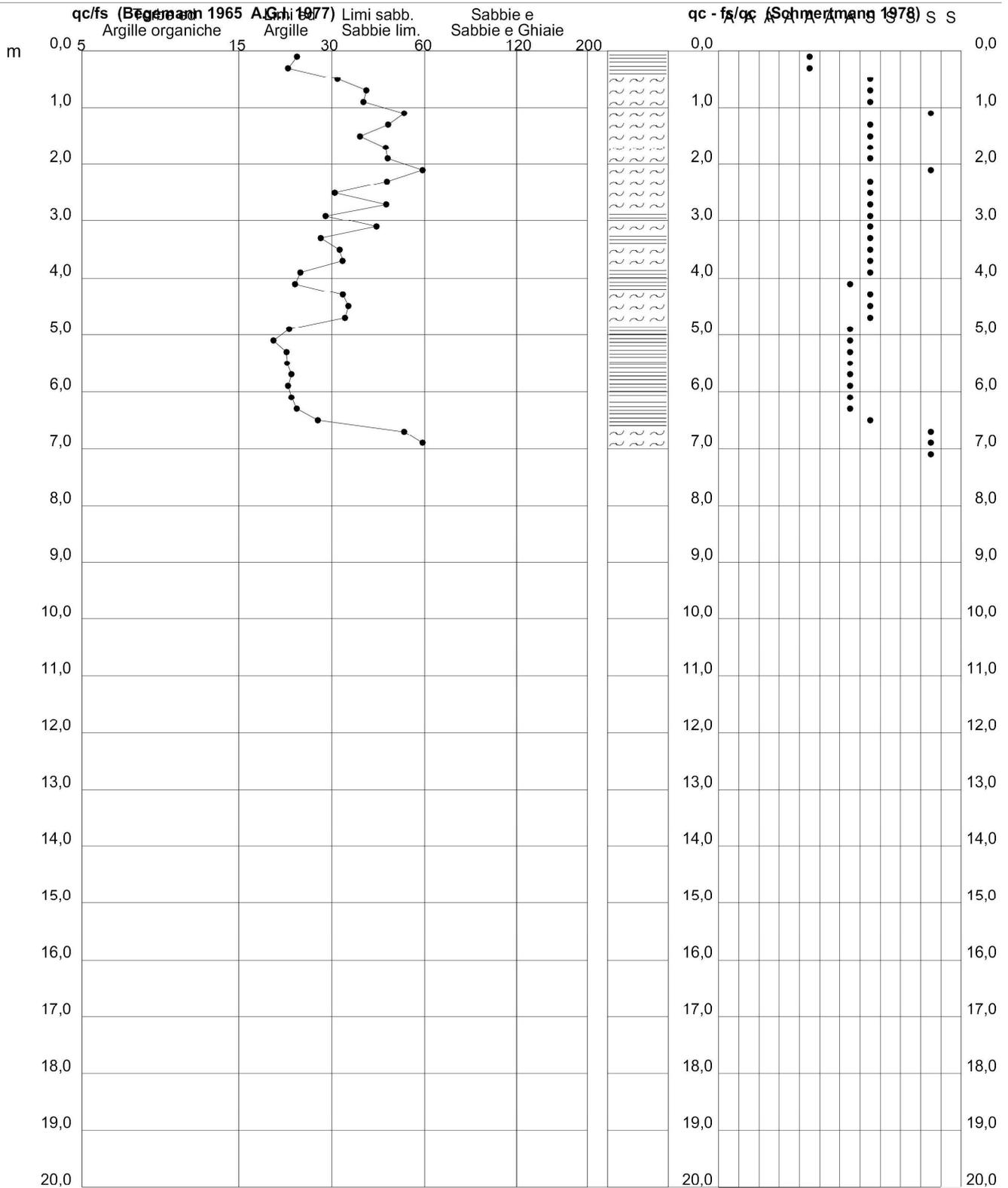
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2BIS

