



E.G.A.S. - SARDEGNA

ENTE DI GOVERNO DELL'AMBITO DELLA SARDEGNA

ABBANO S.p.A.

Gestore Unico del Servizio Idrico Integrato della Regione Sardegna

SETTORE COMPLESSO GESTIONE ATTIVA PERDITE - IL DIRIGENTE: DOTT. SANDRO MURTAS

INTERVENTO

**PROGETTO ESECUTIVO
SCHEMA N. 31 TIRSO
CONDOTTA ALIMENTAZIONE DELLE ZONE COSTIERE DEL TIRSO
ID 2004 - 532**

ELABORATO

RELAZIONE GEOTECNICA

IL RESPONSABILE DELLA U.B. RETI IDRICHE:

Ing. Daniele Piras

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Daniele Piras

IL RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE:

FINALCA Ing. Alfredo Postiglione
Ingegneria srl

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Sardegna
Ingegneria
S.r.l.

Ing. Umberto Pautasso

Ing. Gianluca Maria Salvia

Ing. Nicola Polese

Quantica
Ingegneria S.r.l.

Ing. Giuseppe Vacca

Geologa Valentina Murtas

Agronoma Marta Canu

REV	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
1	Rev. procedura VIA	A.F.	R.S.	U. Pautasso	Ottobre 2019
0	Prima emissione	V.M.	R.S.	U. Pautasso	Settembre 2019

Elaborato:

2004-532_FINARES005R1

Scala:

File:

2004-532_FINARES005R1

1. PREMESSA

Su incarico di Abbanoa s.p.a. (del 01.10.2010) si redige il presente studio geotecnico e approfondimento dello studio geologico, per lo “Schema 31 Tirso” – Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis – Adeguamento alla Legge 109/94 e al D.P.R. 554/99 (ID 2004-532) presso i siti interessati e nelle immediate vicinanze, volto alla definizione delle condizioni attuali, delle caratteristiche litologiche.

In seguito ad un precedente studio geologico e ad un progetto esecutivo, svolti per la realizzazione della condotta idrica di alimentazione delle zone costiere, in cui è prevista la realizzazione di quattro partitori in pressione presso le località di: Cabras, Mandrainas-Nurachi, Sinis-Riola Sardo, Capo Mannu-Riola Sardo e la realizzazione di una centrale di sollevamento Capo Mannu-San Vero Milis è emersa la necessità di acquisire ulteriori dati geologici e geotecnici in situ attraverso il seguente lavoro.

Il presente studio è articolato sui risultati delle indagini geognostiche svolte in situ, presso i cinque siti sopra indicati, dalla Geosardinya S.r.l. e dalle analisi di laboratorio; associando alle litologie le caratteristiche geologiche e geotecniche, in riferimento alle opere previste dal progetto.

Inoltre, in accordo con il R.U.P. si è ritenuto necessario acquisire nuovi dati, predisponendo un piano particolareggiato di indagini geologiche (consegnato il 20.10.2010), che prevede la realizzazione di cinque pozzetti geognostici e relative analisi di laboratorio nei siti di Riola Sardo e Putzu Idu.

Le indagini geognostiche in situ, si sono svolte mediante l'utilizzo di un escavatore, prove penetrometriche dinamiche DPM e analisi di laboratorio quali: “classificazione delle terre secondo Norme CNR – UNI 10006” (granulometriche + limiti di Atterberg).

2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Nella cartografia topografica I.G.M.I in scala 1:25.000 l'area di interesse ricade nei Fogli 528 “Oristano”-sezione I “Oristano Nord” e 514 “Cuglieri”-sezione II “San Vero Milis”. Nella cartografia tecnica regionale numerica (CTRN) l'area di interesse ricade nelle sezioni 528030 e 514150.

Dal punto di vista geologico, la regione è cartografata nei F° 216-217 “Capo San Marco-Oristano” e F° 205-206 “Capo Mannu-Macomer” in scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.

I Comuni interessati dal seguente intervento sono: Cabras, Nurchi, Riola Sardo e San Vero Milis.

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio è localizzato nel settore del Campidano di Oristano, avente origine dal colmamento di fosse tettoniche ed in particolare le zone costiere si sono formate dal deposito di detriti portati dai fiumi, come, ad esempio, la piana alla foce del Tirso.

Il Campidano è caratterizzato da morfologia pianeggiante con altezza media di 7 metri sul livello del mare, con aree depresse sedi di paludi oggi bonificate, con altezze di circa -2 metri sotto il livello del mare; inoltre è caratterizzato da una serie di dune, in parte scomparse in seguito a recenti opere di bonifica; però in diversi tratti ne rimangono ancora, specialmente nel Sinis, e si possono anche rilevare le tracce di quelle più antiche discretamente penetranti verso l'interno.

La Penisola del Sinis è caratterizzata inoltre da spiagge sabbiose a sud, mentre a nord vi sono piccole cale comprese tra rilievi caratterizzate da uno sviluppo altimetrico, i quali sono caratterizzati dalla copertura sommitale a basalti, i quali sono limitati da cornici nette, talvolta a blocchi franati.

Nell'area oggetto di studio, è presente lo stagno di Cabras, formatosi nel periodo degli imponenti fenomeni sedimentari che si verificarono nel Pleistocene-Olocene (circa due milioni di anni fa). A quel tempo le ghiaie, i ciottoli, le sabbie, le argille ed i limi, trasportati soprattutto dal fiume Tirso, continuavano a colmare la parte settentrionale della fossa tettonica del Campidano. Il suo riempimento progressivo fu in qualche modo complicato dal mare che ricacciava a riva una parte dei detriti e dei sedimenti. All'attenuarsi del conflitto tra la terra ed il mare, contemporaneamente alle variazioni climatiche e quindi all'attenuazione dei fenomeni sedimentari di grande portata, si affermò la "biocostruzione" (detriti e sedimenti di natura organica) di sbarramenti verso il mare che isolò specchi acquei interni tra cui l'attuale stagno di Cabras è il risultato.

Il settore nord della Penisola del Sinis è caratterizzato dalla Piana costiera degli Stagni di Capo Mannu, più precisamente gli Stagni di Sale Porcus e Is Benas, che rappresentano due lagune morte, chiuse da dai depositi cementati delle paleodune, ed a ovest dagli apparati dunari attuali; i due stagni sono collegati da un settore canaliforme aperto entro i colluvi di

arenarie eoliche. Entrambe le depressioni sono orlate da aree di esondazione a sommersione temporanea.

L'area di Capo Mannu oggetto del seguente studio, è costituita da un lembo residuale della copertura carbonatica miocenica, ribassata verso S-E, collegato alla terra ferma da un lembo ad arenarie eoliche, motivo morfologico ripreso dai cordoni litorali attuali che chiudono alcune zone umide del complesso di Salina Manna.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal seguente studio è caratterizzata da una successione geologico-stratigrafica ascrivibile interamente al Quaternario che sovrasta il terziario. Si tratta di ben noti e complessi sedimenti continentali che caratterizzano l'area dell'alto Campidano e dell'Oristanese.

A pochi chilometri a Nord-Ovest da Riola Sardo, affiorano le formazioni terziarie sedimentarie e vulcaniche. Le formazioni sedimentarie, datate Messiniano, sono costituite da calcari vacuolari a Foraminiferi, Echinoidi e Molluschi (Penisola del Sinis) e da calcari microcristallini di ambiente evaporitico ("Calcari Laminati" del Sinis e "Formazione di Capo San Marco" Auct). Le formazioni vulcaniche sono rappresentate da basalti alcanini e transizionali (ciclo vulcanico alcalino) in espandimenti e colate, datati Pliocene – Pleistocene, affioranti presso il Sinis ma ancora più estesamente verso Nord (Narbolia, Milis) ove costituiscono le propaggini più meridionali del grande edificio vulcanico del Montiferru. Presso Narbolia affiorano anche lembi delle andesiti basali del ciclo vulcanico calco-alcalino oligo-miocenico.

Le unità litologiche rilevate, sono le seguenti, dai terreni più recenti:

- *Alluvioni ciottoloso-sabbiose o argille e depositi limo-argillosi palustri o salmastri attuali e recenti (Olocene).*

Si tratta di tipici depositi dell'ambiente transizionale palustre-marino e di foce fluviale. Si rilevano presso il corso del Riu di Mare Foghe, lungo le rive dello Stagno di Cabras e presso Pauli Manna, a Nord di Riola Sardo.

- *Crostoni calcarei teneri, raramente lapidei e travertinoidi, per lo più palustri (Pleistocene).*

Sono dovuti alla precipitazione del CaCO_3 diffuso nei terreni a seguito della dissoluzione delle rocce carbonatiche mioceniche. Nell'area rilevata affiorano marginalmente presso la località Francisca Perra.

- *Sabbie dunari più o meno cementate, in massima parte würmiane, a resti di Cervidi (Pleistocene).*

Si tratta di formazioni dunari “fossili” e pertanto inattive, talora rimaneggiate da intensa attività agricola, riconducibili alla fase continentale del glaciale Würm, caratterizzato da un clima più rigido ed energetico dell'attuale. Costituiscono la formazione litologica più estesa dell'area rilevata (abitato di Riola Sardo, località Is Fennugus, Matta Manna, Niu Sa Pubusa, ecc.).

- *Calcari e argille a Cardium (“Panchina Tirreniana” Auct.) (Pleistocene).*

Costituiscono un livello guida generalmente molto compatto, testimoniante la trasgressione marina del Tirreniano (interglaciale Riss–Würm). Affiorano presso lo Stagno in località Isca Maiori, Funtana Arizonis, Torre Pischeredda, Corru Mileddu, ecc.

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nei terreni alluvionali, sono presenti falde idriche più o meno profonde e soprattutto la falda freatica. Quest'ultima è particolarmente importante nelle alluvioni recenti sabbioso-ciottolose delle zone di pianura percorse dai corsi d'acqua principali, cioè dal Fiume Tirso. In generale si osserva che non esiste una evidente circolazione, ma deflussi e zone di alimentazione (dovute anche all'irrigazione) localizzate, in diretta correlazione con le caratteristiche di permeabilità dell'acquifero, valutato da studi compiuti su aree del Campidano di Oristano, in circa 10 m per le alluvioni sabbioso-limose e intorno i 17 m per le sabbie-dunari.

Il territorio in esame costituisce un complesso idrogeologico ben caratterizzato e relativamente semplice in funzione dei suoi aspetti morfologici e geologici. Sulla base dei diversi caratteri di permeabilità delle rocce, che si riflettono sull'andamento della circolazione idrica sub-superficiale e sotterranea, è possibile distinguere un complesso litologico che mostra dal punto di vista della permeabilità caratteristiche differenti.

I corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime torrentizio con portate modeste nel periodo autunnale e scarse o nulle in quello estivo, fortemente condizionati dall'entità delle precipitazioni, ma anche e soprattutto dalla loro distribuzione nell'anno.

6. DEFINIZIONE DEL TIPO DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (Art. 3.2.2 D.M. 14 gennaio 2008) il tracciato della condotta in progetto presumibilmente ricade nella categoria di sottosuolo "C" e/o categoria "D".

Categoria C:

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 $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Categoria D:

Depositi 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 $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/sec (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

Si ritiene inoltre che per maggiori dettagli, si reputano necessari ulteriori approfondimenti così come prevede l' Art. 3.2.2 D.M. 14 gennaio 2008.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN CORRISPONDENZA DEI QUATTRO PARTITORI E DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Nell'area oggetto del seguente studio, nel 2009 dalla Geosardinya S.r.l, si sono svolte le seguenti indagini geognostiche (vedi allegato A): quattro sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche S.P.T., prove con Van Test e Poket Penetrometer, analisi di laboratorio e un pozzetto geognostico, per il progetto di quattro partitori in pressione e una centrale di sollevamento.

7.1 PARTITORE IN PRESSIONE CABRAS

SONDAGGIO S1

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso quanto segue:

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0,60										Argille limose debolmente sabbiose brune; presenza di radici fino a m -0.20
1,00										Sabbie limo argillose brune e nocciola
1,40						1,00-1,45 punta aperta	3	2	4	Sabbie limo argillose bruno ocracee
2,00		1,70-1,90		1,75	0,80					Argille limose debolmente sabbiose nocciola ocracee con alcuni elementi litici quarziticci e arenacei ≤ 1 cm
2,40				2,20	0,82					Argille limose debolmente sabbiose nocciola ocracee
2,70	<u>2,70</u>			3,00	>1,20					Argille limo sabbiose nocciola con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 2 cm
3,00		3,00-3,30			0,28					Sabbie fini limo argillose con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm
4,00						3,50-3,95 punta aperta	12	24	23	Sabbie ghialose e limo argillose ad elementi litici evoluti di rocce quarziticche, vulcaniche e paleozoiche da < 1 cm a ø max 7 cm
5,00						5,50-5,95 punta aperta	7	6	6	Sabbie medie e fini debolmente limose bianco giallastre
5,90										Argille debolmente sabbiose bianche con frammenti litici arenacei
6,00										Sabbie limo argillose biancastre con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 6 cm
6,10										Sabbie fini, medie e grosse in alternanza e in vari rapporti granulometrici, debolmente limo argillose, biancastre
6,20										
6,70										
7,00										
8,00										
9,00										
10,00										
11,00										

FINE SONDAGGIO

Note: livello H₂O indica la quota della prima circolazione idrica rilevata in fase di perforazione; il livello piezometrico stabilizzato è a m -2.00

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

In questo sondaggio sono state eseguite tre prove S.P.T. (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	N S.P.T.
S1 (7.0 m)	1.00 - 1.45 m Sabbie limo argillose	6
	3.50 - 3.95 m Sabbie fini limo argillose con frammenti litici arenaci da < 1 cm a Ø max 4 cm	47
	5.50 - 5.95 m Sabbie ghiaiose e limo argillose ad elementi litici evolute di rocce quarzitiche, vulcaniche e paleozoiche da < 1 cm a Ø max 7 cm	12

Inoltre sono state eseguite: una prova di Taglio Diretto (S1) e due analisi granulometriche con determinazione dei Limiti di Atterberg (S1-S1).

Dai risultati delle prove in situ ed in laboratorio, si evince che le sabbie limo argillose sono poco addensate; le sabbie fini limo argillose con frammenti litici arenacei sono caratterizzate da un un buon grado di addensamento e le sabbie ghiaiose e limo argillose ad elementi litici evolute di rocce quarzitiche sono caratterizzate da un grado di addensamento da basso a moderato.

L' analisi granulometrica e la determinazione dei Limiti di Atterberg hanno indicato che il campione S1 (1.70m–1.90m) è caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari al 10.1%, sabbiosa pari al 47.4%, limo argillosa pari al 42.5 % e un Indice Plastico pari al 16%; riguardo il campione S1 (3.00m–3.30m) è caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari al 15.1%, limo argillosa pari al 24.4 %, sabbiosa pari al 60.5% e un Indice Plastico N.D. (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Indagine	Risultati	Falda
S1 (7.0 m)	1.00 – 1.45	S.P.T.	NSPT 6	2.70 m
	1.70 – 1.90	Classificazione S1	Limo e argilla con sabbia debolmente ghiaioso A6	
	3.00 – 3.30	Classificazione S1	Sabbia limosa ghiaiosa A 2-4	
	3.00 – 3.30	Prova di Taglio diretto su campione indisturbato S1	Angolo di attrito : 37.71° Coesione : 0.7 KPa	
	3.50 – 3.95	S.P.T.	NSPT 47	
	5.50 – 5.95	S.P.T.	NSPT 12	

7.1.1 MODELLO GEOTECNICO

da 0.0 a 0.60 metri dal piano di campagna

Argille limose debolmente sabbiose

γ , peso di volume,	1.7 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata,	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	0°
Densità relativa	-

da 0.60 a 1.40 metri dal piano di campagna

Sabbie limo argillose

γ , peso di volume,	1.7 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata,	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25°
Densità relativa	0 -15%

da 1.40 a 2.70 metri dal piano di campagna

Argille limose debolmente sabbiose con elementi litici quarzitici e arenacei

γ , peso di volume,	2.0 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata,	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	15-20°
Densità relativa	-

da 2.70 a 4.00 metri dal piano di campagna

Sabbie fini limo argillose con frammenti litici arenacei

γ , peso di volume,	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata,	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	30-35°
Densità relativa	80% volume

da 4.00 a 6.20 metri dal piano di campagna

Sabbie ghiaiose e limo argillose ad elementi litici evolute di rocce quarzitiche con intercalato uno strato avente spessore 0.10 m di argille debolmente sabbiose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	30°
Densità relativa	35 %

da 6.20 a 7.00 metri dal piano di campagna

Sabbie limo argillose e fini, medie e grossolane in alternanza e in vari rapporti granulometrici

γ , peso di volume,	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata,	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25-30°
Densità relativa	-

Sulla base dell'interpretazione dei sondaggi, delle analisi di laboratorio, delle SPT e dei dati bibliografici (Elementi di geotecnica – P. Colombo), si riscontrano prevalentemente terreni sabbiosi e argillo-limo-sabbiosi, caratterizzati da un modello geotecnico ad elevato carico ammissibile. In considerazione della presenza superficiale della falda e di terreni compressibili si ritiene sufficientemente cautelativo indicare un $Q_{amm} = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$, sufficiente a verificare le sollecitazioni esercitate dalle strutture in progetto.

Al fine di una corretta esecuzione delle opere in progetto, si deduce che le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati siano compatibili con le opere in progetto.

7.2 PARTITORE IN PRESSIONE MANDRAINAS - NURACHI

SONDAGGIO S2

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso quanto segue:

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0,30										Sabbie limo argillose e argille limo sabbiose brune e nocciola localmente con alcuni elementi litici
0,50										
0,70										
1,00				1.80	0.80					Argille debolmente limo sabbiose brune e nocciola con alcune concrezioni ed elementi litici carbonatici ≤ 1 cm
1,30				1.90	0.60					Argille limose nocciola ocracee plastiche e comprimibili con alcuni elementi litici arenacei e frammenti conchigliari
1,60				1.75	0.70					Argille limose debolmente sabbiose plastiche con alcuni elementi litici carbonatici ≤ 1 cm, plastiche e comprimibili
2,00		2.00-2.40	▲			2.00-2.45	2	3	4	Sabbie limo argillose biancastre con alcuni frammenti litici arenacei
2,60				0.50	0.10	punta aperta				
3,00		2.70-3.00	▲							Argille limo sabbiose biancastre plastiche e comprimibili, con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm varlamamente distribuiti
3,40	<u>3.40</u>					3.20-3.65	1	2	3	Sabbie limo argillose biancastre con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 5 cm
4,00										
4,10				2.90	1.20					Argille e argille limo sabbiose biancastre
4,50										Sabbie medie e grosse debolmente limo argillose con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 2 cm, biancastre
5,00										Sabbie medie e grosse grigie
5,30										Argille limo sabbiose nocciola con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 3 cm
5,90				1.60	0.40					
6,00				1.70	0.50					Sabbie medie debolmente limose nocciola
6,20										
7,00										FINE SONDAGGIO
8,00										Note: livello H ₂ O indica la quota della prima circolazione idrica rilevata in fase di perforazione e del livello piezometrico stabilizzato
9,00										
10,00										
11,00										

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

In questo sondaggio sono state eseguite due prove S.P.T. (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	N S.P.T.
S2 (6.20 m)	2.00 - 2.45 m Sabbie limo argillose biancastre con alcuni frammenti litici arenacei	7
	3.20 - 3.65 m Sabbie fini limo argillose con frammenti litici arenaci da < 1 cm a Ø max 5 cm	5

Inoltre sono state eseguite: una prova di Taglio Diretto (S2) e una analisi granulometrica con determinazione dei Limiti di Atterberg (S2).

Dai risultati delle prove in situ ed in laboratorio, si evince che le sabbie limo argillose biancastre e le sabbie fini limo argillose con frammenti litici arenacei hanno un basso grado di addensamento.