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016

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	126,0	----	126,0	4,00	32,0	4,40	53,0	98,0	53,0	3,13	17,0
0,40	390,0	450,0	390,0	6,67	59,0	4,60	51,0	98,0	51,0	3,07	17,0
0,60	200,0	300,0	200,0	5,80	34,0	4,80	40,0	86,0	40,0	2,47	16,0
0,80	98,0	185,0	98,0	4,93	20,0	5,00	46,0	83,0	46,0	2,67	17,0
1,00	86,0	160,0	86,0	4,27	20,0	5,20	55,0	95,0	55,0	3,27	17,0
1,20	154,0	218,0	154,0	6,53	24,0	5,40	59,0	108,0	59,0	3,33	18,0
1,40	153,0	251,0	153,0	6,60	23,0	5,60	76,0	126,0	76,0	3,80	20,0
1,60	156,0	255,0	156,0	6,47	24,0	5,80	69,0	126,0	69,0	3,73	18,0
1,80	173,0	270,0	173,0	4,47	39,0	6,00	101,0	157,0	101,0	4,53	22,0
2,00	175,0	242,0	175,0	4,40	40,0	6,20	189,0	257,0	189,0	6,87	28,0
2,20	201,0	267,0	201,0	4,67	43,0	6,40	183,0	286,0	183,0	6,87	27,0
2,40	93,0	163,0	93,0	2,73	34,0	6,60	194,0	297,0	194,0	7,13	27,0
2,60	110,0	151,0	110,0	3,00	37,0	6,80	167,0	274,0	167,0	6,87	24,0
2,80	110,0	155,0	110,0	2,87	38,0	7,00	153,0	256,0	153,0	7,40	21,0
3,00	82,0	125,0	82,0	2,53	32,0	7,20	160,0	271,0	160,0	7,60	21,0
3,20	122,0	160,0	122,0	3,27	37,0	7,40	195,0	309,0	195,0	7,60	26,0
3,40	109,0	158,0	109,0	3,13	35,0	7,60	222,0	336,0	222,0	8,27	27,0
3,60	102,0	149,0	102,0	3,13	33,0	7,80	218,0	342,0	218,0	8,33	26,0
3,80	93,0	140,0	93,0	3,00	31,0	8,00	205,0	330,0	205,0	8,60	24,0
4,00	127,0	172,0	127,0	3,60	35,0	8,20	212,0	341,0	212,0	8,73	24,0
4,20	61,0	115,0	61,0	3,00	20,0	8,40	152,0	283,0	152,0	----	----