L'analisi granulometrica e la determinazione dei Limiti di Atterberg hanno indicato che il campione S2 (2.00m–2.40m) è caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari al 4.5%, sabbiosa pari al 63.2%, limo argillosa pari al 32.2 % e un Indice Plastico pari al 10% (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	INDAGINE	RISULTATI	FALDA
S2 (6.20 m)	2.00 – 2.45	S.P.T.	NSPT 7	3.40 m
	2.00 – 2.40	Classificazione S2	Sabbia con limo A2-4	
	2.70 – 3.00	Prova di Taglio diretto su campione indisturbato S2	Angolo di attrito : 27.08° Coesione : 22.1 KPa	
	3.20 – 3.65	S.P.T.	NSPT 5	

7.2.1 MODELLO GEOTECNICO

da 0 a 0.70 m dal piano di campagna

Sabbie limo argillose e argille limo sabbiose

γ , peso di volume	1.7 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25°
Densità relativa	0-15 %

da 0.70 a 2.00 m dal piano di campagna

Argille limo sabbiose

γ , peso di volume	2.0 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	15-20 °
Densità relativa	-

da 2.00 a 2.60 m dal piano di campagna

Sabbie limo argillose con alcuni frammenti litici

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	30°
Densità relativa	20 – 40%

da 2.60 a 3.40 m dal piano di campagna

Argille limo sabbiose

γ , peso di volume	2.0 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25°
Densità relativa	-

da 3.40 a 4.10 m dal piano di campagna

Sabbie limo argillose con frammenti litici

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25- 30°
Densità relativa	20 %

da 4.10 a 4.50 m dal piano di campagna

Argille e argille limo sabbiose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	15-20°
Densità relativa	–

da 4.50 a 5.30 m dal piano di campagna

Sabbie medie e grosse debolmente limo argillose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	30°
Densità relativa	-

da 5.30 a 6.20 m dal piano di campagna

Argille limo sabbiose

γ , peso di volume	2.0 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	20-25°
Densità relativa	-

da 6.00 a 6.20 m dal piano di campagna

sabbie medie debolmente limose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	30°
Densità relativa	-

Sulla base dell'interpretazione dei sondaggi, delle analisi di laboratorio, delle SPT e dei dati bibliografici (Elementi di geotecnica – P. Colombo), si riscontrano prevalentemente terreni sabbiosi e argillo-limo-sabbiosi, caratterizzati da un modello geotecnico ad elevato carico ammissibile. In considerazione della presenza superficiale della falda e di terreni compressibili si ritiene sufficientemente cautelativo indicare un $Q_{amm} = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$, sufficiente a verificare le sollecitazioni esercitate dalle strutture in progetto.

Al fine di una corretta esecuzione delle opere in progetto, si deduce che le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati siano compatibili con le opere in progetto.

7.3 PARTITORE IN PRESSIONE SINIS – RIOLA SARDO

SONDAGGIO S3

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso quanto segue:

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.70										Argille limose debolmente sabbiose brune con alcuni elementi litici carbonatici da < 1 cm a ø max 2 cm
1.00										Sabbie limo argillose bruno nocciola con concrezioni ed elementi litici carbonatici da < 1 cm a ø max 3 cm
1.30										Sabbie debolmente limose grigie con alcuni frammenti litici arenacei
1.80						1.50-1.95	1	1	2	Sabbie limo argillose brune e nocciola con alcuni elementi litici arenacei ≤ 1 cm
2.00		2.10-2.30	▲	1.20 0.75	0.42 0.46	punta aperta				Limi argillosi bruni plastici e comprimibili con resti vegetali carboniosi e alcuni frammenti conchigliari
3.00	<u>2.70</u>			1.50 1.50	0.56 0.64					Argille e argille limose plastiche e comprimibili, bruno nerastre e grigie, con alcuni elementi litici carbonatici e resti vegetali variamente distribuiti
3.70				0.50	0.32					
3.80				0.30	0.10					Argille sabbiose nerastre plastiche e comprimibili
4.00										Sabbie medie e grosse limo argillose plastiche e comprimibili, grigio nerastre, con alcuni elementi litici quarzifici da < 1 cm a ø max 2 cm variamente distribuiti
4.40				0.40	0.20					Argille limo sabbiose grigie e nerastre plastiche e comprimibili
4.80				0.40	0.20					Sabbie limo argillose grigie con alcuni elementi litici
5.00		5.10-5.40	▲							Sabbie medie e grosse con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 8 cm debolmente limo argillose biancastre e giallastre
6.00										
6.40										Sabbie medie e grosse grigie e nocciola con alcuni elementi litici evoluti arenacei e quarzifici da < 1 cm a ø max 4 cm
7.00										Sabbie ghiaiose ad elementi litici evoluti quarzifici e arenacei da < 1 cm a ø max 5 cm debolmente limo argillose nocciola
7.50										
8.00										FINE SONDAGGIO
9.00										Note: livello H ₂ O indica la quota della prima circolazione idrica rilevata in fase di perforazione e del livello piezometrico stabilizzato
10.00										
11.00										

Pp: resistenza alla punta del Pocket penetrometer(kg/cm ²)	■	Prelievo campione indisturbato
Vt: resistenza al taglio con Vane test (kg/cm ²)	▲	Prelievo campione a disturbo limitato
S.P.T.: Standard Penetration Test	●	Prelievo campione rimaneggiato

In questo sondaggio è stata eseguita una prova S.P.T. (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	N S.P.T.
S3 (7.50 m)	1.50 - 1.95 m Sabbie limo argillose brune e nocciola con alcuni elementi litici arenacei ≤ 1 cm	3
	Limi argillosi bruni plastici e comprimibili con resti vegetali carboniosi e alcuni frammenti conchigliari	

Inoltre sono state eseguite: una prova di Taglio Diretto (S3) e due analisi granulometriche con determinazione dei Limiti di Atterberg (S3 -S3).

Dai risultati delle prove in situ ed in laboratorio, si evince che le sabbie limo argillose brune e nocciola con alcuni elementi litici arenacei ≤ 1 cm e i limi argillosi plastici, sono caratterizzati da un grado di addensamento “scarso”.

L’ analisi granulometrica e la determinazione dei Limiti di Atterberg hanno indicato che il campione S3 (2.10m–2.30m) è caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari al 2.0%, sabbiosa pari al 17.6%, limo argillosa pari al 80.4 % e un Indice Plastico pari al 43%; riguardo il campione S3 (5.10m–5.40m) è caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari al 8.9%, sabbiosa pari al 68.4%, limo argillosa pari al 22.7 % e un Indice Plastico ND (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Indagine	Risultati	Falda
S3 (7.50 m)	1.50 – 1.95	S.P.T.	NSPT 3	2.70 m
	2.10 – 2.30	Classificazione S3	Argilla e limo debolmente sabbiosa A7-6	
	5.10 – 5.40	Prova di Taglio diretto su campione indisturbato S3	Angolo di attrito : 36.47° Coesione : 0.8 KPa	
	5.10 – 5.40	Classificazione S3	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa A2-4	

7.3.1 MODELLO GEOTECNICO

da 0 a 0.70 m dal piano di campagna

Argille limose debolmente sabbiose

γ , peso di volume	1.7 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	0°
Densità relativa	-

da 0.70 a 1.80 m dal piano di campagna

sabbie limo argillose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25°
Densità relativa	-

da 1.80 a 2.00 m dal piano di campagna

Limi argillosi

γ , peso di volume	2.0 - g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	-
φ , angolo di attrito	0° -
Densità relativa	-

da 2.00 a 3.80 m dal piano di campagna

Argille e limo debolmente sabbiose

γ , peso di volume	2.0 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	-
Densità relativa	-

da 3.80 a 4.40 m dal piano di campagna

Sabbie limo argillose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25- 30°
Densità relativa	-

da 4.40 a 4.80 m dal piano di campagna

Argille limo sabbiose

γ , peso di volume	2.0 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	15-20°
Densità relativa	-

da 4.80 a 7.50 m dal piano di campagna

Sabbie

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	30-35°
Densità relativa	-

Sulla base dell'interpretazione dei sondaggi, delle analisi di laboratorio, delle SPT e dei dati bibliografici (Elementi di geotecnica – P. Colombo), si riscontrano prevalentemente terreni sabbiosi e argillo-limo-sabbiosi, caratterizzati da un modello geotecnico ad elevato carico ammissibile. In considerazione della presenza superficiale della falda e di terreni compressibili si ritiene sufficientemente cautelativo indicare un $Q_{amm} = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$, sufficiente a verificare le sollecitazioni esercitate dalle strutture in progetto.

Al fine di una corretta esecuzione delle opere in progetto, si deduce che le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati siano compatibili con le opere in progetto.

7.4 PARTITORE IN PRESSIONE CAPO MANNU – RIOLA SARDO

SONDAGGIO S4

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso quanto segue:

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
1.00										Sabbie limo argillose e argille limose debolmente sabbiose brune in alternanza
1.50										
2.00										Sabbie fini debolmente limo argillose nocciola con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm variamente distribuiti
2.40						2.00-2.45	12	12	14	
2.60						punta aperta				Argille limo sabbiose nocciola con striature ocracee
2.80										Ghiale ad elementi litici da < 1 cm a ø max 4 cm in matrice argillo sabbiosa bruna
3.00										Argille debolmente limo sabbiose nocciola con alcuni elementi litici arenacei, quarzatici e vulcanici da < 1 cm a ø max 3 cm
3.30										Argille debolmente limose nocciola con elementi litici carbonatici da < 1 cm a ø max 2 cm
4.00						4.00-4.45	11	13	13	
5.00		4.70-5.00				punta aperta				Argille debolmente limo sabbiose nocciola e ocracee con alcuni elementi litici carbonatici, quarzatici e vulcanici da < 1 cm a ø max 3 cm variamente distribuiti
5.50										Sabbie limo argillose ocracee con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 5 cm
5.80										Argille limo sabbiose ocracee con striature brune con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 8 cm
6.00										Sabbie limo argillose ocracee
6.30										
7.00										Sabbie debolmente limo argillose nocciola e ocracee con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 7 cm variamente distribuiti
7.50										
8.00										FINE SONDAGGIO
9.00										Note: assenza H ₂ O
10.00										
11.00										

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

In questo sondaggio sono state eseguite due prove S.P.T. (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	N S.P.T.
S4 (7.50 m)	2.00 – 2.45 m Sabbie fini debolmente limo argillose Argille limo sabbiose nocciola con striature ocracee	26
	4.00 – 4.45 m Argille debolmente limo sabbiose con alcuni elementi litici carbonatici, quarziti e vulcaniti da < 1 cm a Ø max 3 cm variamente distribuiti	26

Inoltre sono state eseguite: una prova di Taglio Diretto (S4) e una analisi granulometrica con determinazione dei Limiti di Atterberg (S4).

Dai risultati delle prove in situ ed in laboratorio, si evince che le litologie presenti, sono caratterizzate da un grado di addensamento da basso a moderato.

L' analisi granulometrica e la determinazione dei Limiti di Atterberg hanno indicato che il campione S4 (4.70m–5.00m) è caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari al 11.6%, sabbiosa pari al 43.0%, limo argillosa pari al 45.5 % e un Indice Plastico pari al 23% (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Indagine	Risultati	Falda
S4 (7.50 m)	2.00 - 2.45	S.P.T.	NSPT 26	No
	4.00 - 4.45	S.P.T.	NSPT 26	
	4.70 – 5.00	Classificazione S4	Limo e argilla con sabbia ghiaioso A-6	
	4.70 – 5.00	Prova di Taglio diretto su campione indisturbato S4	Angolo di attrito : 22.95° Coesione : 8.3KPa	

7.4.1 MODELLO GEOTECNICO

da 0 a 1.50 m dal piano di campagna

Sabbie limo argillose e argille limose debolmente sabbiose

γ , peso di volume	1.7 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25-30°
Densità relativa	-

da 1.50 a 2.80 m dal piano di campagna

Sabbie fini limo argillose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	30-35°
Densità relativa	40-60%

da 2.80 a 5.00 m dal piano di campagna

Argille debolmente limo sabbiose

γ , peso di volume	2.0 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	15-20°
Densità relativa	-

da 5.00 a 7.50 m dal piano di campagna

Sabbie limo argillose

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25-30°
Densità relativa	-

Sulla base dell'interpretazione dei sondaggi, delle analisi di laboratorio, delle SPT e dei dati bibliografici (Elementi di geotecnica – P. Colombo), si riscontrano prevalentemente terreni sabbiosi e argillo-limo-sabbiosi, caratterizzati da un modello geotecnico ad elevato carico ammissibile. In considerazione della presenza superficiale della falda e di terreni compressibili si ritiene sufficientemente cautelativo indicare un $Q_{amm} = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$, sufficiente a verificare le sollecitazioni esercitate dalle strutture in progetto.

Al fine di una corretta esecuzione delle opere in progetto, si deduce che le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati siano compatibili con le opere in progetto

7.5 CENTRALE DI SOLLEVAMENTO CAPO MANNU – SAN VERO MILIS

POZZETTO GEOGNOSTICO PZ 1

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso quanto segue:

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
0.35 0.50				Sabbie limo argillose brune con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a \varnothing max 10 cm, radici e resti vegetali
				Sabbie limo argillose ocracee addensate con alcune radici
1.00 1.10		1.00 1.10		Sabbie limo argillose ocracee, addensate, con concrezioni e elementi litici arenacei da < 1 cm a \varnothing max 4 cm variamente distribuiti
2.00 2.30 2.40				Argille sabbiose ocracee
3.00 3.10				Sabbie debolmente limo argillose ocracee, addensate, con alcuni elementi litici carbonatici da < 1 cm a \varnothing max 3 cm
4.00 5.00				FINE SCAVO Note: assenza H ₂ O. Pareti di scavo stabili nel corso della verifica.

Durante l'esecuzione del pozzetto assenza di falda e pareti di scavo stabili.

Sono state eseguite: una prova di Taglio Diretto (PZ1) e una analisi granulometrica con determinazione dei Limiti di Atterberg (PZ1).

Dai risultati delle prove in situ ed in laboratorio, si evince che le sabbie limo argillose sono caratterizzate da un basso grado di addensamento .

L' analisi granulometrica e la determinazione dei Limiti di Atterberg hanno indicato che il campione PZ1 (1.00m–1.10m) è caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari al 0.5%, sabbiosa pari al 66.1%, limo argilloso pari al 33.3% e un Indice Plastico pari al 17% (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Indagine	Risultati	Falda
PZ1 (3.10 m)	1.00 – 1.10	Prova di Taglio diretto su campione indisturbato PZ1	Angolo di attrito : 34.56° Coesione : 162.8 KPa	No
	1.00 – 1.10	Classificazione PZ1	Sabbia limo argillosa A2-6	

7.5.1 MODELLO GEOTECNICO

da 0 a 3.10 m dal piano di campagna

Sabbie limo argillose con alcuni frammenti litici arenacei

γ , peso di volume	1.8 g/cm ³
Cu, valore di coesione non drenata	0 kg/cm ²
φ , angolo di attrito	25-30°
Densità relativa	-

Sulla base dell'interpretazione dei sondaggi, delle analisi di laboratorio, delle SPT e dei dati bibliografici (Elementi di geotecnica – P. Colombo), si riscontrano prevalentemente terreni sabbiosi e argillo-limo-sabbiosi, caratterizzati da un modello geotecnico ad elevato carico ammissibile. In considerazione della presenza superficiale della falda e di terreni compressibili si ritiene sufficientemente cautelativo indicare un $Q_{amm} = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$, sufficiente a verificare le sollecitazioni esercitate dalle strutture in progetto.

Al fine di una corretta esecuzione delle opere in progetto, si deduce che le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati siano compatibili con le opere in progetto

8. STUDIO GEOLOGICO CON INDAGINI GEOGNOSTICHE E ANALISI DI LABORATORIO LUNGO IL TRACCIATO “RIO MARE FOGHE (RIOLA SARDO) E PUTZU IDU”

Da un accurato studio del sito di indagine, in corrispondenza del tracciato riportato negli allegati grafici consegnatemi dalla società Abbanoa, dopo un dettagliato rilevamento geologico di campagna, è stato necessario per lo studio di dettaglio litostratigrafico e idrogeologico, effettuare il presente piano di indagini geognostiche in situ e di laboratorio.

- Località Riola Sardo – Attraversamento Rio Mare Foghe

N° 2 pozzetti S5 e S6, con profondità max 4 metri (vedi carta ubicazione sondaggi),

Analisi in situ:

N° 2 analisi in situ SPT;

Analisi di laboratorio:

N° 2 analisi di laboratorio “classificazione delle terre secondo Norme CNR-UNI 10006” (granulometriche + limiti di Atterberg).

- Località Putzu Idu

N° 3 pozzetti S7, S8 e S9, con profondità max 4 metri cadauno, (vedi carta ubicazione sondaggi);

Analisi in situ:

N° 3 analisi in situ SPT;

Analisi di laboratorio:

N° 3 analisi di laboratorio “classificazione delle terre secondo Norme CNR-UNI 10006” (granulometriche + limiti di Atterberg).

Durante la campagna di indagini, il pozzetto S6 non è stato eseguito perchè l'escavatore non ha potuto accedere al sito, di conseguenza sono state effettuate solamente le prove DPM.

In questi pozzetti sono state eseguite le prove dinamiche continue DPM che hanno investigato sino alla profondità di -4.80 m. La prova consiste nella perforazione del terreno attraverso l'azione di una punta conica metallica, angolo di apertura 60°, collegata ad una serie di aste di un metro di lunghezza cadauna. L'infissione si ottiene mediante l'azione battente di un maglio di 30 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 10 cm che possono essere correlati alla prova standardizzata S.P.T..

8.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE RIO MARE FOGHE – RIOLA SARDO

Si sono effettuati: un pozzetto Pz S5 e due prove penetrometriche P1 e P2.

8.1.1 POZZETTO Pz S5 – P1

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso che dalle prove penetrometriche le litologie presenti da 0.00 m a -0.90 m, l'Nspt varia da 8; 5 a 2 e man mano che si va in profondità vi è un'alternanza di valori 0; 1 e 2; da ciò si desume che sono caratterizzate da un grado di consistenza che va da sciolto a poco addensato.

Inoltre è stata eseguita una analisi granulometrica con determinazione dei Limiti di Atterberg, nel campione C1 (2.00m – 2.20m), caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari allo 0 %, sabbiosa pari al 10.0%, limo argillosa pari all'89% e un Indice Plastico pari al 37% (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

Durante l'esecuzione del pozzetto si è rilevata una debole infiltrazione idrica; con una instabilità delle pareti di scavo da -1.50m. La falda a -0.90m e a -1.90m.

COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A.			UBICAZIONE : vedi planimetria	
LOCALITA' : Rio Mare Foghe Comune di Riola Sardo			QUOTA : piano campagna	
OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Slns			DATA : 28/10/2010	
POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S5				
Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
0.40				Sabbie medie e fini limose brune con alcuni frammenti plastici, metallici, di laterizi e conglomerato cementizio
0.80				Argille sabbiose brune con alcuni elementi litici
1.00	<u>0.90</u>			Sabbie argillose brune
2.00	<u>1.90</u>	2.00-2.20	● A 1.4	Argille limose bruno scure plastiche e comprimibili con alcune intercalazioni argille sabbiose centimetriche-decmetriche, alcuni livelli con frammenti conchigliari e resti vegetali.
3.00				
4.00				
5.00				
FINE SCAVO				
H ₂ O: m -0.90 e m - 1.90; debole infiltrazione idrica rilevata in fase di scavo				
Instabilità delle pareti di scavo da m -1.50				
Vane test da m -2.00 a m -4.00: valori variabili da 0.16 a 0.30 Kg/cm ²				
Pocket penetrometer da m -2.00 a m -4.00: valori variabili da 0.50 a 0.80 Kg/cm ²				

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Litologia	Risultati	Falda m
Pz S5 (4.00 m)	0.00 - 0.40	Sabbie medie e fini limose brune con alcuni frammenti plastici, metallici, di laterizi e conglomerato cementizio	NSPT 8	0.90
	0.40 - 0.80	Argille sabbiose brune con alcuni elementi litici	NSPT 5	
	0.80 - 1.00	Sabbie argillose brune	NSPT 2 NSPT 0	
	1.00 - 4.00	Argille limose bruno scure plastiche e comprimibili con alcune intercalazioni argillo sabbiose centimetriche - decimetriche, alcuni livelli con frammenti conchigliari e resti vegetali	NSPT 1 NSPT 0 NSPT 1 NSPT 0	1.90
	2.00 - 2.20	Classificazione C1	Argilla di alta plasticità A7-6	
	4.00-4.80	?	NSPT 1 NSPT 2	

8.1.2 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2

Nel seguente sito si è effettuata la prova penetrometrica dinamica P2 fino alla profondità di -7.80 m, dai risultati si evince che i valori di NSPT variano da 5 a 2 per i primi -2m, poi si alternano valori di NSPT 1, 0; 2 fino alla profondità di -6.40m; e aumentano 3; 6; 12; 17; 8 e 15 dalla profondità di -6.40m fino a -7.80m. Le litologie presenti sono caratterizzate da un grado di addensamento che va da basso a moderato.

La falda non è stata rilevata.

8.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE PUTZU IDU

Si sono realizzati tre pozzetti Pz S7, Pz S8, Pz S9 e tre prove penetrometriche P3, P4 e P5.

8.2.1 POZZETTO Pz S7 - P3

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso che dalla prova penetrometrica (P3) le litologie presenti nel sito sono caratterizzate in generale da un grado di addensamento che va da basso a moderato fino alla profondità di circa -3.70 m, mentre da -3.70 a -4.40 m, si sono riscontrati valori di NSPT più alti, aventi litologie caratterizzate da un grado di addensamento che va da “moderatamente addensato” a “addensato”.