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

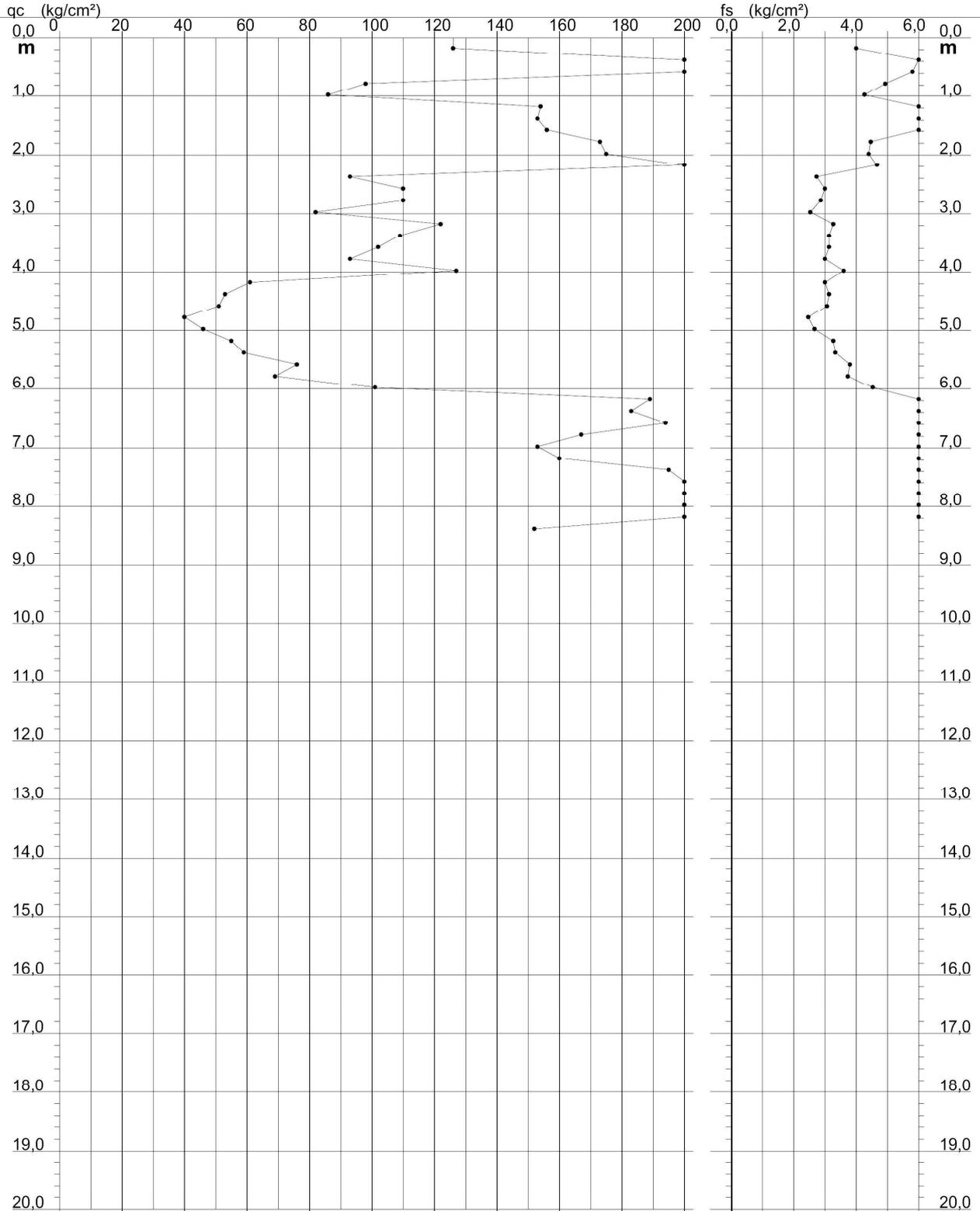
CPT 3

2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 28/06/2016



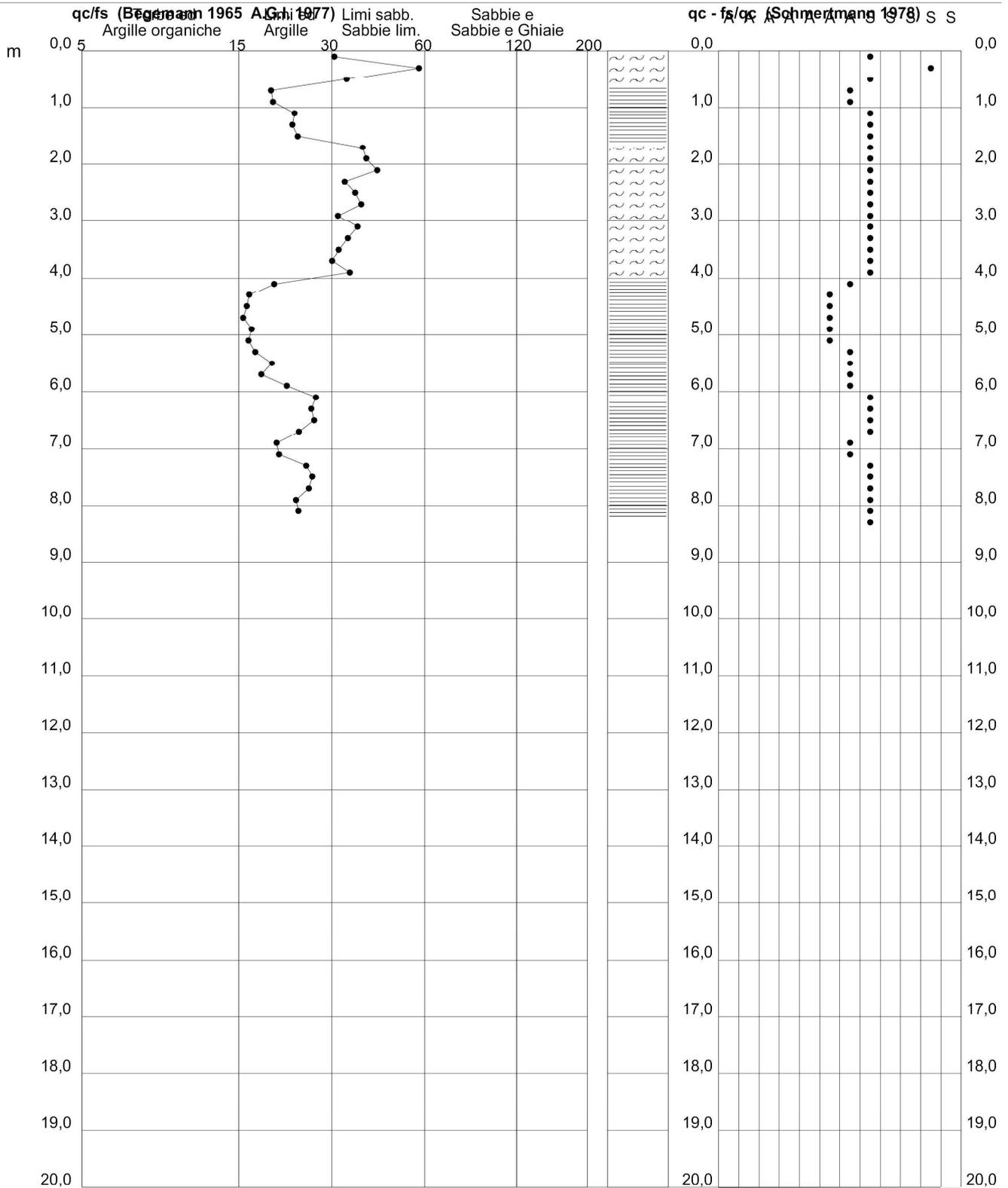
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 28/06/2016

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	86,0	----	86,0	1,80	48,0	4,20	35,0	61,0	35,0	1,93	18,0
0,40	209,0	236,0	209,0	3,93	53,0	4,40	33,0	62,0	33,0	1,80	18,0
0,60	263,0	322,0	263,0	4,87	54,0	4,60	44,0	71,0	44,0	2,27	19,0
0,80	188,0	261,0	188,0	5,27	36,0	4,80	38,0	72,0	38,0	2,00	19,0
1,00	90,0	169,0	90,0	4,33	21,0	5,00	48,0	78,0	48,0	2,67	18,0
1,20	45,0	110,0	45,0	2,87	16,0	5,20	54,0	94,0	54,0	2,93	18,0
1,40	55,0	98,0	55,0	3,47	16,0	5,40	85,0	129,0	85,0	3,87	22,0
1,60	44,0	96,0	44,0	2,80	16,0	5,60	165,0	223,0	165,0	5,73	29,0
1,80	78,0	120,0	78,0	2,93	27,0	5,80	58,0	144,0	58,0	1,80	32,0
2,00	83,0	127,0	83,0	3,07	27,0	6,00	142,0	169,0	142,0	4,27	33,0
2,20	56,0	102,0	56,0	2,67	21,0	6,20	171,0	235,0	171,0	6,33	27,0
2,40	67,0	107,0	67,0	2,87	23,0	6,40	190,0	285,0	190,0	6,73	28,0
2,60	59,0	102,0	59,0	2,80	21,0	6,60	207,0	308,0	207,0	6,93	30,0
2,80	58,0	100,0	58,0	2,73	21,0	6,80	151,0	255,0	151,0	7,27	21,0
3,00	111,0	152,0	111,0	3,60	31,0	7,00	119,0	228,0	119,0	6,93	17,0
3,20	123,0	177,0	123,0	3,73	33,0	7,20	118,0	222,0	118,0	6,93	17,0
3,40	158,0	214,0	158,0	4,20	38,0	7,40	91,0	195,0	91,0	5,00	18,0
3,60	77,0	140,0	77,0	3,07	25,0	7,60	69,0	144,0	69,0	3,93	18,0
3,80	25,0	71,0	25,0	1,40	18,0	7,80	48,0	107,0	48,0	2,80	17,0
4,00	31,0	52,0	31,0	1,73	18,0	8,00	87,0	129,0	87,0	----	----