Inoltre è stata eseguita una analisi granulometrica con determinazione dei Limiti di Atterberg, nel campione C2 (2.20m – 2.40m), caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari allo 1 %, sabbiosa pari al 91.0%, limo argillosa pari al 9% e un Indice Plastico NP (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

La falda a -2.60m; in fase di scavo è stata rilevata circolazione idrica. Instabilità delle pareti di scavo da -0.90m.

COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A.			UBICAZIONE : vedi planimetria	
LOCALITA' : Putzu Idu Comune di San Vero Mills			QUOTA : piano campagna	
OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis			DATA : 28/10/2010	
POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S7				
Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
0.80				Terreno di riporto: sabbie brune con rifiuti plastici, metallici e frammenti di laterizi, eternit e conglomerato cementizio
1.00				Sabbie medie e fini grigie nocciola con blocchi e frammenti litici arenacei centimetrici-decimetrici (ø max 50 cm)
1.50				
2.00			A 3 ●	Sabbie medie e fini grigie
2.20	2.60	2.20-2.40		
3.00				Sabbie fini con frammenti carbonatici arenacei centimetrici-decimetrici grigie
3.10				
3.40				Sabbie fini grigie
3.50				
4.00				FINE SCAVO
				H ₂ O: m -2.60; circolazione idrica rilevata in fase di scavo
				Instabilità delle pareti di scavo da m -0.90
5.00				

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Litologia	Risultati	Falda m
Pz S7 (3.50 m)	0.00 - 0.80	Terreno di riporto: sabbie, brune con rifiuti plastici, metallici e frammenti di laterizi, eternit e conglomerato cementizio	NSPT 1 NSPT 3	2.60
	0.80 - 1.50	Sabbie medie e fini grigio nocciola con bocchi e frammenti litici arenacei centimetrici-decimetrici (Ø max 50 cm)	NSPT 15 NSPT 21 NSPT 17 NSPT 12 NSPT 7	
	1.50 - 3.10	Sabbie medie e fini grigie	NSPT 3 NSPT 15 NSPT 37 NSPT 15 NSPT 15	
	2.20-2.40	Classificazione C2	Sabbia debolment e limosa A3	
	3.10 - 3.40	Sabbie fini con frammenti carbonatico arenacei centimetrici-decimetrici grigie	NSPT 10	
	3.40 - 3.50	Sabbie fini grigie	NSPT 4	
	3.50-4.40	?	NSPT 7 NSPT 110 NSPT 67 NSPT 31 NSPT 14 NSPT 31	

8.2.2 POZZETTO Pz S8 -P5

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso che dalla prova penetrometrica (P5) le litologie presenti nel sito sono caratterizzate in generale da un grado di addensamento che va da sciolto a poco addensato fino alla profondità di circa -3.20 m, mentre da -3.20 a -3.80 m, si sono riscontrati valori di NSPT più alti, aventi litologie caratterizzate da un grado di addensamento che va da “moderatamente addensato” a “addensato”.

Inoltre è stata eseguita una analisi granulometrica con determinazione dei Limiti di Atterberg, nel campione C3 (2.00m – 2.20m), caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari allo 31 %, sabbiosa pari al 30.0%, limo argillosa pari all'40% e un Indice Plastico 6% (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

La falda a -1.40 m e a -2.20 m; in fase di scavo è stata rilevata debole infiltrazione idrica, con instabilità delle pareti di scavo da -1.40 m a -2.30 m.

COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A.		UBICAZIONE : vedi planimetria		
LOCALITA' : Putzu Idu Comune di San Vero Mills		QUOTA : piano campagna		
OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis		DATA : 28/10/2010		
POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S8				
Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
1.00				Terreno di riporto: sabbie medie limose debolmente argillose nocciola con frammenti litici calcarenitici da centimetrici a Ø max 40 cm variamente distribuiti
1.40	<u>1.40</u>			
2.00			A L	Sabbie fini e medie grigie con alcuni elementi litici evoluti
2.30	<u>2.20</u>	2.00-2.20	⊙	
2.40				Argille limose debolmente sabbiose biancastre
2.80				Sabbie fini e medie grigie
3.00				Sabbie limo argillose grigie
3.70				
4.00				FINE SCAVO
5.00				H ₂ O: m -1.40 e m - 2.20; debole infiltrazione idrica rilevata in fase di scavo Instabilità delle pareti di scavo da m -1.40 a m -2.30

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Litologia	Risultati	Falda m
Pz S8 (3.70 m)	0.00 - 1.40	Terreno di riporto: sabbie medie limose debolmente argillose nocciola con frammenti litici calcarenitici da centimetrici a Ø max 40 cm variamente distribuiti	NSPT 5 NSPT 8 NSPT 15 NSPT 2 NSPT 12 NSPT 18	1.40
	1.40 – 2.30	Sabbie fini e medie grigie con alcuni elementi litici evoluti	NSPT 11 NSPT 4 NSPT 0 NSPT 1 NSPT 0	
	2.00-2.20	Classificazione C3	Limo con ghiaia e sabbia A4	
	2.30 – 2.40	Argille limose debolmente sabbiose biancastre	NSPT 2	2.20
	2.40-2.80	Sabbie fini medie e grigie	NSPT 14 NSPT 9 NSPT 4	
	2.80 – 3.70	Sabbie limo argillose grigie	NSPT 31 NSPT 159 NSPT 40 NSPT 161	

8.2.3 POZZETTO Pz S9 - P4

Dai risultati delle indagini geognostiche in situ, effettuate dalla Geosardinya S.r.l., è emerso che dalla prova penetrometrica (P4) le litologie presenti nel sito sono caratterizzate in generale da un grado di addensamento che va da sciolto a poco addensato fino alla profondità di circa -4.00 m, mentre da -4.00 a -5.10 m, si sono riscontrati valori di NSPT più alti, aventi litologie caratterizzate da un grado di addensamento che va da “moderatamente addensato” a “addensato”.

Inoltre è stata eseguita una analisi granulometrica con determinazione dei Limiti di Atterberg, nel campione C4 (1.90m – 2.10m), caratterizzato da una componente: ghiaiosa pari allo 1.00 %, sabbiosa pari al 94.0%, limo argillosa pari all'6% e un Indice Plastico NP (vedi tabella riassuntiva sotto riportata).

La falda a -2.70 m; in fase di scavo è stata rilevata debole infiltrazione idrica, con debole instabilità delle pareti di scavo da -1.30 m.

COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A.			UBICAZIONE : vedi planimetria	
LOCALITA' : Putzu Idu Comune di San Vero Mills			QUOTA : piano campagna	
OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis			DATA : 28/10/2010	
POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S9				
Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
1.00				Terreno di riporto: frammenti litici e blocchi carbonatico-arenacei da centimetri a decimetri ϕ max 80 cm con sabbie medie e fini giallastre; alcuni frammenti di laterizi e calcestruzzo
1.20				Livello di sabbie cementate
1.25				Sabbie fini e medie grigie
1.70				
2.00		1.90-2.10	A ₃ 	Sabbie limo argillose grigio chiaro con frammenti arenacei centimetri e decimetri
3.00	<u>2.70</u>			Sabbie debolmente limo argillose grigio chiaro con frammenti arenacei
3.40				
3.80				
4.00				
5.00				
FINE SCAVO				
H ₂ O: m -2.70; debole infiltrazione idrica rilevata in fase di scavo				
Debole instabilità delle pareti di scavo da m -1.30				

Sondaggio	Quota m dal p.c.	Litologia	Risultati	Falda m
Pz S9 (3.80 m)	0.00 - 1.20	Terreno di riporto: frammenti litici e blocchi carbonatico-arenacei da centimetrici a decimetrici Ø max 80 cm con sabbie medie e fini giallastre; alcuni frammenti di laterizi e calcestruzzo	NSPT 3 NSPT 14 NSPT 5	2.70
	1.20 – 1.25	Livello di sabbie cementate	NSPT 9	
	1.25-1.70	Sabbie fini e medie grigie	NSPT 2 NSPT 7	
	1.70 – 3.40	Sabbie limo argillose grigio chiaro con frammenti arenacei centimetrici e decimetrici	NSPT 4 NSPT 2 NSPT 8 NSPT 3 NSPT 6	
	1.90-2.10	Classificazione C4	Sabbia debolmente limosa A3	
	3.40 – 3.80	Sabbie debolmente limo argillose grigio chiaro con frammenti arenacei	NSPT 9	
	3.80-5.10	?	NSPT 15 NSPT 20 NSPT 15 NSPT 106	

9. CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati dello studio geologico e geotecnico del presente studio è stata riscontrata lungo tutto il tracciato, la presenza di terreni incoerenti facilmente scavabili, si ritiene pertanto che non sono state riscontrate particolari problematiche alla realizzazione.

Si fa presente che in fase di cantieraggio, in considerazione della presenza superficiale della falda e della rilevante instabilità delle pareti di scavo, evidenziata durante l'esecuzione dei pozzetti e dei sondaggi, ci si dovrà avvalere necessariamente di idonee armature provvisorie (sbadacchiature), per sostenere le pareti di scavo.

Al fine di una corretta esecuzione delle opere in progetto, si deduce che le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati siano compatibili con le opere in progetto.

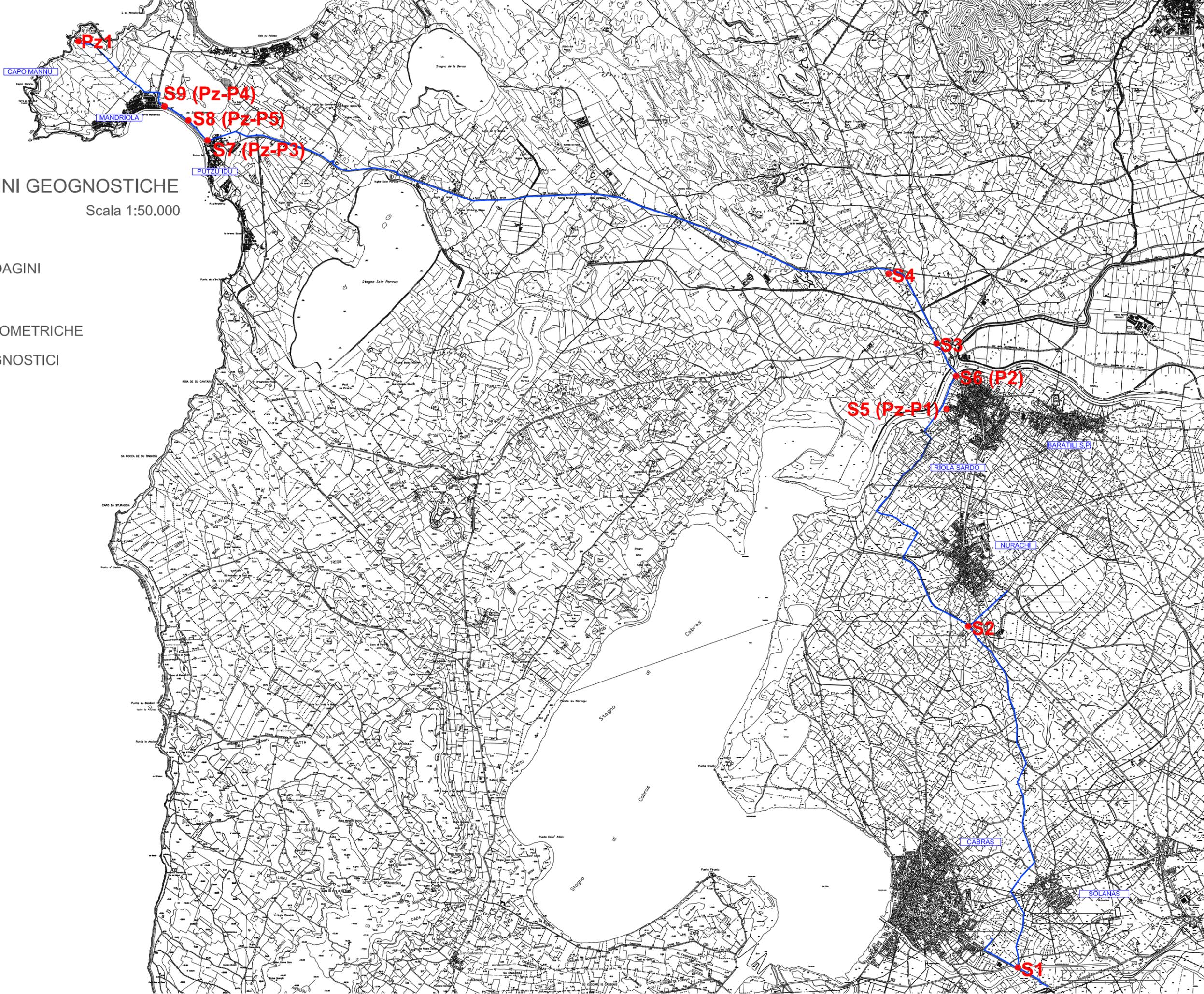
INDICE

- 1 Premessa**
- 2 Inquadramento Cartografico**
- 3 Inquadramento Geomorfologico**
- 4 Inquadramento Geologico**
- 5 Inquadramento Idrogeologico**
- 6 Definizione del tipo di sottosuolo**
- 7 Caratterizzazione geotecnica in corrispondenza dei quattro partitori e dell'impianto di sollevamento**
 - 7.1 Partitore in pressione Cabras
 - 7.1.1 Modello geotecnico
 - 7.2 Partitore in pressione Mandrainas – Nurachi
 - 7.2.1 Modello geotecnico
 - 7.3 Partitore in pressione Sinis-Riola Sardo
 - 7.3.1 Modello geotecnico
 - 7.4 Partitore in pressione Capo Mannu-Riola Sardo
 - 7.4.1 Modello geotecnico
 - 7.5 Centrale di sollevamento Capo Mannu-San Vero Milis
 - 7.5.1 Modello geotecnico
- 8 Studio geologico con indagini geognostiche e analisi di laboratorio lungo il tracciato “Rio Mare Foghe (Riola Sardo) e Putzu Idu**
 - 8.1 Indagini geognostiche e geotecniche Rio Mare Foghe – Riola Sardo
 - 8.1.1 Pozzetto Pz S5 – P1
 - 8.1.2 Prova penetrometrica P2
 - 8.2 Indagini geognostiche e geotecniche Putzu Idi
 - 8.2.1 Pozzetto Pz S7 – P3
 - 8.2.2 Pozzetto Pz S8 - P5
 - 8.2.3 Pozzetto Pz S9 - P4
- 9 Conclusioni**

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Scala 1:50.000

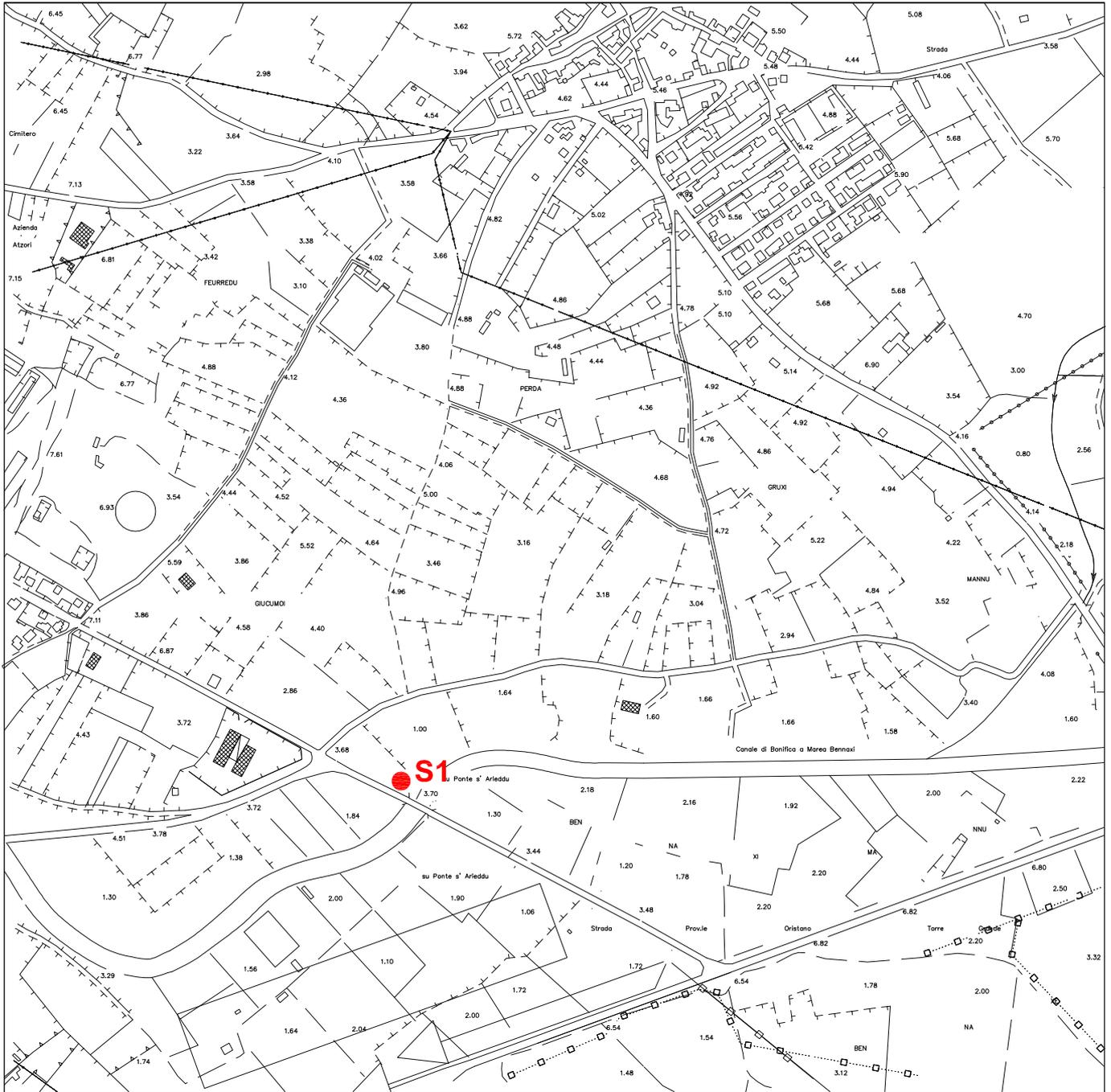
- UBICAZIONE INDAGINI
- S1** SONDAGGI
- P1** PROVE PENETROMETRICHE
- Pz1** POZZETTI GEOGNOSTICI
- CONDOTTA