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

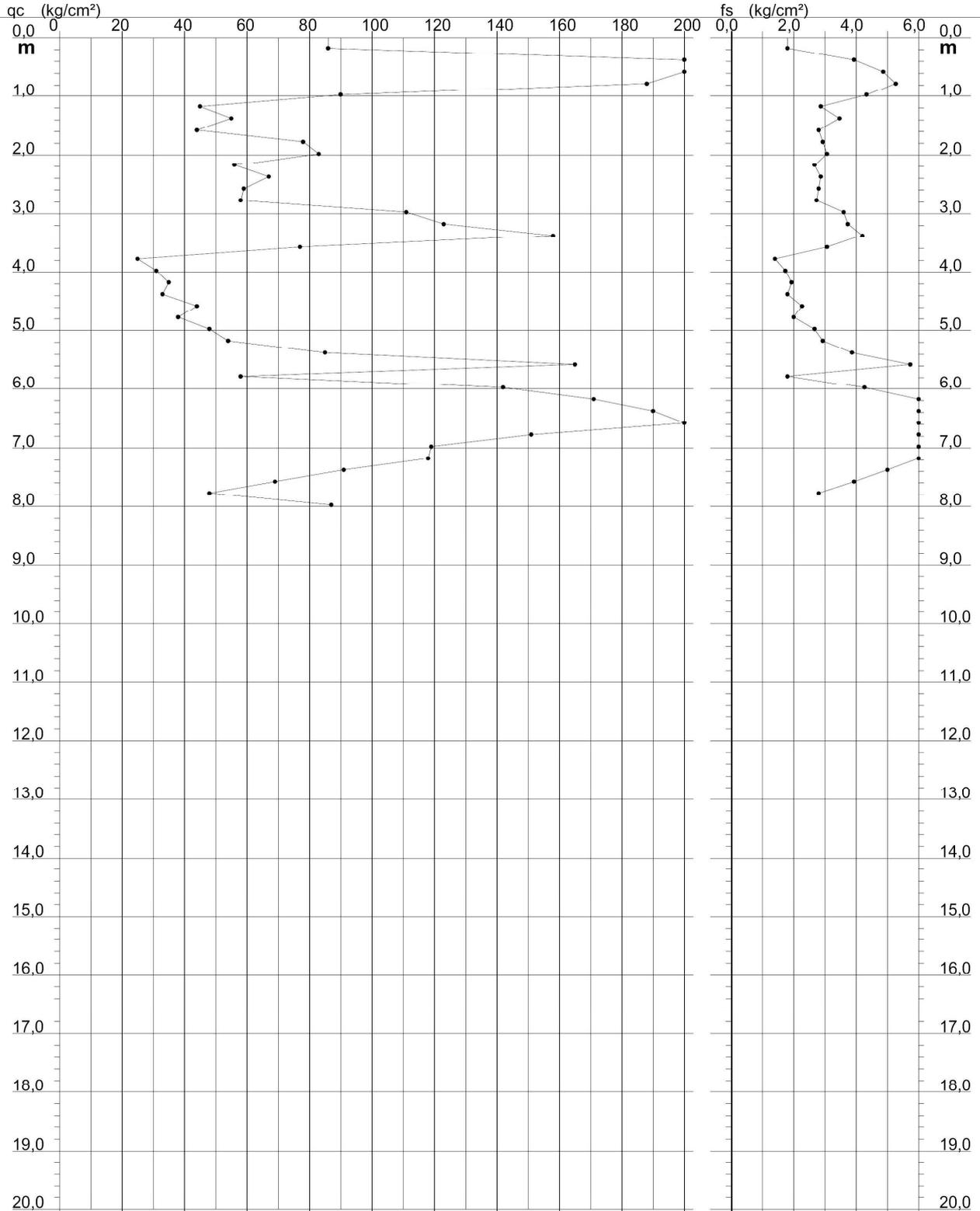
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016