PARTITORE CABRAS

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

● **S1** Sondaggi

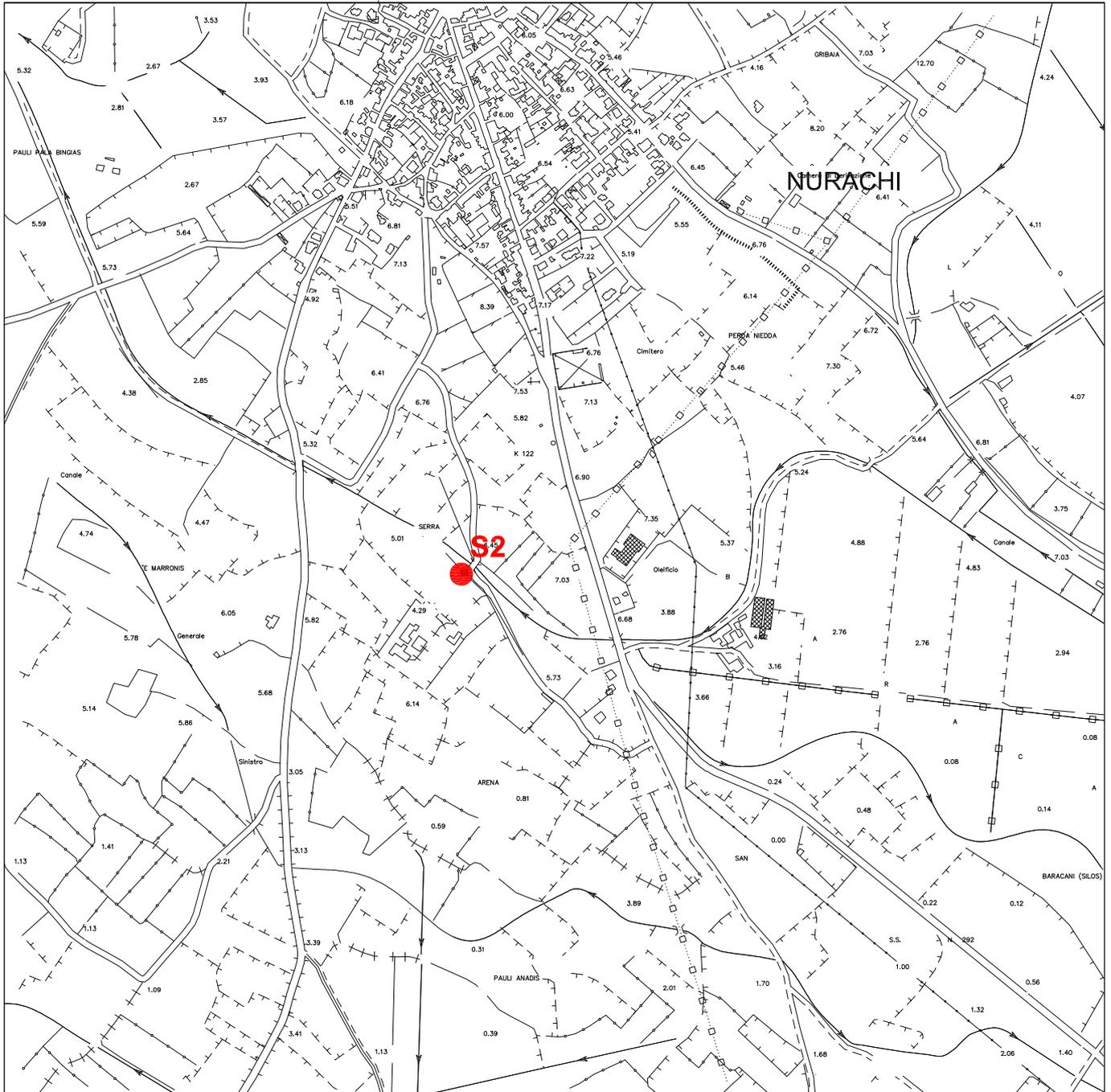


Scala 1:10.000

PARTITORE MANDRAINAS-NURACHI

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

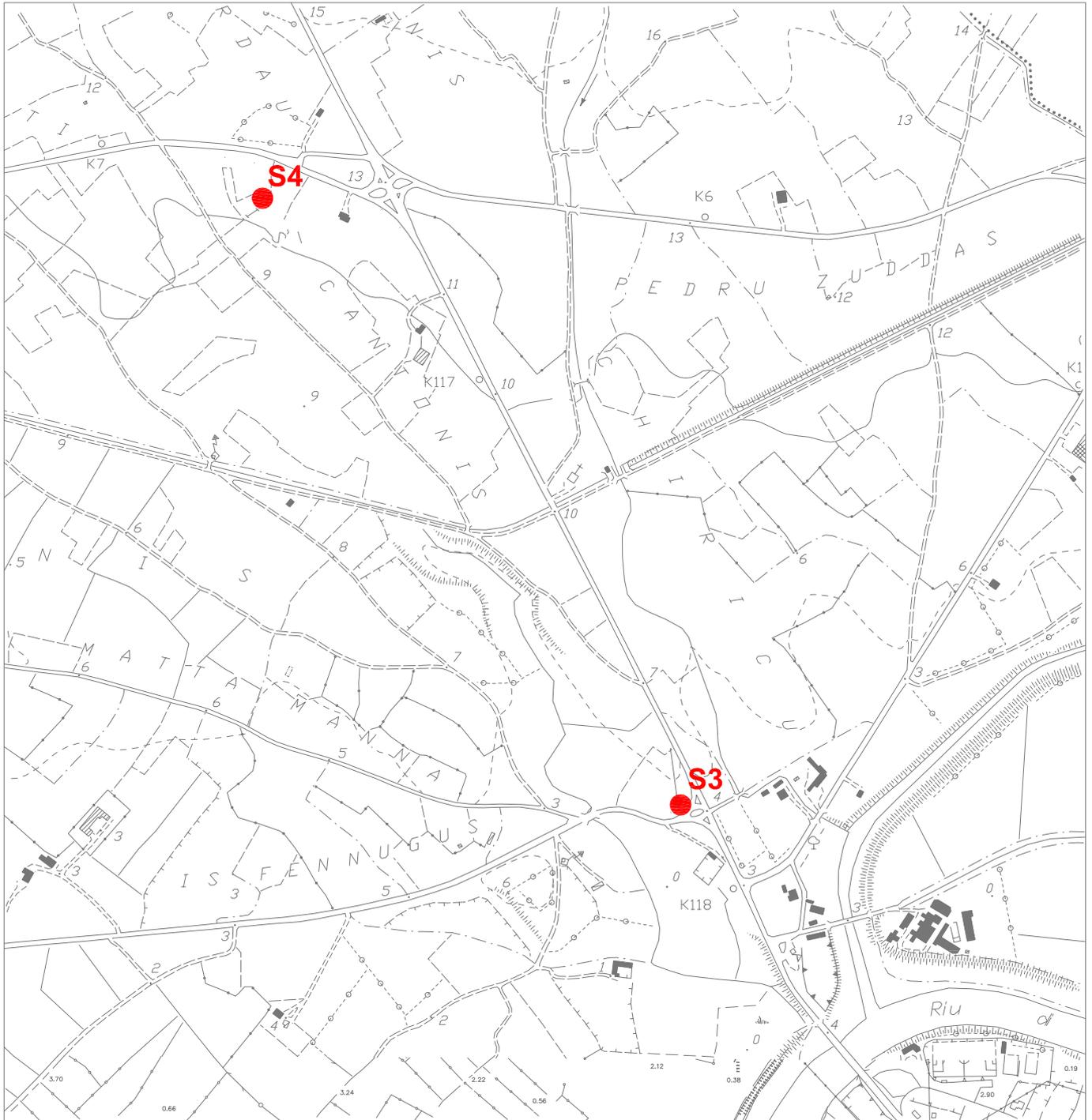
● S1 Sondaggi



Scala 1:10.000

PARTITORE SINIS-RIOLA SARDO
PARTITORE CAPO MANNU-RIOLA SARDO
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

● **S1** Sondaggi



Scala 1:10.000

CENTRALE SOLLEVAMENTO - CAPO MANNU

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

- **Pz1** Pozzetti geognostici

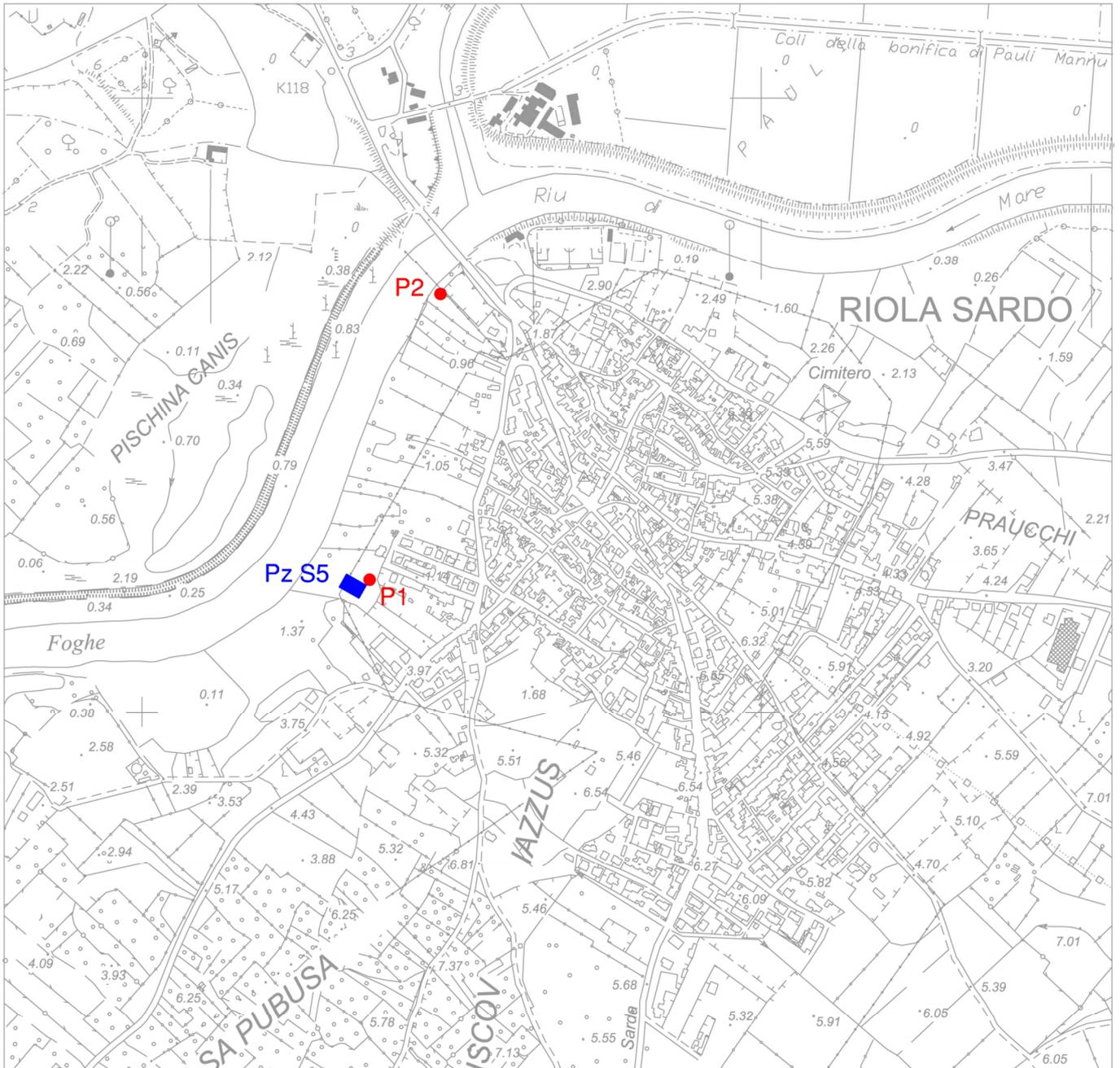


Scala 1:10.000

RIO DI MARE FOGHE

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

- P Prove penetrometriche dinamiche continue
- Pz Pozzetti geognostici

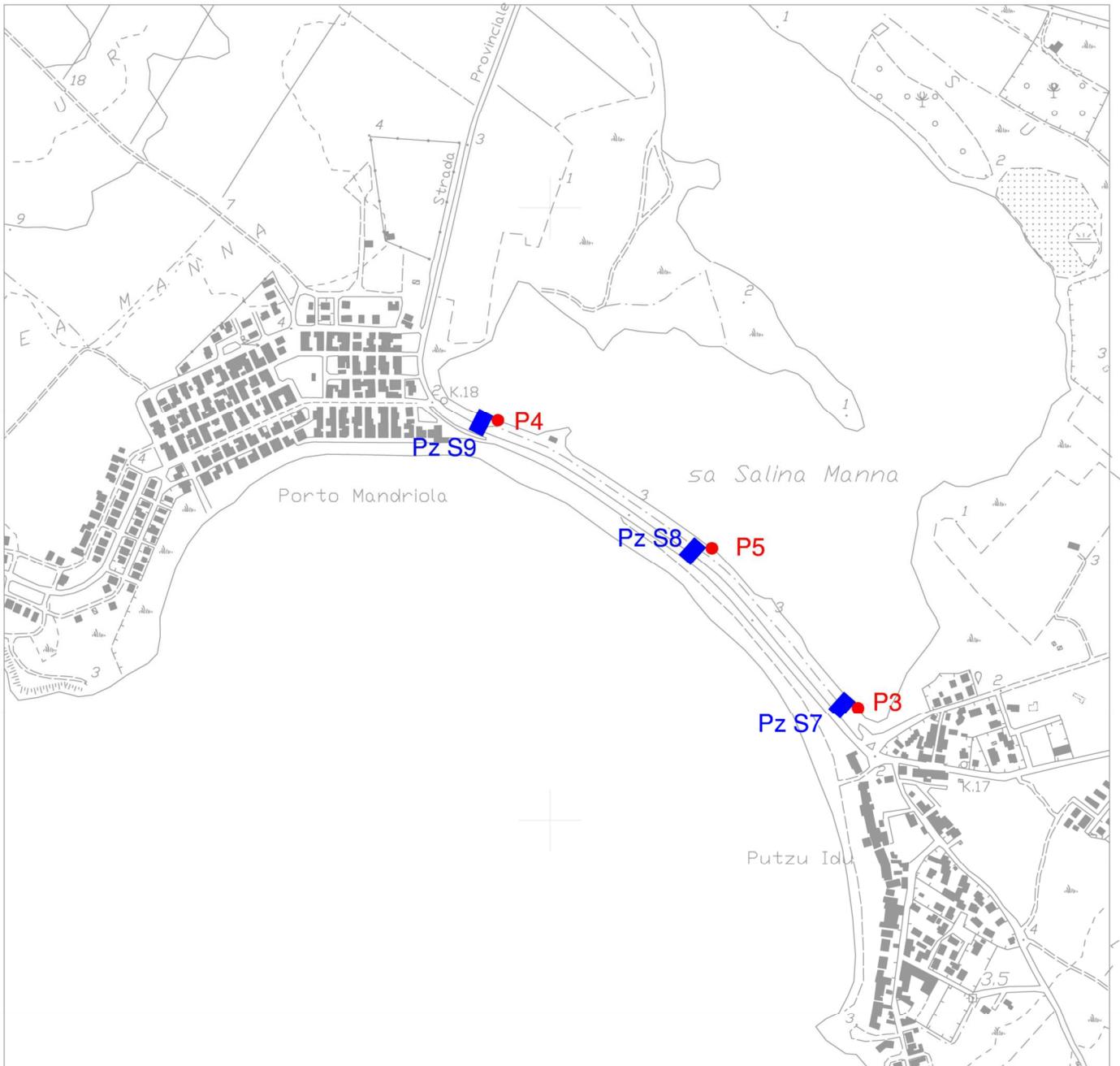


Scala 1:10.000

PUTZU IDU

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

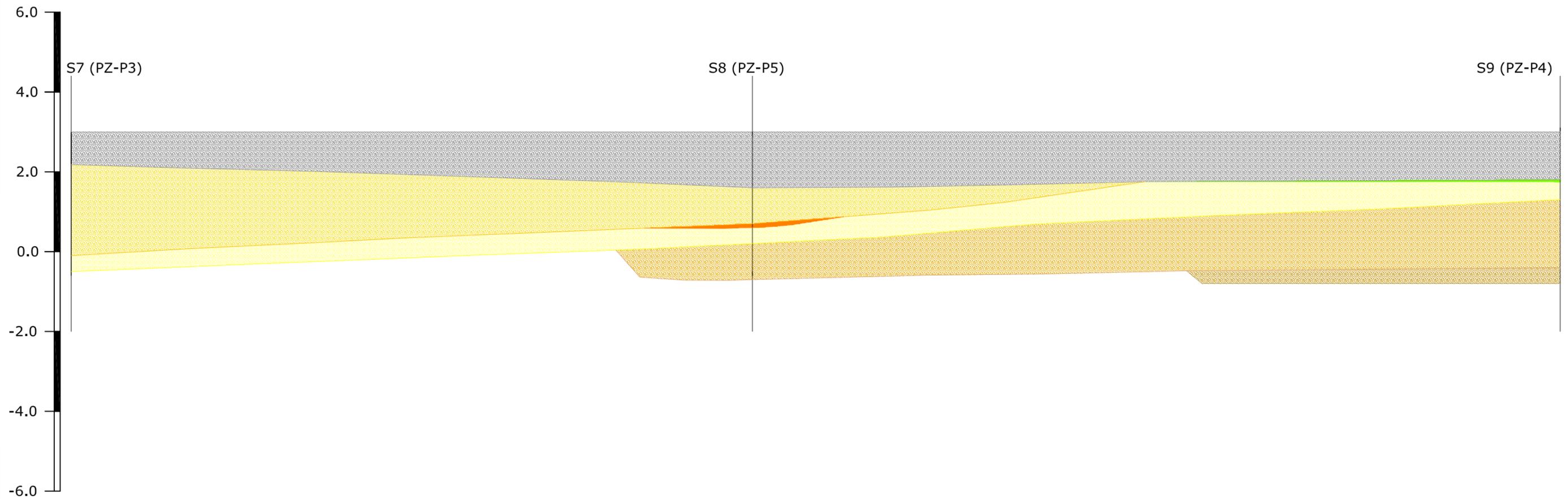
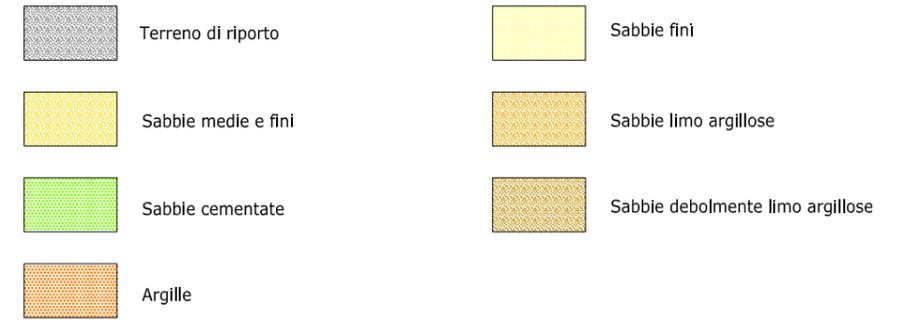
- P Prove penetrometriche dinamiche continue
- Pz Pozzetti geognostici



Scala 1:10.000

SEZIONE GEOLOGICA

Scala :
lunghezze 1:2.000 altezze 1:100



ABBANO S.p.A.

SCHEMA 31 TIRSO

CONDOTTA DI ALIMENTAZIONE DELLE ZONE COSTIERE DEL SINIS

INDAGINI GEOGNOSTICHE



L' Impresa

GEOSARDINYA S.r.l.

INDAGINI SVOLTE

Su incarico da parte della Società Abbanoa S.p.A. sono state eseguite nel mese di Ottobre 2010 indagini geognostiche per la condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis in località Putzu Idu e Rio Mare Foghe.

Per le verifiche sono state eseguite le seguenti indagini:

Pozzetti geognostici

Prove di laboratorio

Prove penetrometriche dinamiche DPM

POZZETTI GEOGNOSTICI

Sono stati eseguiti 4 pozzetti geognostici con utilizzo di un escavatore che hanno investigato sino alla profondità variabile da m -3.50 a m -3.80 dal piano campagna in località Putzu Idu e sino a m - 4.00 dal piano campagna in località Rio Mare Foghe.

PROVE DI LABORATORIO

Nel corso degli scavi sono stati prelevati complessivamente n. 4 campioni su cui in laboratorio sono state eseguite le Classificazioni delle Terre secondo le norme CNR UNI 10006 e la determinazione dei pesi specifici e di volume.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPM

Sono state eseguite n. 5 prove penetrometriche dinamiche continue DPM che hanno investigato sino alla profondità variabile da m -3.80 a m -8.20.

La prova consiste nella perforazione del terreno attraverso l'azione di una punta conica metallica, angolo di apertura 60°, collegata ad una serie di aste di un metro di lunghezza cadauna. L'infissione si ottiene mediante l'azione battente di un maglio di 30 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 10 cm che possono essere correlati alla prova standardizzata S.P.T..

Per ciascuna prova vengono forniti attraverso un programma di calcolo i parametri geotecnici, ottenuti schematizzando in livelli stratigrafici significativi i valori di resistenza. L'interpretazione sulla natura granulare o coesiva dei terreni dovrà essere stabilita principalmente attraverso la correlazione con i pozzetti geognostici e in parte analizzando l'andamento dei diagrammi ottenuti dalle prove.

L'interpretazione geotecnica delle verticali investigate, dovrà tener conto dei bassi valori di resistenza ottenuti dalle prove eseguite in prossimità del Rio Mare Foghe e su alcuni livelli della prova n. 5 di Putzu Idu , spesso estremamente insignificanti. Spesso è stato rilevato l'avanzamento della batteria di aste esclusivamente per il peso della massa battente, quindi senza percussione e senza la possibilità di rilevare il valore di resistenza. Tale condizione risulta evidente dalle tabelle e diagrammi delle prove. Sarà opportuno adottare dei parametri maggiormente cautelativi rispetto a quelli calcolati.

Gli elaborati lito-stratigrafici dei pozzetti geognostici, le analisi di laboratorio e i diagrammi delle prove penetrometriche sono inseriti nella presente documentazione.

L'Impresa

GEOSARDINYA s.r.l.
Via Dorando Petri n°9/B
09120 ORISTANO
P. IVA e C.F.: 011 0497 095 7

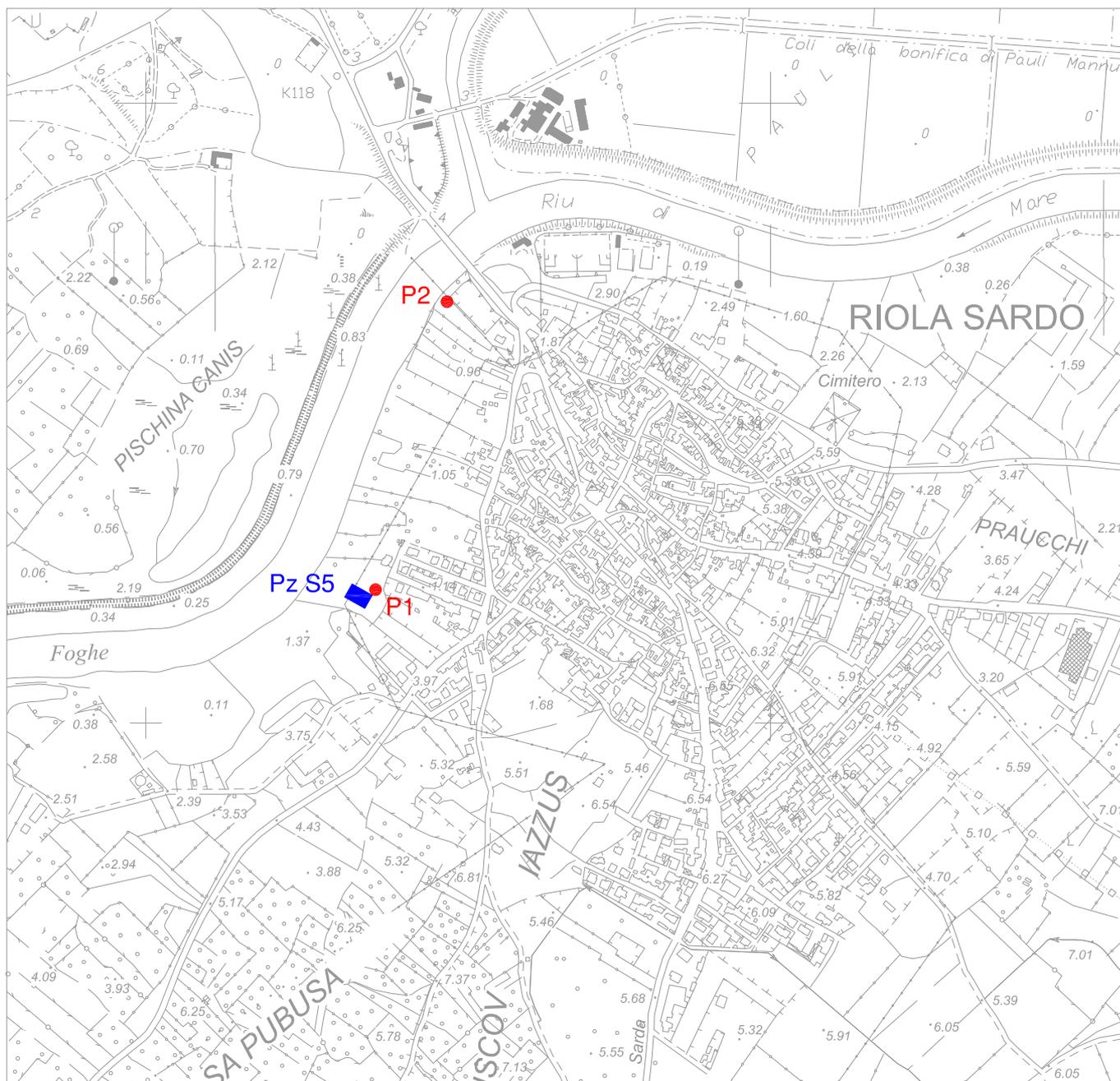
Indagini Geognostiche e Geotecniche

Rio di Mare Foghe

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

● P Prove penetrometriche dinamiche continue

■ Pz Pozzetti geognostici



Scala 1:10.000

COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A.
 LOCALITA' : Rio Mare Foghe Comune di Riola Sardo
 OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis

UBICAZIONE : vedi planimetria
 QUOTA : piano campagna
 DATA : 28/10/2010

POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S5

Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
0.40				Sabbie medie e fini limose brune con alcuni frammenti plastici, metallici, di laterizi e conglomerato cementizio
0.80	<u>0.90</u>			Argille sabbiose brune con alcuni elementi litici
1.00				Sabbie argillose brune
2.00	<u>1.90</u>	2.00-2.20	 A 7-6	Argille limose bruno scure plastiche e comprimibili con alcune intercalazioni argillo sabbiose centimetriche-decimetriche, alcuni livelli con frammenti conchigliari e resti vegetali.
3.00				
4.00				FINE SCAVO
5.00				H ₂ O: m -0.90 e m - 1.90; debole infiltrazione idrica rilevata in fase di scavo Instabilità delle pareti di scavo da m -1.50 Vane test da m -2.00 a m -4.00: valori variabili da 0.16 a 0.30 Kg/cm ² Pocket penetrometer da m -2.00 a m -4.00: valori variabili da 0.50 a 0.80 Kg/cm ²



DOCUMENTO DI PROVA

Data della prova : 29-ott-10

Certificato n° : 5282/10

COMMITTENTE : Geosardinya s.r.l.

OPERA : Abbanoa - Schema 31 Tirso - condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis

Pozzetto : PZ S5 (Riola)

Campione : C1

Profondità (m dal p.c.) : 2,0 - 2,2

PESO DI VOLUME NATURALE, SATURO, IMMERSO

Descrizione	Parametro	Risultato
Argilla di alta plasticità	Peso di volume naturale (g/cmc)	1,728
	Umidità (%)	51,0
	Massa volumica reale (g/cmc)	2,759
	Peso di volume secco (g/cmc)	1,144
	Peso di volume saturo (g/cmc)	1,730
	Peso di volume immerso (g/cmc)	0,730



Data: 5-nov-10

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 1

- indagine :	Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 5	- data :	27/10/2010
- cantiere :	Abbaona S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis	- quota inizio :	0
- località :	Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo	- prof. falda :	0,90 m da p.c.
- note :		- 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 - 0,10	6	23,3	----	1	2,40 - 2,50	1	3,5	----	3
0,10 - 0,20	12	46,6	----	1	2,50 - 2,60	1	3,5	----	3
0,20 - 0,30	11	42,7	----	1	2,60 - 2,70	1	3,5	----	3
0,30 - 0,40	10	38,8	----	1	2,70 - 2,80	1	3,5	----	3
0,40 - 0,50	7	27,2	----	1	2,80 - 2,90	1	3,5	----	3
0,50 - 0,60	6	23,3	----	1	2,90 - 3,00	1	3,4	----	4
0,60 - 0,70	7	27,2	----	1	3,00 - 3,10	1	3,4	----	4
0,70 - 0,80	3	11,6	----	1	3,10 - 3,20	2	6,7	----	4
0,80 - 0,90	2	7,8	----	1	3,20 - 3,30	2	6,7	----	4
0,90 - 1,00	----	----	----	2	3,30 - 3,40	1	3,4	----	4
1,00 - 1,10	1	3,7	----	2	3,40 - 3,50	2	6,7	----	4
1,10 - 1,20	2	7,4	----	2	3,50 - 3,60	2	6,7	----	4
1,20 - 1,30	1	3,7	----	2	3,60 - 3,70	3	10,1	----	4
1,30 - 1,40	2	7,4	----	2	3,70 - 3,80	3	10,1	----	4
1,40 - 1,50	1	3,7	----	2	3,80 - 3,90	2	6,7	----	4
1,50 - 1,60	1	3,7	----	2	3,90 - 4,00	2	6,4	----	5
1,60 - 1,70	----	----	----	2	4,00 - 4,10	3	9,6	----	5
1,70 - 1,80	----	----	----	2	4,10 - 4,20	3	9,6	----	5
1,80 - 1,90	----	----	----	2	4,20 - 4,30	3	9,6	----	5
1,90 - 2,00	1	3,5	----	3	4,30 - 4,40	4	12,9	----	5
2,00 - 2,10	----	----	----	3	4,40 - 4,50	3	9,6	----	5
2,10 - 2,20	----	----	----	3	4,50 - 4,60	3	9,6	----	5
2,20 - 2,30	1	3,5	----	3	4,60 - 4,70	3	9,6	----	5
2,30 - 2,40	1	3,5	----	3	4,70 - 4,80	3	9,6	----	5

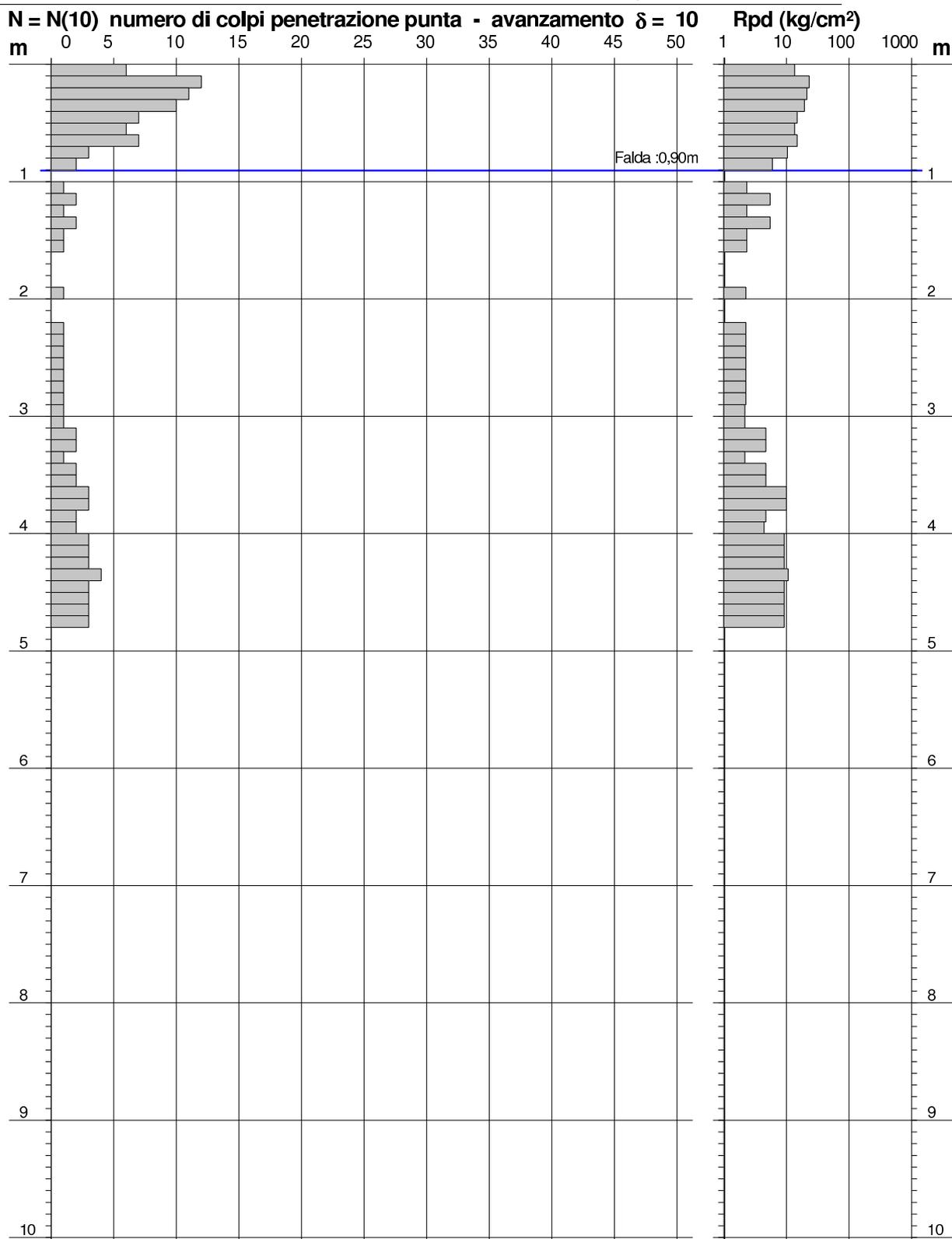
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 5
 - cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
 - località : Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo

- data : 27/10/2010
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,90 m da p.c.



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 1

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 5
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo
- note :
- data : 27/10/2010
- quota inizio : 0
- prof. falda : 0,90 m da p.c.
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,40	N	9,8	6	12	7,9	---	---	---	10	0,77	8
		Rpd	37,8	23	47	30,5	---	---	---	39		
2	0,40 0,70	N	6,7	6	7	6,3	---	---	---	7	0,77	5
		Rpd	25,9	23	27	24,6	---	---	---	27		
3	0,70 0,90	N	2,5	2	3	2,3	---	---	---	2	0,77	2
		Rpd	9,7	8	12	8,7	---	---	---	8		
4	0,90 1,00	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0		
5	1,00 1,60	N	1,3	1	2	1,2	---	---	1,8	1	0,77	1
		Rpd	4,9	4	7	4,3	1,9	3,0	6,8	4		
6	1,60 1,90	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0		
7	1,90 2,00	N	1,0	1	1	1,0	---	---	---	1	0,77	1
		Rpd	3,5	4	4	3,5	---	---	---	4		
8	2,00 2,20	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0		
9	2,20 3,10	N	1,0	1	1	1,0	---	1,0	1,0	1	0,77	1
		Rpd	3,5	3	4	3,4	---	3,4	3,6	4		
10	3,10 4,80	N	2,6	1	4	1,8	---	1,9	3,3	3	0,77	2
		Rpd	8,5	3	13	5,9	2,2	6,2	10,7	10		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.40		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
2	0.40 0.70		5	---	---	---	---	---	0.31	1.83	39	1.061
3	0.70 0.90		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
4	0.90 1.00		---	---	26.0	191	1.83	1.33	---	1.60	68	1.833
5	1.00 1.60		1	---	---	---	---	---	0.06	1.68	56	1.519
6	1.60 1.90		---	---	---	---	---	---	---	1.60	68	1.833
7	1.90 2.00		1	---	---	---	---	---	0.06	1.68	56	1.519
8	2.00 2.20		---	---	---	---	---	---	---	1.60	68	1.833
9	2.20 3.10		1	---	---	---	---	---	0.06	1.68	56	1.519
10	3.10 4.80		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 2

- indagine :	Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 6	- data :	27/10/2010
- cantiere :	Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis	- quota inizio :	0
- località :	Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- 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 - 0,10	5	19,4	----	1	4,10 - 4,20	----	----	----	5
0,10 - 0,20	7	27,2	----	1	4,20 - 4,30	----	----	----	5
0,20 - 0,30	9	34,9	----	1	4,30 - 4,40	----	----	----	5
0,30 - 0,40	5	19,4	----	1	4,40 - 4,50	----	----	----	5
0,40 - 0,50	6	23,3	----	1	4,50 - 4,60	----	----	----	5
0,50 - 0,60	3	11,6	----	1	4,60 - 4,70	----	----	----	5
0,60 - 0,70	3	11,6	----	1	4,70 - 4,80	1	3,2	----	5
0,70 - 0,80	3	11,6	----	1	4,80 - 4,90	1	3,2	----	5
0,80 - 0,90	2	7,8	----	1	4,90 - 5,00	1	3,1	----	6
0,90 - 1,00	2	7,4	----	2	5,00 - 5,10	1	3,1	----	6
1,00 - 1,10	2	7,4	----	2	5,10 - 5,20	1	3,1	----	6
1,10 - 1,20	3	11,1	----	2	5,20 - 5,30	1	3,1	----	6
1,20 - 1,30	2	7,4	----	2	5,30 - 5,40	1	3,1	----	6
1,30 - 1,40	4	14,8	----	2	5,40 - 5,50	2	6,2	----	6
1,40 - 1,50	4	14,8	----	2	5,50 - 5,60	1	3,1	----	6
1,50 - 1,60	4	14,8	----	2	5,60 - 5,70	2	6,2	----	6
1,60 - 1,70	5	18,4	----	2	5,70 - 5,80	2	6,2	----	6
1,70 - 1,80	7	25,8	----	2	5,80 - 5,90	2	6,2	----	6
1,80 - 1,90	5	18,4	----	2	5,90 - 6,00	1	3,0	----	7
1,90 - 2,00	3	10,5	----	3	6,00 - 6,10	2	5,9	----	7
2,00 - 2,10	2	7,0	----	3	6,10 - 6,20	2	5,9	----	7
2,10 - 2,20	2	7,0	----	3	6,20 - 6,30	2	5,9	----	7
2,20 - 2,30	1	3,5	----	3	6,30 - 6,40	2	5,9	----	7
2,30 - 2,40	1	3,5	----	3	6,40 - 6,50	4	11,8	----	7
2,40 - 2,50	----	----	----	3	6,50 - 6,60	8	23,7	----	7
2,50 - 2,60	----	----	----	3	6,60 - 6,70	9	26,6	----	7
2,60 - 2,70	1	3,5	----	3	6,70 - 6,80	15	44,4	----	7
2,70 - 2,80	1	3,5	----	3	6,80 - 6,90	17	50,3	----	7
2,80 - 2,90	----	----	----	3	6,90 - 7,00	26	74,1	----	8
2,90 - 3,00	----	----	----	4	7,00 - 7,10	29	82,6	----	8
3,00 - 3,10	----	----	----	4	7,10 - 7,20	21	59,8	----	8
3,10 - 3,20	----	----	----	4	7,20 - 7,30	14	39,9	----	8
3,20 - 3,30	----	----	----	4	7,30 - 7,40	10	28,5	----	8
3,30 - 3,40	----	----	----	4	7,40 - 7,50	21	59,8	----	8
3,40 - 3,50	----	----	----	4	7,50 - 7,60	18	51,3	----	8
3,50 - 3,60	----	----	----	4	7,60 - 7,70	16	45,6	----	8
3,60 - 3,70	----	----	----	4	7,70 - 7,80	24	68,4	----	8
3,70 - 3,80	2	6,7	----	4	7,80 - 7,90	37	105,4	----	8
3,80 - 3,90	----	----	----	4	7,90 - 8,00	51	139,9	----	9
3,90 - 4,00	2	6,4	----	5	8,00 - 8,10	40	109,8	----	9
4,00 - 4,10	1	3,2	----	5	8,10 - 8,20	50	137,2	----	9

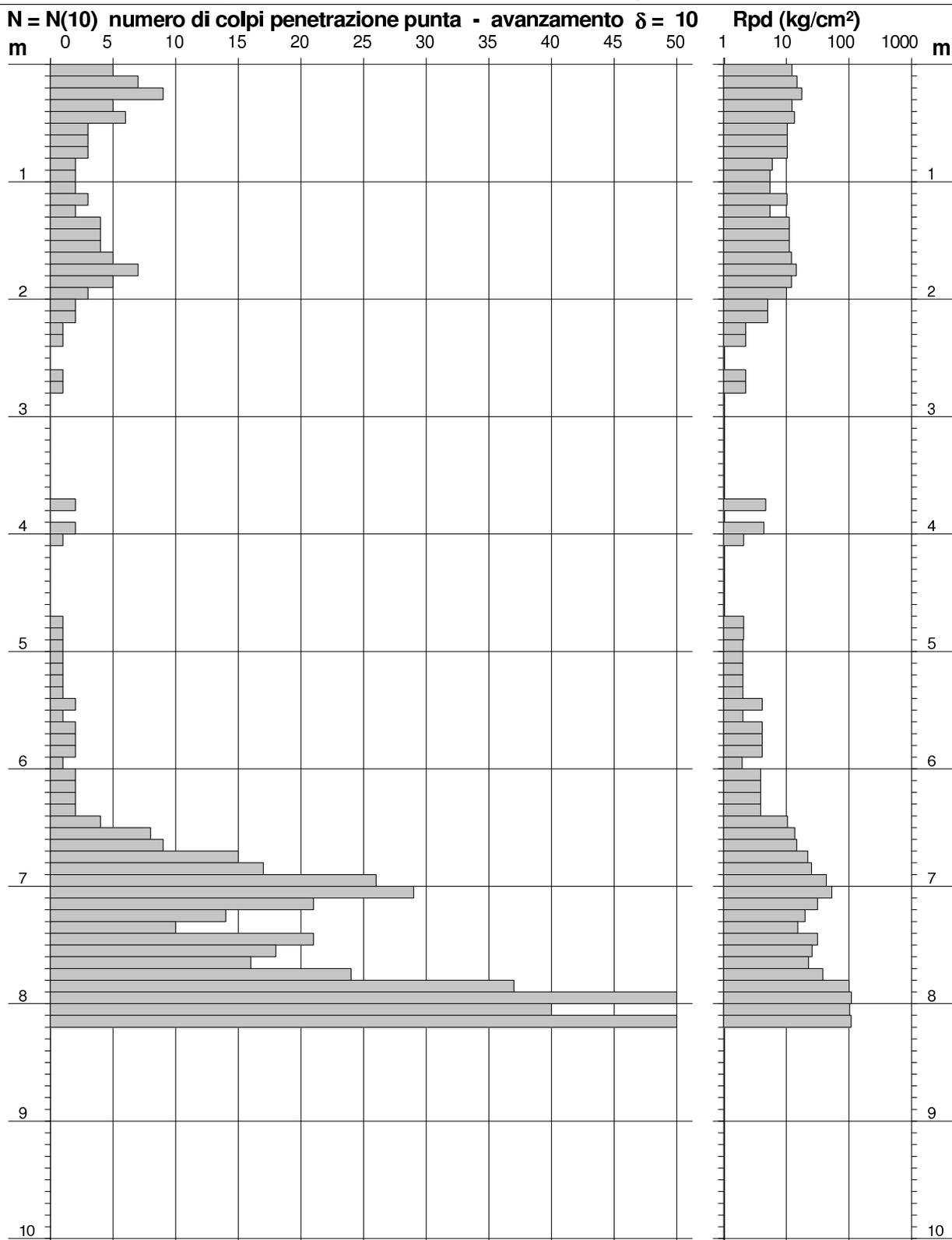
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 6
 - cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
 - località : Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo