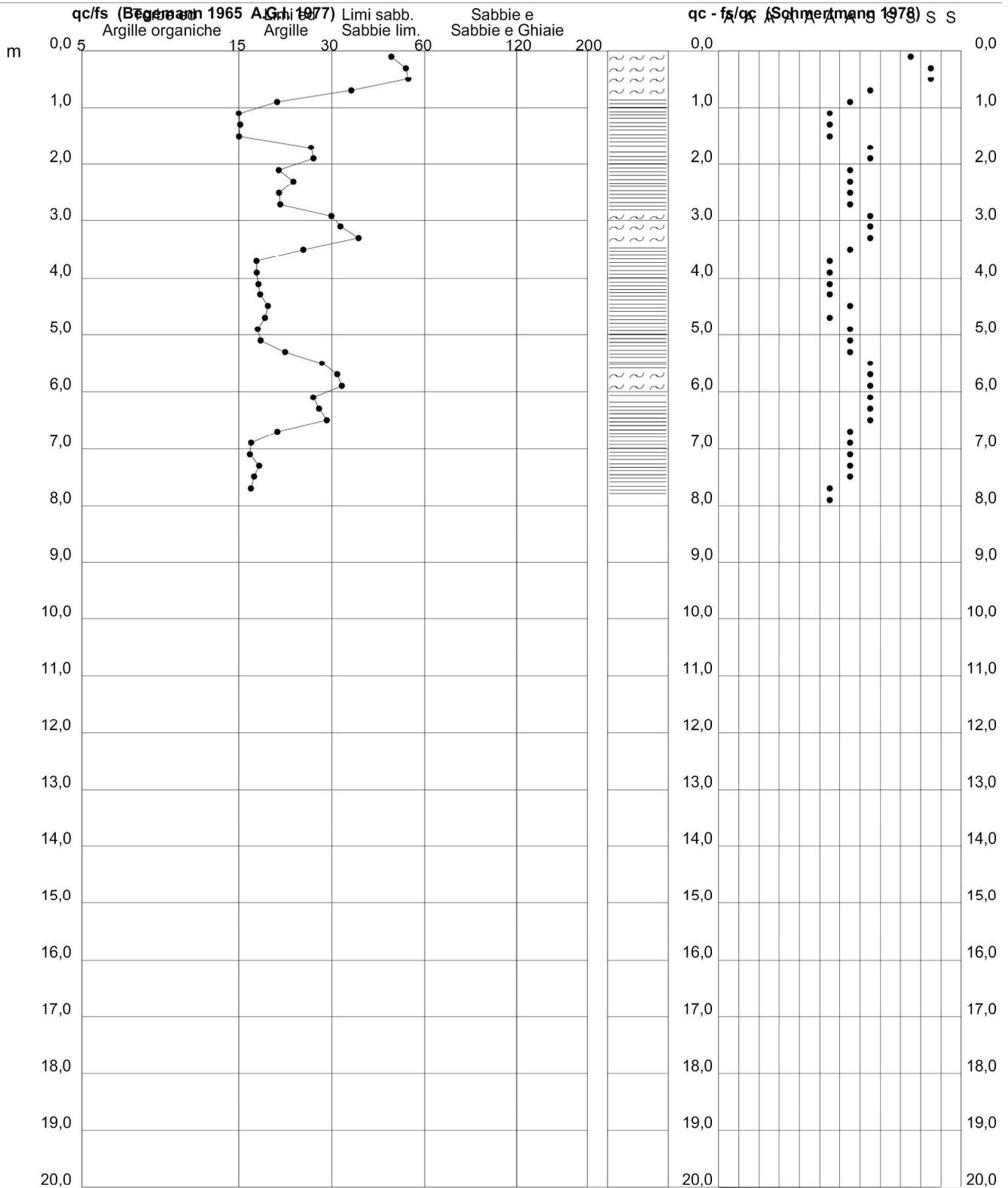
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 5

2.0105-PG037

- committente :
- lavoro :
- località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

- data di emissione : 28/06/2016

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	38,0	----	38,0	0,87	44,0	4,60	125,0	186,0	125,0	3,87	32,0
0,40	31,0	44,0	31,0	0,73	42,0	4,80	52,0	110,0	52,0	2,73	19,0
0,60	135,0	146,0	135,0	2,60	52,0	5,00	60,0	101,0	60,0	3,00	20,0
0,80	86,0	125,0	86,0	3,73	23,0	5,20	56,0	101,0	56,0	2,80	20,0
1,00	88,0	144,0	88,0	3,60	24,0	5,40	46,0	88,0	46,0	2,67	17,0
1,20	210,0	264,0	210,0	5,80	36,0	5,60	45,0	85,0	45,0	2,60	17,0
1,40	171,0	258,0	171,0	4,80	36,0	5,80	54,0	93,0	54,0	3,00	18,0
1,60	155,0	227,0	155,0	4,33	36,0	6,00	60,0	105,0	60,0	3,13	19,0
1,80	204,0	269,0	204,0	5,73	36,0	6,20	51,0	98,0	51,0	2,87	18,0
2,00	155,0	241,0	155,0	4,73	33,0	6,40	45,0	88,0	45,0	2,67	17,0
2,20	168,0	239,0	168,0	4,00	42,0	6,60	40,0	80,0	40,0	2,47	16,0
2,40	206,0	266,0	206,0	3,93	52,0	6,80	42,0	79,0	42,0	2,53	17,0
2,60	215,0	274,0	215,0	3,93	55,0	7,00	43,0	81,0	43,0	2,53	17,0
2,80	107,0	166,0	107,0	2,53	42,0	7,20	93,0	131,0	93,0	4,00	23,0
3,00	85,0	123,0	85,0	2,07	41,0	7,40	140,0	200,0	140,0	5,13	27,0
3,20	98,0	129,0	98,0	2,47	40,0	7,60	93,0	170,0	93,0	4,13	23,0
3,40	114,0	151,0	114,0	2,93	39,0	7,80	117,0	179,0	117,0	4,93	24,0
3,60	150,0	194,0	150,0	2,80	54,0	8,00	129,0	203,0	129,0	4,67	28,0
3,80	163,0	205,0	163,0	3,13	52,0	8,20	98,0	168,0	98,0	4,40	22,0
4,00	154,0	201,0	154,0	3,00	51,0	8,40	132,0	198,0	132,0	4,73	28,0
4,20	169,0	214,0	169,0	3,47	49,0	8,60	139,0	210,0	139,0	-----	----
4,40	193,0	245,0	193,0	4,07	47,0						