- data : 27/10/2010
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 2

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 6
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo
- note :
- data : 27/10/2010
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,50	N	6,4	5	9	5,7	---	---	---	6	0,77	5
		Rpd	24,8	19	35	22,1	---	---	---			
2	0,50 1,30	N	2,5	2	3	2,3	---	2,0	3,0	2	0,77	2
		Rpd	9,5	7	12	8,4	2,2	7,3	11,6			
3	1,30 1,60	N	4,0	4	4	4,0	---	---	---	4	0,77	3
		Rpd	14,8	15	15	14,8	---	---	---			
4	1,60 1,90	N	5,7	5	7	5,3	---	---	---	6	0,77	5
		Rpd	20,9	18	26	19,7	---	---	---			
5	1,90 2,20	N	2,3	2	3	2,2	---	---	---	2	0,77	2
		Rpd	8,2	7	11	7,6	---	---	---			
6	2,20 2,40	N	1,0	1	1	1,0	---	---	---	1	0,77	1
		Rpd	3,5	4	4	3,5	---	---	---			
7	2,40 2,60	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---			
8	2,60 2,80	N	1,0	1	1	1,0	---	---	---	1	0,77	1
		Rpd	3,5	4	4	3,5	---	---	---			
9	2,80 3,70	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---			
10	3,70 3,80	N	2,0	2	2	2,0	---	---	---	2	0,77	2
		Rpd	6,7	7	7	6,7	---	---	---			
11	3,80 3,90	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---			
12	3,90 4,10	N	1,5	1	2	1,3	---	---	---	2	0,77	2
		Rpd	4,8	3	6	4,0	---	---	---			
13	4,10 4,70	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---			
14	4,70 6,40	N	1,5	1	2	1,2	---	1,0	2,0	2	0,77	2
		Rpd	4,5	3	6	3,7	1,5	3,0	6,0			
15	6,40 6,50	N	4,0	4	4	4,0	---	---	---	4	0,77	3
		Rpd	11,8	12	12	11,8	---	---	---			
16	6,50 6,70	N	8,5	8	9	8,3	---	---	---	8	0,77	6
		Rpd	25,2	24	27	24,4	---	---	---			
17	6,70 6,90	N	16,0	15	17	15,5	---	---	---	16	0,77	12
		Rpd	47,4	44	50	45,9	---	---	---			
18	6,90 7,30	N	22,5	14	29	18,3	---	---	---	22	0,77	17
		Rpd	64,1	40	83	52,0	---	---	---			
19	7,30 7,40	N	10,0	10	10	10,0	---	---	---	10	0,77	8
		Rpd	28,5	29	29	28,5	---	---	---			
20	7,40 7,80	N	19,8	16	24	17,9	---	---	---	20	0,77	15
		Rpd	56,2	46	68	50,9	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 2

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 6
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo
- note :
- data : 27/10/2010
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 2

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
21	7,80 8,20	N Rpd	44,5 123,1	37 105	51 140	40,8 114,2	---- ----	---- ----	---- ----	44 122	0,77	34

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n° 2

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 6
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Rio Mare Foghe - Comune di Riola Sardo
- note :
- data : 27/10/2010
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.50		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
2	0.50	1.30		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
3	1.30	1.60		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
4	1.60	1.90		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
5	1.90	2.20		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
6	2.20	2.40		1	3.8	26.4	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
7	2.40	2.60		----	----	26.0	191	1.83	1.33	----	1.60	68	1.833
8	2.60	2.80		1	3.8	26.4	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
9	2.80	3.70		----	----	26.0	191	1.83	1.33	----	1.60	68	1.833
10	3.70	3.80		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
11	3.80	3.90		----	----	26.0	191	1.83	1.33	----	1.60	68	1.833
12	3.90	4.10		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
13	4.10	4.70		----	----	26.0	191	1.83	1.33	----	1.60	68	1.833
14	4.70	6.40		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
15	6.40	6.50		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
16	6.50	6.70		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
17	6.70	6.90		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
18	6.90	7.30		17	45.5	32.1	322	1.97	1.56	1.06	1.98	27	0.729
19	7.30	7.40		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
20	7.40	7.80		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
21	7.80	8.20		34	69.0	37.0	453	2.07	1.72	2.13	2.19	16	0.429

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPM (30)**

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 : **DPM (30)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 14,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,90 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (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/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

METODI DI INTERPRETAZIONE

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)
5	18	30	65	55	87	80	96
10	35	35	70	60	89	85	98
15	43	40	75	65	91	90	100
20	50	45	80	70	93	95	100
25	58	50	85	75	94	100	100

Nspt = 0 ± 4	sabbia MOLTO SCIOLTA	Dr = 0 ± 15 %
Nspt = 4 ± 10	sabbia SCIOLTA	Dr = 15 ± 35 %
Nspt = 10 ± 30	sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA	Dr = 35 ± 65 %
Nspt = 30 ± 50	sabbia ADDENSATA	Dr = 65 ± 85 %
Nspt > 50	sabbia MOLTO ADDENSATA	Dr = 85 ± 100 %

Nspt -> φ' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953 '74)

Nspt	φ(°)	Nspt	φ(°)	Nspt	φ(°)	Nspt	φ(°)
5	28,0	30	36,0	55	41,8	80	44,5
10	30,0	35	37,3	60	42,5	85	44,8
15	31,5	40	38,5	65	43,3	90	45,0
20	33,0	45	39,8	70	44,0	95	45,0
25	34,5	50	41,0	75	44,3	100	45,0

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione; p'vo (pressione geostatica efficace).

PECK-H.T.
Y.S. e J.K.

Nspt -> φ' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari) - Yukiitake Shioi e Jiro Kukuni (1982)

$$\phi(^{\circ}) = ([15 * Nspt]^{1/2}) + 15$$

PECK-H.T.
Y.S. e J.K.

Nspt -> E' (MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO) (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970) -

SABBIE e GHIAIE N.C.	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)
	5	229,8	30	422,6	55	615,3	80	808,1
	10	268,4	35	461,1	60	653,9	85	846,6
	15	306,9	40	499,7	65	692,4	90	885,2
	20	345,5	45	538,2	70	731,0	95	923,7
	25	384,0	50	576,8	75	769,5	100	962,3

SABBIE S.C.	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)
	5	428,5	30	694,5	55	960,5	80	1226,5
	10	481,7	35	747,7	60	1013,7	85	1279,7
	15	534,9	40	800,9	65	1066,9	90	1332,9
	20	588,1	45	854,1	70	1120,1	95	1386,1
	25	641,3	50	907,3	75	1173,3	100	1439,3

Nspt -> liq (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE) (Terreni granulari) - SHI-MING (1982) ipotesi: sabbie con falda superficiale -

VII grado		VIII grado		IX grado		(Scala Mercalli modificata)
prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	
0,00	4	0,00	7	0,00	12	
1,00	5	1,00	9	1,00	14	
2,00	6	2,00	10	2,00	16	
3,00	7	3,00	11	3,00	18	
4,00	7	4,00	12	4,00	20	
5,00	8	5,00	14	5,00	22	
6,00	9	6,00	15	6,00	24	
7,00	10	7,00	16	7,00	26	
8,00	10	8,00	17	8,00	28	
9,00	11	9,00	19	9,00	30	
10,00	12	10,00	20	10,00	32	

LIQUEFAZIONE POSSIBILE PER Nspt < Ncr

Nspt -> Cu (COESIONE NON DRENATA) (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Cu(kg/cm ²)						
2	0,13	12	0,75	22	1,38	32	2,00
4	0,25	14	0,88	24	1,50	34	2,13
6	0,38	16	1,00	26	1,63	36	2,25
8	0,50	18	1,13	28	1,75	38	2,38
10	0,63	20	1,25	30	1,88	40	2,50

Nspt = 0 ÷ 2 terreno MOLTO MOLLE Cu = 0.000 ÷ 0.125 kg/cm²
 Nspt = 2 ÷ 4 terreno MOLLE Cu = 0.125 ÷ 0.250 kg/cm²
 Nspt = 4 ÷ 8 terreno MODERATA CONSISTENZA Cu = 0.250 ÷ 0.500 kg/cm²
 Nspt = 8 ÷ 15 terreno CONSISTENTE Cu = 0.500 ÷ 1.000 kg/cm²
 Nspt = 15 ÷ 30 terreno MOLTO CONSIST. Cu = 1.000 ÷ 2.000 kg/cm²
 Nspt > 30 terreno ESTREMAM. CONSIST. Cu > 2.000 kg/cm²

N.B.: correlazioni scarsamente affidabili, considerate le caratteristiche della prova SPT (di tipo dinamico)

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)

Ysat[t/m³]= peso di volume saturo Yd[t/m³]= peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

Nspt	Ysat	Yd									
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

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)

Ysat[t/m³]= peso di volume saturo Yd[t/m³]= peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	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

N.B.: Correlazioni scarsamente affidabili soprattutto per terreni coesivi!

ø -> Nc, Nq, Ng' Angolo di attrito efficace - Fattori di Capacità portante (Terreni coesivi - granulari) - TERZAGHI -

ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng
0	5,70	1,00	0,00	8	8,68	2,26	0,92	16	13,80	5,00	3,00
1	6,02	1,12	0,10	9	9,14	2,48	1,06	17	14,70	5,60	3,50
2	6,34	1,24	0,20	10	9,60	2,70	1,20	18	15,60	6,20	4,00
3	6,66	1,36	0,30	11	10,26	3,04	1,46	19	16,50	6,80	4,50
4	6,98	1,48	0,40	12	10,92	3,38	1,72	20	17,70	7,40	5,00
5	7,30	1,60	0,50	13	11,58	3,72	1,98	21	19,18	8,46	5,94
6	7,76	1,82	0,64	14	12,24	4,06	2,24	22	20,66	9,52	6,88
7	8,22	2,04	0,78	15	12,90	4,40	2,50	23	22,14	10,58	7,82

ø -> Nc, Nq, Ng' Angolo di attrito efficace - Fattori di Capacità portante (Terreni coesivi - granulari) - TERZAGHI -

ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng
24	23,62	11,64	8,76	33	49,86	33,84	33,32	42	126,38	118,10	179,24
25	25,10	12,70	9,70	34	53,98	37,62	37,86	43	141,72	136,50	218,66
26	27,52	14,66	11,70	35	57,80	41,40	42,40	44	157,06	154,90	258,08
27	29,94	16,62	13,70	36	65,38	49,38	54,00	45	172,30	173,30	297,50
28	32,36	18,58	15,70	37	72,96	57,36	65,60	46	207,34	221,74	468,64
29	34,78	20,54	17,70	38	80,54	65,34	77,20	47	242,38	270,18	639,78
30	37,20	22,50	19,70	39	88,12	73,32	88,80	48	277,42	318,62	810,92
31	41,62	26,28	24,24	40	95,70	81,30	100,40	49	312,46	367,06	982,06
32	45,74	30,06	28,78	41	111,04	99,70	139,82	50	347,50	415,50	1153,20

Prova penetrometrica dinamica P 1



Prova penetrometrica dinamica P 2

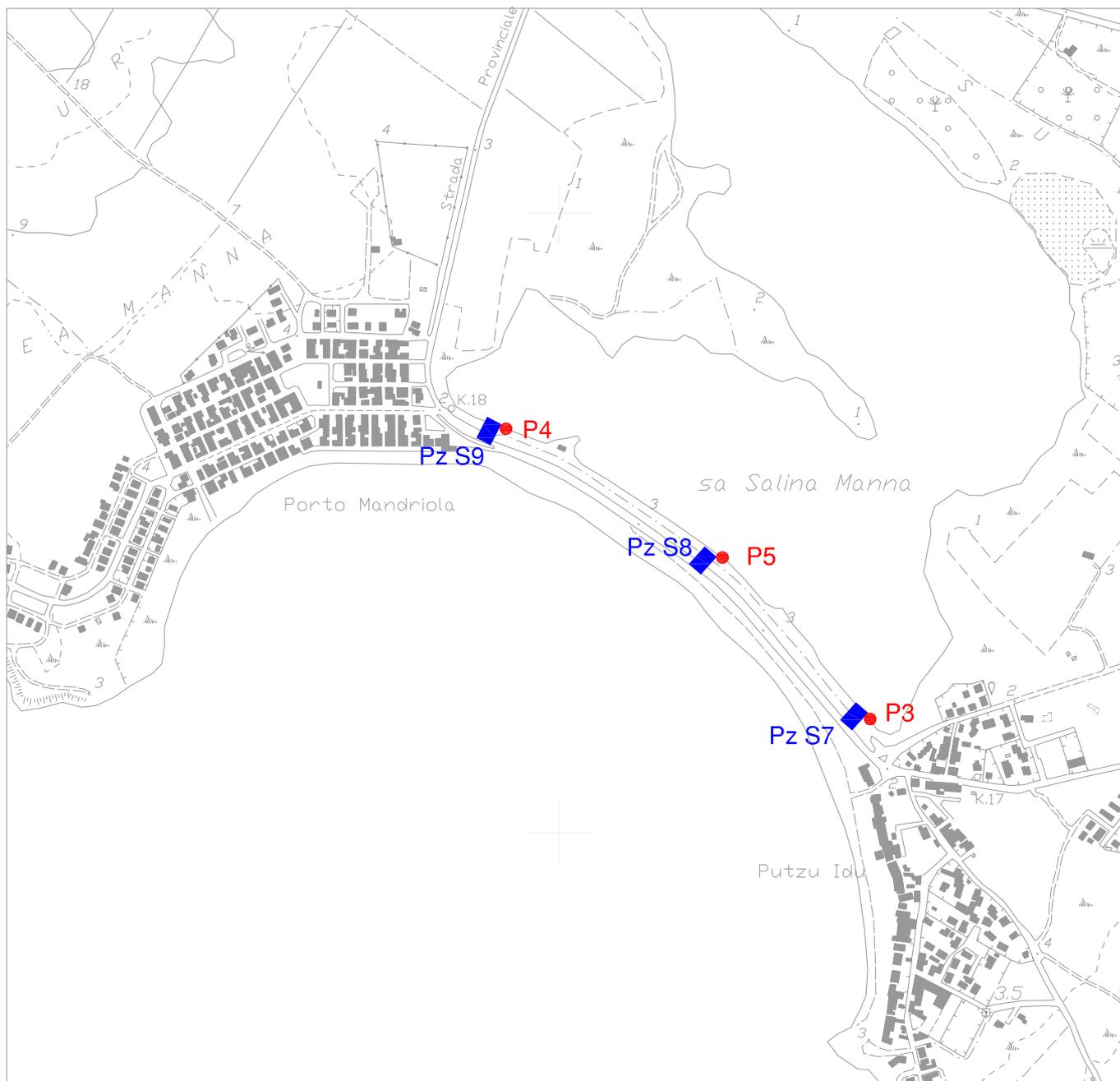


Indagini Geognostiche e Geotecniche

Putzu Idu

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

- P Prove penetrometriche dinamiche continue
- Pz Pozzetti geognostici



Scala 1:10.000

COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A. LOCALITA' : Putzu Idu Comune di San Vero Milis OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis	UBICAZIONE : vedi planimetria QUOTA : piano campagna DATA : 28/10/2010
---	--

POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S7

Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
0.80				Terreno di riporto: sabbie brune con rifiuti plastici, metallici e frammenti di laterizi, eternit e conglomerato cementizio
1.00				Sabbie medie e fini grigio nocciola con blocchi e frammenti litici arenacei centimetrici-decimetrici (ø max 50 cm)
1.50				
2.00			A 3 	Sabbie medie e fini grigie
3.00	<u>2.60</u>	2.20-2.40		Sabbie fini con frammenti carbonatico arenacei centimetrici-decimetrici grigie
3.10				
3.40				Sabbie fini grigie
3.50				
4.00				FINE SCAVO
5.00				H ₂ O: m -2.60; circolazione idrica rilevata in fase di scavo Instabilità delle pareti di scavo da m -0.90

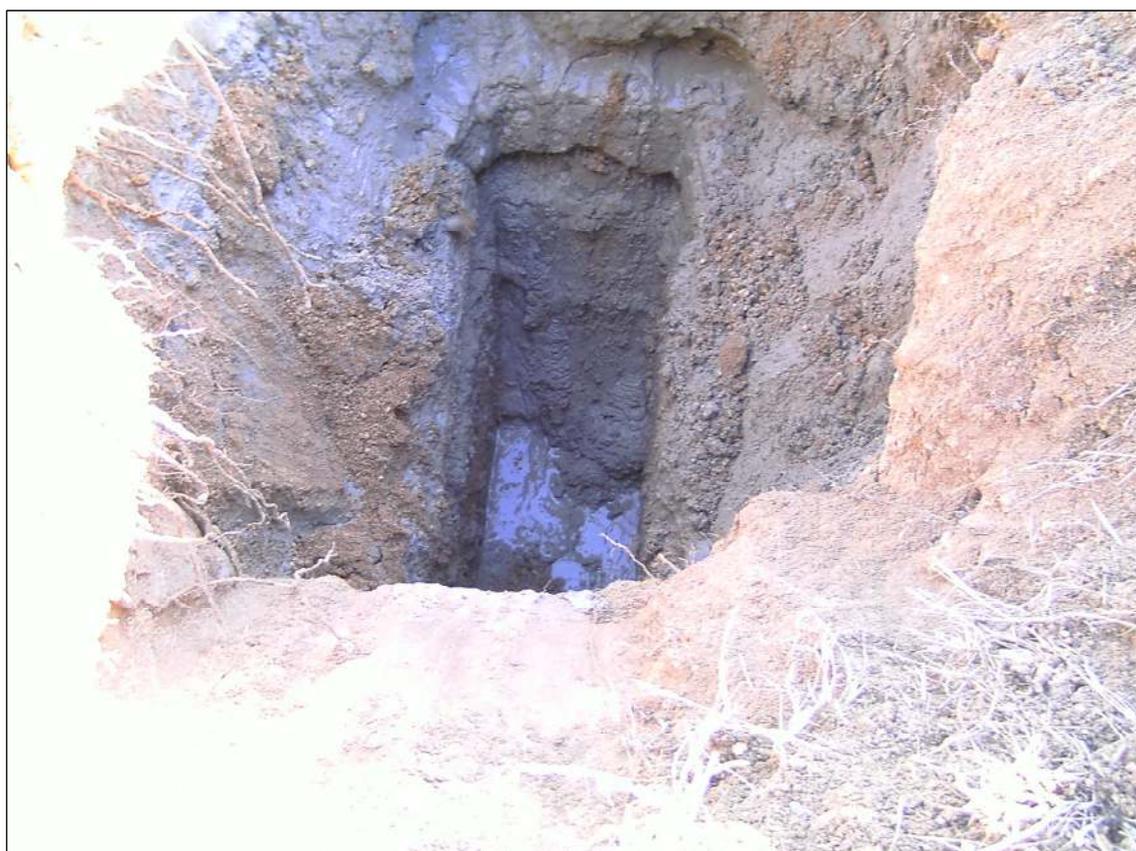


COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A.
 LOCALITA' : Putzu Idu Comune di San Vero Milis
 OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis

UBICAZIONE : vedi planimetria
 QUOTA : piano campagna
 DATA : 28/10/2010

POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S8

Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
1.00				Terreno di riporto: sabbie medie limose debolmente argillose nocciola con frammenti litici calcarenitici da centimetrici a ø max 40 cm variamente distribuiti
1.40	<u>1.40</u>			
2.00	<u>2.20</u>	2.00-2.20	A 4	Sabbie fini e medie grigie con alcuni elementi litici evoluti
2.30				Argille limose debolmente sabbiose biancastre
2.40				Sabbie fini e medie grigie
2.80				
3.00				Sabbie limo argillose grigie
3.70				
4.00				FINE SCAVO
5.00				H ₂ O: m -1.40 e m - 2.20; debole infiltrazione idrica rilevata in fase di scavo Instabilità delle pareti di scavo da m -1.40 a m -2.30



COMMITTENTE : Abbanoa S.p.A.
 LOCALITA' : Putzu Idu Comune di San Vero Milis
 OPERA : Schema 31 Tirso - Condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis

UBICAZIONE : vedi planimetria
 QUOTA : piano campagna
 DATA : 28/10/2010

POZZETTO STRATIGRAFICO PZ S9

Profondità (m)	H ₂ O	Camp	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
1.00				Terreno di riporto: frammenti litici e blocchi carbonatico-arenacei da centimetrici a decimetrici ø max 80 cm con sabbie medie e fini giallastre; alcuni frammenti di laterizi e calcestruzzo
1.20				Livello di sabbie cementate
1.25				Sabbie fini e medie grigie
1.70				
2.00		1.90-2.10	A 3	Sabbie limo argillose grigio chiaro con frammenti arenacei centimetrici e decimetrici
3.00	<u>2.70</u>			
3.40				Sabbie debolmente limo argillose grigio chiaro con frammenti arenacei
3.80				
4.00				FINE SCAVO
				H ₂ O: m -2.70; debole infiltrazione idrica rilevata in fase di scavo Debole instabilità delle pareti di scavo da m -1.30
5.00				



DOCUMENTO DI PROVA

Data della prova : 29-ott-10

Certificato n° : 5278/10

COMMITTENTE : Geosardinya s.r.l.