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

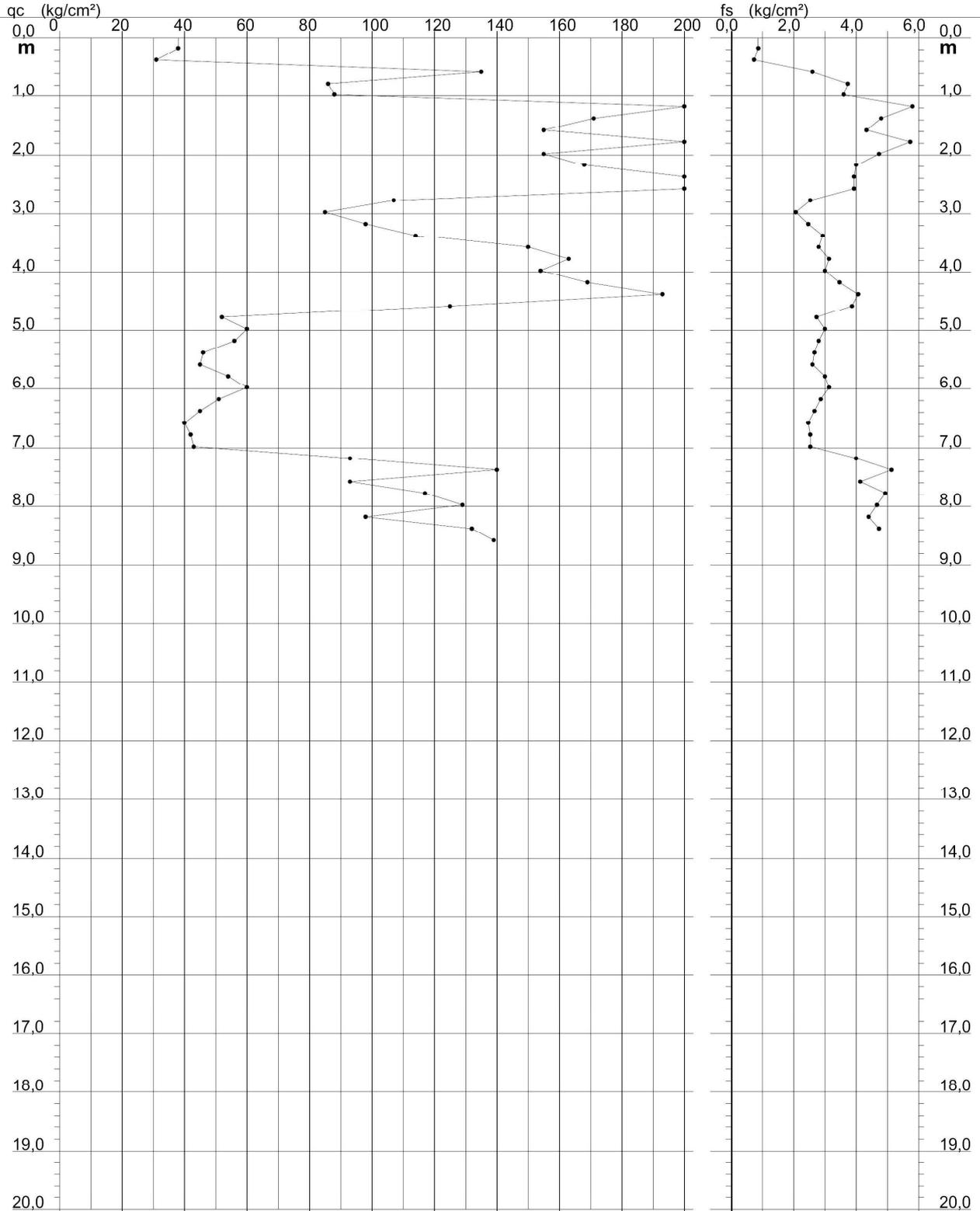
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.0105-PG037

- committente :
 - lavoro :
 - località : Oristano, loc. Is Pastura Mannas
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 28/06/2016



LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

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

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

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

$$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

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

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

CONVERSIONI

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

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

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

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

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

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$

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

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = qc / fs$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

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

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

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

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

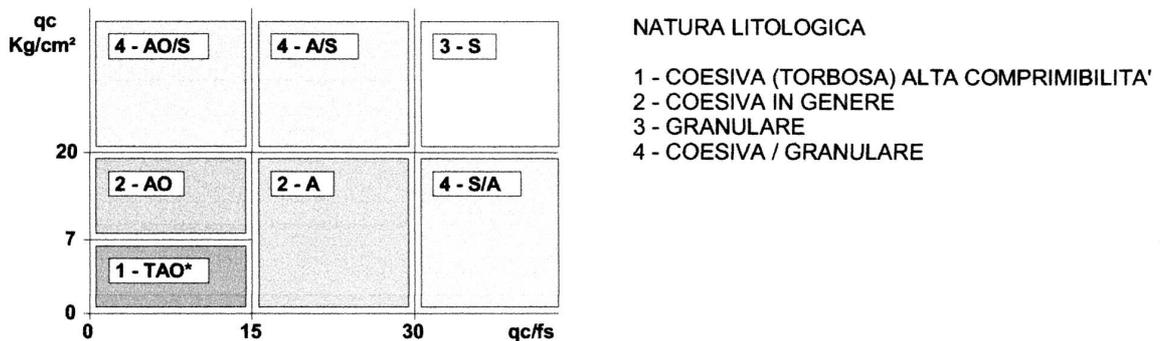
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

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

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

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



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

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - l_p l_p = indice plastico]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - qc - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - qc - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata
 ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniforme
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

Pozzetti geognostici



COMMITTENTE : Pinna Fabio e più
 LOCALITA' : Is Pastura Mannas - Oristano
 OPERA : Verifiche lito-stratigrafiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE : vedi planimetria
 QUOTA : piano campagna
 DATA : 06/07/2016

POZZETTO STRATIGRAFICO Pz 1

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp	Litologia	Descrizione
0.40				Terreno di riporto: sabbie limo argillose brune con frammenti di laterizi
				Sabbie limo argillose brune con ghiaie ad elementi litici prevalentemente quarzitici, vulcanici, metamorfici e granitici
1.00				Fine scavo Note: H ₂ O assente



COMMITTENTE : Pinna Fabio e più
 LOCALITA' : Is Pastura Mannas - Oristano
 OPERA : Verifiche lito-stratigrafiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE : vedi planimetria
 QUOTA : piano campagna
 DATA : 06/07/2016

POZZETTO STRATIGRAFICO Pz 2

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp	Litologia	Descrizione
0.20				Terreno di riporto: sabbie limo argillose brune con frammenti di laterizi
				Sabbie limo argillose brune con alcuni elementi litici quarzitici ø max 4 cm
1.00				Fine scavo Note: H ₂ O assente



COMMITTENTE : Pinna Fabio e più
 LOCALITA' : Is Pastura Mannas - Oristano
 OPERA : Verifiche lito-stratigrafiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE : vedi planimetria
 QUOTA : piano campagna
 DATA : 06/07/2016

POZZETTO STRATIGRAFICO Pz 3

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp	Litologia	Descrizione
0.10				Terreno di riporto: sabbie limose debolmente argillose con ghiaie
				Sabbie limose debolmente argillose brune, con alcuni elementi litici prevalentemente quarzitici ø max 3 cm
0.90				Sabbie medie e grosse brune con alcuni elementi litici quarzitici
1.00				Fine scavo Note: H ₂ O assente