OPERA : Abbanoa - Schema 31 Tirso - condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis

Pozzetto : PZ S7 (Putzu Idu)

Campione : C2

Profondità (m dal p.c.) : 2,2 - 2,4

PESO DI VOLUME NATURALE, SATURO, IMMERSO

Descrizione	Parametro	Risultato
Sabbia debolmente limosa	Peso di volume naturale (g/cmc)	1,816
	Umidità (%)	27,4
	Massa volumica reale (g/cmc)	2,619
	Peso di volume secco (g/cmc)	1,425
	Peso di volume saturo (g/cmc)	1,881
	Peso di volume immerso (g/cmc)	0,881



Data: 5-nov-10

DOCUMENTO DI PROVA

Data della prova : 29-ott-10

Certificato n° : 5280/10

COMMITTENTE : Geosardinya s.r.l.

OPERA : Abbanoa - Schema 31 Tirso - condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis

Pozzetto : PZ S8 (Putzu Idu)

Campione : C3

Profondità (m dal p.c.) : 2,0 - 2,2

PESO DI VOLUME NATURALE, SATURO, IMMERSO

Descrizione	Parametro	Risultato
Limo con ghiaia e sabbia	Peso di volume naturale (g/cmc)	1,921
	Umidità (%)	28,9
	Massa volumica reale (g/cmc)	2,709
	Peso di volume secco (g/cmc)	1,490
	Peso di volume saturo (g/cmc)	1,940
	Peso di volume immerso (g/cmc)	0,940



Data: 5-nov-10

DOCUMENTO DI PROVA

Data della prova : 29-ott-10

Certificato n° : 5276/10

COMMITTENTE : Geosardinya s.r.l.

OPERA : Abbanoa - Schema 31 Tirso - condotta di alimentazione delle zone costiere del Sinis

Pozzetto : PZ S9 (Putzu Idu)

Campione : C4

Profondità (m dal p.c.) : 1,9 - 2,1

PESO DI VOLUME NATURALE, SATURO, IMMERSO

Descrizione	Parametro	Risultato
Sabbia debolmente limosa	Peso di volume naturale (g/cmc)	1,732
	Umidità (%)	26,6
	Massa volumica reale (g/cmc)	2,679
	Peso di volume secco (g/cmc)	1,368
	Peso di volume saturo (g/cmc)	1,857
	Peso di volume immerso (g/cmc)	0,857



Data: 5-nov-10

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 3

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 7
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :

- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0.10 da p.c.
- prof. falda : 1,80 m da p.c.
- 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 - 0,10	----	----	----	1	2,50 - 2,60	22	77,3	----	3
0,10 - 0,20	1	3,9	----	1	2,60 - 2,70	16	56,3	----	3
0,20 - 0,30	1	3,9	----	1	2,70 - 2,80	19	66,8	----	3
0,30 - 0,40	3	11,6	----	1	2,80 - 2,90	12	42,2	----	3
0,40 - 0,50	5	19,4	----	1	2,90 - 3,00	11	36,9	----	4
0,50 - 0,60	16	62,1	----	1	3,00 - 3,10	20	67,2	----	4
0,60 - 0,70	18	69,8	----	1	3,10 - 3,20	23	77,2	----	4
0,70 - 0,80	20	77,6	----	1	3,20 - 3,30	27	90,7	----	4
0,80 - 0,90	18	69,8	----	1	3,30 - 3,40	13	43,7	----	4
0,90 - 1,00	22	81,1	----	2	3,40 - 3,50	6	20,1	----	4
1,00 - 1,10	28	103,3	----	2	3,50 - 3,60	4	13,4	----	4
1,10 - 1,20	22	81,1	----	2	3,60 - 3,70	9	30,2	----	4
1,20 - 1,30	17	62,7	----	2	3,70 - 3,80	143	480,2	----	4
1,30 - 1,40	14	51,6	----	2	3,80 - 3,90	73	245,1	----	4
1,40 - 1,50	10	36,9	----	2	3,90 - 4,00	88	282,9	----	5
1,50 - 1,60	8	29,5	----	2	4,00 - 4,10	100	321,4	----	5
1,60 - 1,70	5	18,4	----	2	4,10 - 4,20	40	128,6	----	5
1,70 - 1,80	3	11,1	----	2	4,20 - 4,30	18	57,9	----	5
1,80 - 1,90	4	14,8	----	2	4,30 - 4,40	41	131,8	----	5
1,90 - 2,00	19	66,8	----	3	4,40 - 4,50	21	67,5	----	5
2,00 - 2,10	19	66,8	----	3	4,50 - 4,60	12	38,6	----	5
2,10 - 2,20	22	77,3	----	3	4,60 - 4,70	23	73,9	----	5
2,20 - 2,30	35	123,0	----	3	4,70 - 4,80	112	360,0	----	5
2,30 - 2,40	19	66,8	----	3	4,80 - 4,90	60	192,9	----	5
2,40 - 2,50	25	87,9	----	3	4,90 - 5,00	109	336,0	----	6

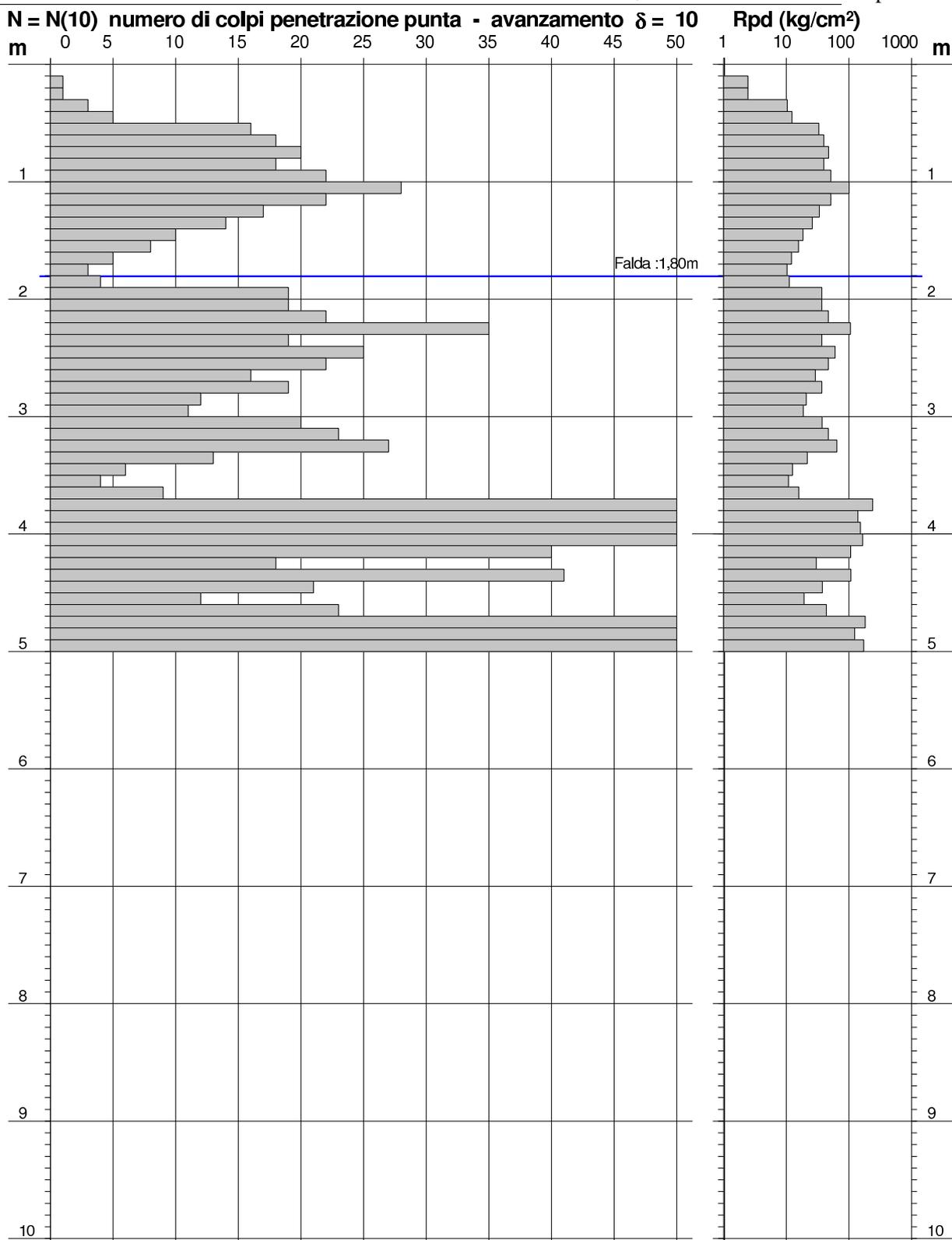
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 7
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis

- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0,10 da p.c.
- prof. falda : 1,80 m da p.c.



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 3

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 7
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :
- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0.10 da p.c.
- prof. falda : 1,80 m da p.c.
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,30	N	0,7	0	1	0,3	---	---	---	1	0,77	1
		Rpd	2,6	0	4	1,3	---	---	---			
2	0,30 0,50	N	4,0	3	5	3,5	---	---	---	4	0,77	3
		Rpd	15,5	12	19	13,6	---	---	---			
3	0,50 1,00	N	18,8	16	22	17,4	---	---	---	19	0,77	15
		Rpd	72,1	62	81	67,1	---	---	---			
4	1,00 1,10	N	28,0	28	28	28,0	---	---	---	28	0,77	21
		Rpd	103,3	103	103	103,3	---	---	---			
5	1,10 1,20	N	22,0	22	22	22,0	---	---	---	22	0,77	17
		Rpd	81,1	81	81	81,1	---	---	---			
6	1,20 1,40	N	15,5	14	17	14,8	---	---	---	16	0,77	12
		Rpd	57,2	52	63	54,4	---	---	---			
7	1,40 1,60	N	9,0	8	10	8,5	---	---	---	9	0,77	7
		Rpd	33,2	30	37	31,4	---	---	---			
8	1,60 1,90	N	4,0	3	5	3,5	---	---	---	4	0,77	3
		Rpd	14,8	11	18	12,9	---	---	---			
9	1,90 2,20	N	20,0	19	22	19,5	---	---	---	20	0,77	15
		Rpd	70,3	67	77	68,6	---	---	---			
10	2,20 2,30	N	35,0	35	35	35,0	---	---	---	35	0,77	27
		Rpd	123,0	123	123	123,0	---	---	---			
11	2,30 2,80	N	20,2	16	25	18,1	---	---	---	20	0,77	15
		Rpd	71,0	56	88	63,6	---	---	---			
12	2,80 3,30	N	18,6	11	27	14,8	---	---	---	19	0,77	15
		Rpd	62,8	37	91	49,9	---	---	---			
13	3,30 3,40	N	13,0	13	13	13,0	---	---	---	13	0,77	10
		Rpd	43,7	44	44	43,7	---	---	---			
14	3,40 3,60	N	5,0	4	6	4,5	---	---	---	5	0,77	4
		Rpd	16,8	13	20	15,1	---	---	---			
15	3,60 3,70	N	9,0	9	9	9,0	---	---	---	9	0,77	7
		Rpd	30,2	30	30	30,2	---	---	---			
16	3,70 3,80	N	143,0	143	143	143,0	---	---	---	143	0,77	110
		Rpd	480,2	480	480	480,2	---	---	---			
17	3,80 4,10	N	87,0	73	100	80,0	---	---	---	87	0,77	67
		Rpd	283,1	245	321	264,1	---	---	---			
18	4,10 4,20	N	40,0	40	40	40,0	---	---	---	40	0,77	31
		Rpd	128,6	129	129	128,6	---	---	---			
19	4,20 4,30	N	18,0	18	18	18,0	---	---	---	18	0,77	14
		Rpd	57,9	58	58	57,9	---	---	---			
20	4,30 4,40	N	41,0	41	41	41,0	---	---	---	41	0,77	31
		Rpd	131,8	132	132	131,8	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 3

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 7
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :
- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0.10 da p.c.
- prof. falda : 1,80 m da p.c.
- pagina : 2

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
21	4,40	4,50	N	21,0	21	21	21,0	----	----	----	21	0,77	16
			Rpd	67,5	68	68	67,5	----	----	----			
22	4,50	4,70	N	17,5	12	23	14,8	----	----	----	18	0,77	14
			Rpd	56,3	39	74	47,4	----	----	----			
23	4,70	4,80	N	112,0	112	112	112,0	----	----	----	112	0,77	86
			Rpd	360,0	360	360	360,0	----	----	----			
24	4,80	4,90	N	60,0	60	60	60,0	----	----	----	60	0,77	46
			Rpd	192,9	193	193	192,9	----	----	----			
25	4,90	5,00	N	109,0	109	109	109,0	----	----	----	109	0,77	83
			Rpd	336,0	336	336	336,0	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n° 3

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 7
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :
- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0.10 da p.c.
- prof. falda : 1,80 m da p.c.
- pagina : 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.30		1	3.8	18.9	199	1.84	1.34	----	----	----	----
2	0.30	0.50		3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	----	----	----	----
3	0.50	1.00		15	42.5	30.0	307	1.96	1.54	----	----	----	----
4	1.00	1.10		21	51.5	32.7	353	2.00	1.60	----	----	----	----
5	1.10	1.20		17	45.5	31.0	322	1.97	1.56	----	----	----	----
6	1.20	1.40		12	38.0	28.4	284	1.94	1.52	----	----	----	----
7	1.40	1.60		7	25.0	25.2	245	1.90	1.45	----	----	----	----
8	1.60	1.90		3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	----	----	----	----
9	1.90	2.20		15	42.5	30.0	307	1.96	1.54	----	----	----	----
10	2.20	2.30		27	60.5	35.1	399	2.03	1.66	----	----	----	----
11	2.30	2.80		15	42.5	30.0	307	1.96	1.54	----	----	----	----
12	2.80	3.30		15	42.5	30.0	307	1.96	1.54	----	----	----	----
13	3.30	3.40		10	35.0	27.2	268	1.93	1.50	----	----	----	----
14	3.40	3.60		4	15.0	22.7	222	1.87	1.39	----	----	----	----
15	3.60	3.70		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
16	3.70	3.80		110	100.0	45.0	1039	2.24	1.99	6.88	3.11	-07	-0.195
17	3.80	4.10		67	91.4	43.6	708	2.19	1.91	4.19	2.59	03	0.070
18	4.10	4.20		31	66.0	36.3	430	2.06	1.70	1.94	2.15	18	0.474
19	4.20	4.30		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
20	4.30	4.40		31	66.0	36.3	430	2.06	1.70	1.94	2.15	18	0.474
21	4.40	4.50		16	44.0	31.8	315	1.97	1.55	1.00	1.97	28	0.750
22	4.50	4.70		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
23	4.70	4.80		86	98.5	44.8	854	2.23	1.97	5.38	2.82	-02	-0.066
24	4.80	4.90		46	81.0	40.0	546	2.13	1.82	2.88	2.33	10	0.274
25	4.90	5.00		83	97.4	44.7	831	2.22	1.96	5.19	2.78	-02	-0.047

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 4

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 9
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :

- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0.20 da p.c.
- prof. falda : 1,45 m da p.c.
- 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 - 0,10	----	----	----	1	2,60 - 2,70	4	14,1	----	3
0,10 - 0,20	----	----	----	1	2,70 - 2,80	8	28,1	----	3
0,20 - 0,30	11	42,7	----	1	2,80 - 2,90	9	31,6	----	3
0,30 - 0,40	18	69,8	----	1	2,90 - 3,00	7	23,5	----	4
0,40 - 0,50	18	69,8	----	1	3,00 - 3,10	9	30,2	----	4
0,50 - 0,60	8	31,0	----	1	3,10 - 3,20	9	30,2	----	4
0,60 - 0,70	5	19,4	----	1	3,20 - 3,30	7	23,5	----	4
0,70 - 0,80	6	23,3	----	1	3,30 - 3,40	11	36,9	----	4
0,80 - 0,90	12	46,6	----	1	3,40 - 3,50	8	26,9	----	4
0,90 - 1,00	4	14,8	----	2	3,50 - 3,60	10	33,6	----	4
1,00 - 1,10	2	7,4	----	2	3,60 - 3,70	12	40,3	----	4
1,10 - 1,20	4	14,8	----	2	3,70 - 3,80	14	47,0	----	4
1,20 - 1,30	2	7,4	----	2	3,80 - 3,90	15	50,4	----	4
1,30 - 1,40	3	11,1	----	2	3,90 - 4,00	10	32,1	----	5
1,40 - 1,50	11	40,6	----	2	4,00 - 4,10	14	45,0	----	5
1,50 - 1,60	8	29,5	----	2	4,10 - 4,20	19	61,1	----	5
1,60 - 1,70	8	29,5	----	2	4,20 - 4,30	26	83,6	----	5
1,70 - 1,80	5	18,4	----	2	4,30 - 4,40	27	86,8	----	5
1,80 - 1,90	5	18,4	----	2	4,40 - 4,50	26	83,6	----	5
1,90 - 2,00	6	21,1	----	3	4,50 - 4,60	27	86,8	----	5
2,00 - 2,10	5	17,6	----	3	4,60 - 4,70	20	64,3	----	5
2,10 - 2,20	3	10,5	----	3	4,70 - 4,80	21	67,5	----	5
2,20 - 2,30	3	10,5	----	3	4,80 - 4,90	17	54,6	----	5
2,30 - 2,40	13	45,7	----	3	4,90 - 5,00	17	52,4	----	6
2,40 - 2,50	8	28,1	----	3	5,00 - 5,10	138	425,3	----	6
2,50 - 2,60	5	17,6	----	3					

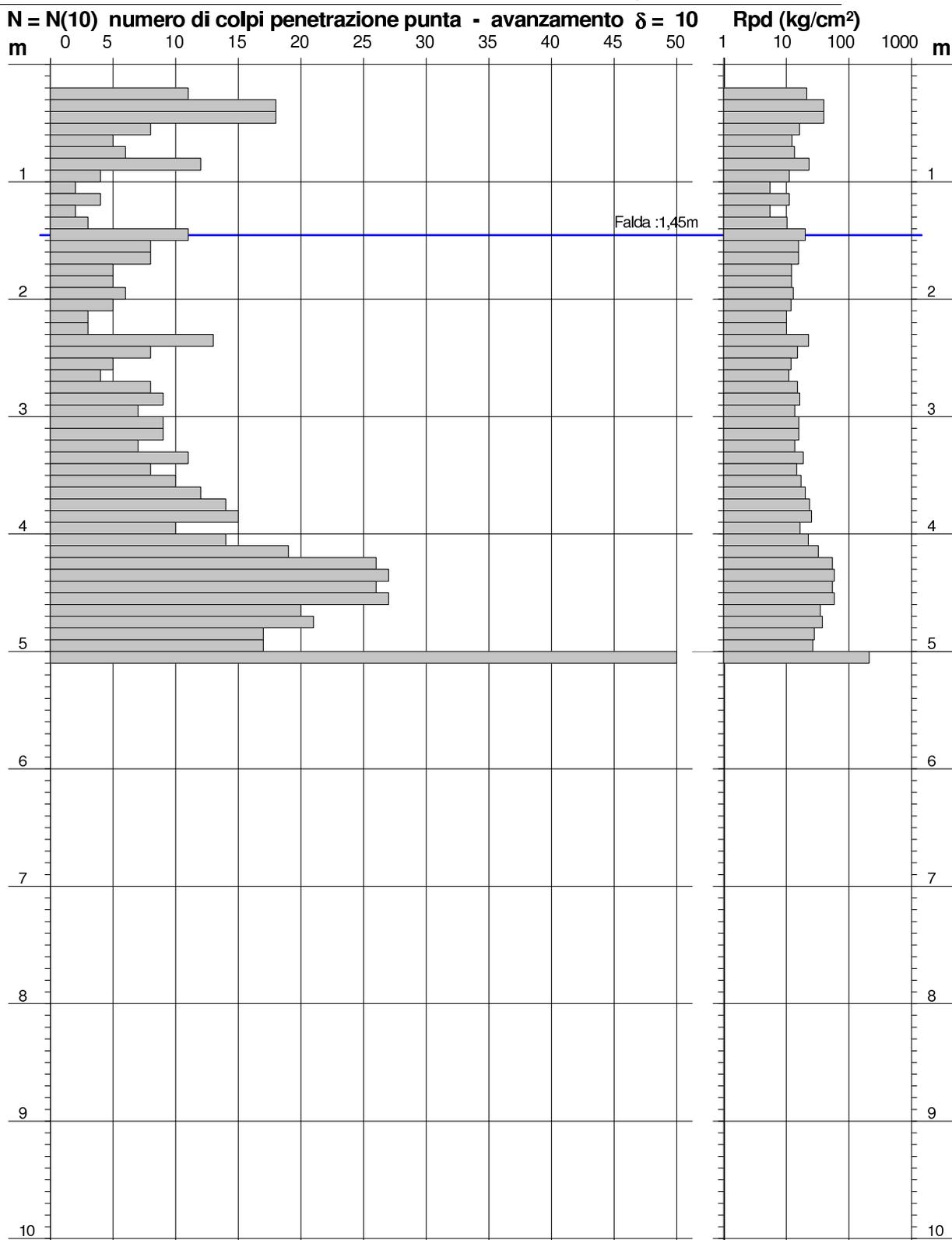
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 9
 - cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
 - località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis

- data : 28/10/2010
 - quota inizio : - 0,20 da p.c.
 - prof. falda : 1,45 m da p.c.



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 4

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 9
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :
- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0,20 da p.c.
- prof. falda : 1,45 m da p.c.
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,30	N	3,7	0	11	1,8	----	----	----	4	0,77	3
		Rpd	14,2	0	43	7,1	----	----	----	15		
2	0,30 0,50	N	18,0	18	18	18,0	----	----	----	18	0,77	14
		Rpd	69,8	70	70	69,8	----	----	----	70		
3	0,50 0,80	N	6,3	5	8	5,7	----	----	----	6	0,77	5
		Rpd	24,6	19	31	22,0	----	----	----	23		
4	0,80 0,90	N	12,0	12	12	12,0	----	----	----	12	0,77	9
		Rpd	46,6	47	47	46,6	----	----	----	47		
5	0,90 1,40	N	3,0	2	4	2,5	----	----	----	3	0,77	2
		Rpd	11,1	7	15	9,2	----	----	----	11		
6	1,40 1,70	N	9,0	8	11	8,5	----	----	----	9	0,77	7
		Rpd	33,2	30	41	31,4	----	----	----	33		
7	1,70 2,10	N	5,3	5	6	5,1	----	----	----	5	0,77	4
		Rpd	18,9	18	21	18,2	----	----	----	18		
8	2,10 2,30	N	3,0	3	3	3,0	----	----	----	3	0,77	2
		Rpd	10,5	11	11	10,5	----	----	----	11		
9	2,30 2,50	N	10,5	8	13	9,3	----	----	----	10	0,77	8
		Rpd	36,9	28	46	32,5	----	----	----	35		
10	2,50 2,70	N	4,5	4	5	4,3	----	----	----	4	0,77	3
		Rpd	15,8	14	18	14,9	----	----	----	14		
11	2,70 3,30	N	8,2	7	9	7,6	1,0	7,2	9,1	8	0,77	6
		Rpd	27,9	24	32	25,7	3,6	24,3	31,4	27		
12	3,30 4,10	N	11,8	8	15	9,9	2,4	9,3	14,2	12	0,77	9
		Rpd	39,0	27	50	32,9	8,1	30,9	47,1	40		
13	4,10 4,20	N	19,0	19	19	19,0	----	----	----	19	0,77	15
		Rpd	61,1	61	61	61,1	----	----	----	61		
14	4,20 4,60	N	26,5	26	27	26,3	----	----	----	26	0,77	20
		Rpd	85,2	84	87	84,4	----	----	----	84		
15	4,60 5,00	N	18,8	17	21	17,9	----	----	----	19	0,77	15
		Rpd	59,7	52	68	56,1	----	----	----	60		
16	5,00 5,10	N	138,0	138	138	138,0	----	----	----	138	0,77	106
		Rpd	425,3	425	425	425,3	----	----	----	425		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n° 4

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 9
 - cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
 - località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
 - note :
 - data : 28/10/2010
 - quota inizio : - 0.20 da p.c.
 - prof. falda : 1,45 m da p.c.
 - pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.30		3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	----	----	----	----
2	0.30	0.50		14	41.0	29.5	299	1.96	1.53	----	----	----	----
3	0.50	0.80		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
4	0.80	0.90		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
5	0.90	1.40		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
6	1.40	1.70		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
7	1.70	2.10		4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
8	2.10	2.30		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
9	2.30	2.50		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
10	2.50	2.70		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
11	2.70	3.30		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
12	3.30	4.10		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
13	4.10	4.20		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
14	4.20	4.60		20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667
15	4.60	5.00		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
16	5.00	5.10		106	100.0	45.0	1009	2.24	1.99	6.63	3.06	-07	-0.176

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 5

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 8
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :

- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0.30 da p.c.
- prof. falda : 0,80 m da p.c.
- 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 - 0,10	----	----	----	1	1,90 - 2,00	1	3,5	----	3
0,10 - 0,20	----	----	----	1	2,00 - 2,10	1	3,5	----	3
0,20 - 0,30	----	----	----	1	2,10 - 2,20	----	----	----	3
0,30 - 0,40	7	27,2	----	1	2,20 - 2,30	----	----	----	3
0,40 - 0,50	6	23,3	----	1	2,30 - 2,40	3	10,5	----	3
0,50 - 0,60	11	42,7	----	1	2,40 - 2,50	18	63,3	----	3
0,60 - 0,70	10	38,8	----	1	2,50 - 2,60	12	42,2	----	3
0,70 - 0,80	12	46,6	----	1	2,60 - 2,70	5	17,6	----	3
0,80 - 0,90	13	50,4	----	1	2,70 - 2,80	3	10,5	----	3
0,90 - 1,00	11	40,6	----	2	2,80 - 2,90	6	21,1	----	3
1,00 - 1,10	19	70,1	----	2	2,90 - 3,00	5	16,8	----	4
1,10 - 1,20	2	7,4	----	2	3,00 - 3,10	4	13,4	----	4
1,20 - 1,30	16	59,0	----	2	3,10 - 3,20	5	16,8	----	4
1,30 - 1,40	24	88,5	----	2	3,20 - 3,30	40	134,3	----	4
1,40 - 1,50	15	55,3	----	2	3,30 - 3,40	208	698,5	----	4
1,50 - 1,60	5	18,4	----	2	3,40 - 3,50	56	188,1	----	4
1,60 - 1,70	----	----	----	2	3,50 - 3,60	48	161,2	----	4
1,70 - 1,80	----	----	----	2	3,60 - 3,70	170	570,9	----	4
1,80 - 1,90	1	3,7	----	2	3,70 - 3,80	250	839,6	----	4

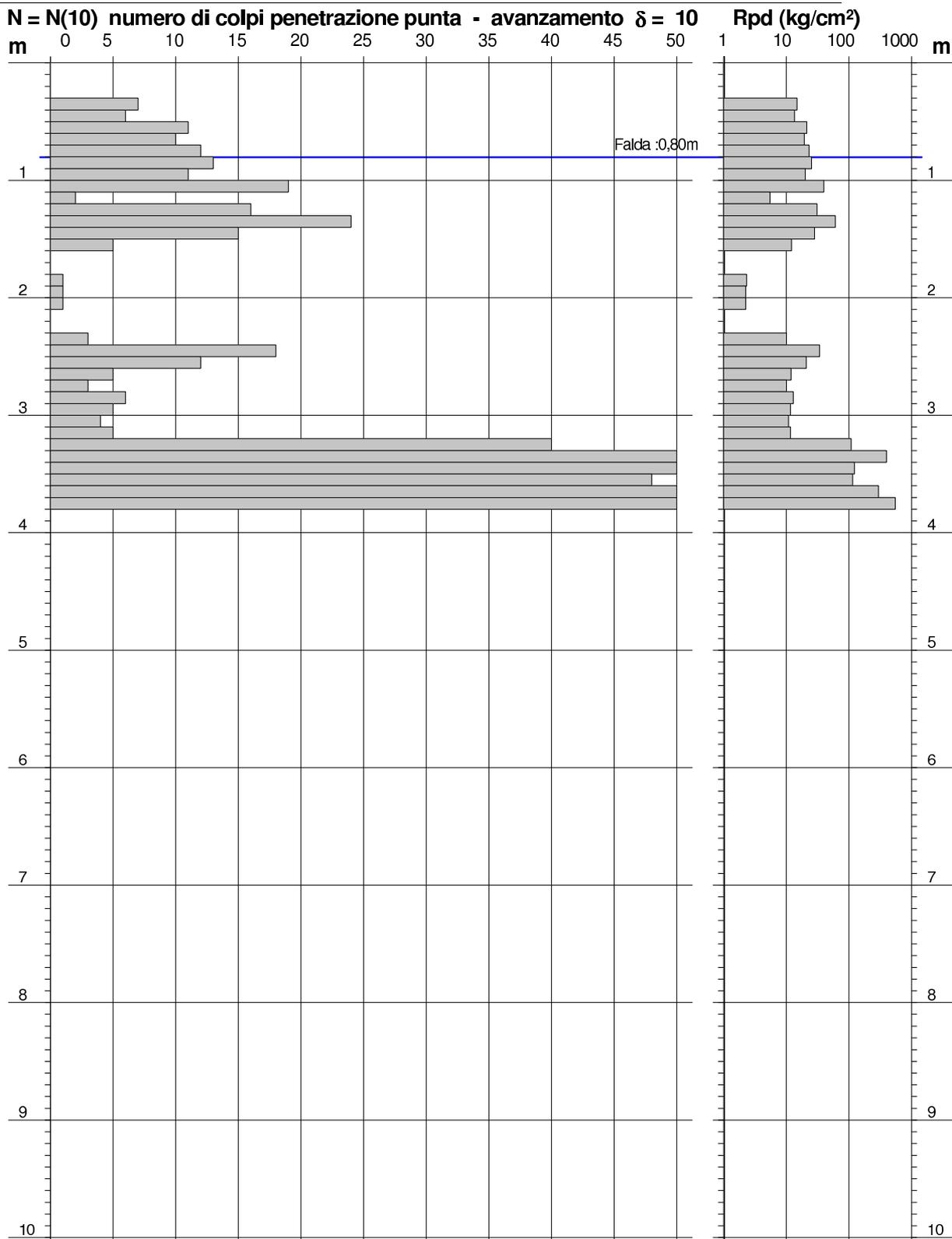
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 5

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 8
 - cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
 - località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis

- data : 28/10/2010
 - quota inizio : - 0,30 da p.c.
 - prof. falda : 0,80 m da p.c.



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 5

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 8
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :
- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0,30 da p.c.
- prof. falda : 0,80 m da p.c.
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,30	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---			
2	0,30 0,50	N	6,5	6	7	6,3	---	---	---	6	0,77	5
		Rpd	25,2	23	27	24,2	---	---	---			
3	0,50 1,00	N	11,4	10	13	10,7	---	---	---	11	0,77	8
		Rpd	43,8	39	50	41,3	---	---	---			
4	1,00 1,10	N	19,0	19	19	19,0	---	---	---	19	0,77	15
		Rpd	70,1	70	70	70,1	---	---	---			
5	1,10 1,20	N	2,0	2	2	2,0	---	---	---	2	0,77	2
		Rpd	7,4	7	7	7,4	---	---	---			
6	1,20 1,30	N	16,0	16	16	16,0	---	---	---	16	0,77	12
		Rpd	59,0	59	59	59,0	---	---	---			
7	1,30 1,40	N	24,0	24	24	24,0	---	---	---	24	0,77	18
		Rpd	88,5	89	89	88,5	---	---	---			
8	1,40 1,50	N	15,0	15	15	15,0	---	---	---	15	0,77	11
		Rpd	55,3	55	55	55,3	---	---	---			
9	1,50 1,60	N	5,0	5	5	5,0	---	---	---	5	0,77	4
		Rpd	18,4	18	18	18,4	---	---	---			
10	1,60 1,80	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---			
11	1,80 2,10	N	1,0	1	1	1,0	---	---	---	1	0,77	1
		Rpd	3,6	4	4	3,5	---	---	---			
12	2,10 2,30	N	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	0,77	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	---	---	---			
13	2,30 2,40	N	3,0	3	3	3,0	---	---	---	3	0,77	2
		Rpd	10,5	11	11	10,5	---	---	---			
14	2,40 2,50	N	18,0	18	18	18,0	---	---	---	18	0,77	14
		Rpd	63,3	63	63	63,3	---	---	---			
15	2,50 2,60	N	12,0	12	12	12,0	---	---	---	12	0,77	9
		Rpd	42,2	42	42	42,2	---	---	---			
16	2,60 3,20	N	4,7	3	6	3,8	1,0	3,6	5,7	5	0,77	4
		Rpd	16,0	11	21	13,3	3,6	12,4	19,7			
17	3,20 3,30	N	40,0	40	40	40,0	---	---	---	40	0,77	31
		Rpd	134,3	134	134	134,3	---	---	---			
18	3,30 3,40	N	208,0	208	208	208,0	---	---	---	208	0,77	159
		Rpd	698,5	699	699	698,5	---	---	---			
19	3,40 3,60	N	52,0	48	56	50,0	---	---	---	52	0,77	40
		Rpd	174,6	161	188	167,9	---	---	---			
20	3,60 3,80	N	210,0	170	250	190,0	---	---	---	210	0,77	161
		Rpd	705,2	571	840	638,1	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 10$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n° 5

- indagine : Prova penetrometrica riferita al Sondaggio S 8
- cantiere : Abbanoa S.p.A. Schema 31 Tirso Condotta Sinis
- località : Putzu Idu - Comune di San Vero Milis
- note :
- data : 28/10/2010
- quota inizio : - 0.30 da p.c.
- prof. falda : 0,80 m da p.c.
- pagina : 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.30		----	----	15.0	191	1.83	1.33	----	----	----	----
2	0.30	0.50		5	18.3	23.7	230	1.88	1.41	----	----	----	----
3	0.50	1.00		8	28.3	26.0	253	1.91	1.46	----	----	----	----
4	1.00	1.10		15	42.5	30.0	307	1.96	1.54	----	----	----	----
5	1.10	1.20		2	----	----	----	----	----	0.13	1.75	47	1.267
6	1.20	1.30		12	38.0	28.4	284	1.94	1.52	----	----	----	----
7	1.30	1.40		18	47.0	31.4	330	1.98	1.57	----	----	----	----
8	1.40	1.50		11	36.5	27.8	276	1.94	1.51	----	----	----	----
9	1.50	1.60		4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
10	1.60	1.80		----	----	26.0	191	1.83	1.33	----	1.60	68	1.833
11	1.80	2.10		1	3.8	26.4	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
12	2.10	2.30		----	----	26.0	191	1.83	1.33	----	1.60	68	1.833
13	2.30	2.40		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
14	2.40	2.50		14	41.0	29.5	299	1.96	1.53	----	----	----	----
15	2.50	2.60		9	31.7	26.6	261	1.92	1.48	----	----	----	----
16	2.60	3.20		4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
17	3.20	3.30		31	66.0	36.6	430	2.06	1.70	----	----	----	----
18	3.30	3.40		159	100.0	63.8	1417	2.24	1.99	----	----	----	----
19	3.40	3.60		40	75.0	39.5	500	2.10	1.77	----	----	----	----
20	3.60	3.80		161	100.0	64.1	1433	2.24	1.99	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPM (30)**

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 : **DPM (30)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 14,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,90 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (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/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

METODI DI INTERPRETAZIONE

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)
5	18	30	65	55	87	80	96
10	35	35	70	60	89	85	98
15	43	40	75	65	91	90	100
20	50	45	80	70	93	95	100
25	58	50	85	75	94	100	100

Nspt = 0 ± 4	sabbia MOLTO SCIOLTA	Dr = 0 ± 15 %
Nspt = 4 ± 10	sabbia SCIOLTA	Dr = 15 ± 35 %
Nspt = 10 ± 30	sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA	Dr = 35 ± 65 %
Nspt = 30 ± 50	sabbia ADDENSATA	Dr = 65 ± 85 %
Nspt > 50	sabbia MOLTO ADDENSATA	Dr = 85 ± 100 %

Nspt -> φ' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953 '74)

Nspt	φ(°)	Nspt	φ(°)	Nspt	φ(°)	Nspt	φ(°)
5	28,0	30	36,0	55	41,8	80	44,5
10	30,0	35	37,3	60	42,5	85	44,8
15	31,5	40	38,5	65	43,3	90	45,0
20	33,0	45	39,8	70	44,0	95	45,0
25	34,5	50	41,0	75	44,3	100	45,0

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione; p'vo (pressione geostatica efficace).

PECK-H.T.
Y.S. e J.K.

Nspt -> φ' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari) - Yukiitake Shioi e Jiro Kukuni (1982)

$$\phi(^{\circ}) = ([15 * Nspt]^{1/2}) + 15$$

PECK-H.T.
Y.S. e J.K.

Nspt -> E' (MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO) (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970) -

SABBIE e GHIAIE N.C.	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)
	5	229,8	30	422,6	55	615,3	80	808,1
	10	268,4	35	461,1	60	653,9	85	846,6
	15	306,9	40	499,7	65	692,4	90	885,2
	20	345,5	45	538,2	70	731,0	95	923,7
	25	384,0	50	576,8	75	769,5	100	962,3

SABBIE S.C.	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)
	5	428,5	30	694,5	55	960,5	80	1226,5
	10	481,7	35	747,7	60	1013,7	85	1279,7
	15	534,9	40	800,9	65	1066,9	90	1332,9
	20	588,1	45	854,1	70	1120,1	95	1386,1
	25	641,3	50	907,3	75	1173,3	100	1439,3

Nspt -> liq (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE) (Terreni granulari) - SHI-MING (1982) ipotesi: sabbie con falda superficiale -

VII grado		VIII grado		IX grado		(Scala Mercalli modificata)
prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	
0,00	4	0,00	7	0,00	12	
1,00	5	1,00	9	1,00	14	
2,00	6	2,00	10	2,00	16	
3,00	7	3,00	11	3,00	18	
4,00	7	4,00	12	4,00	20	
5,00	8	5,00	14	5,00	22	
6,00	9	6,00	15	6,00	24	
7,00	10	7,00	16	7,00	26	
8,00	10	8,00	17	8,00	28	
9,00	11	9,00	19	9,00	30	
10,00	12	10,00	20	10,00	32	

LIQUEFAZIONE POSSIBILE PER $N_{spt} < N_{cr}$

Nspt -> Cu (COESIONE NON DRENATA) (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Cu(kg/cm ²)						
2	0,13	12	0,75	22	1,38	32	2,00
4	0,25	14	0,88	24	1,50	34	2,13
6	0,38	16	1,00	26	1,63	36	2,25
8	0,50	18	1,13	28	1,75	38	2,38
10	0,63	20	1,25	30	1,88	40	2,50

Nspt = 0 ÷ 2 terreno MOLTO MOLLE Cu = 0.000 ÷ 0.125 kg/cm²
 Nspt = 2 ÷ 4 terreno MOLLE Cu = 0.125 ÷ 0.250 kg/cm²
 Nspt = 4 ÷ 8 terreno MODERATA CONSISTENZA Cu = 0.250 ÷ 0.500 kg/cm²
 Nspt = 8 ÷ 15 terreno CONSISTENTE Cu = 0.500 ÷ 1.000 kg/cm²
 Nspt = 15 ÷ 30 terreno MOLTO CONSIST. Cu = 1.000 ÷ 2.000 kg/cm²
 Nspt > 30 terreno ESTREMAM. CONSIST. Cu > 2.000 kg/cm²

N.B.: correlazioni scarsamente affidabili, considerate le caratteristiche della prova SPT (di tipo dinamico)

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)

$Y_{sat}[t/m^3]$ = peso di volume saturo $Y_d[t/m^3]$ = peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [$e_{max} = 1$ e $e_{min} = 1/3$ $G = 2.65$]

Nspt	Ysat	Yd									
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

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)

$Y_{sat}[t/m^3]$ = peso di volume saturo $Y_d[t/m^3]$ = peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [$p_{specifico}$ $G = 2.70$]

Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	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

N.B.: Correlazioni scarsamente affidabili soprattutto per terreni coesivi!

ø -> Nc, Nq, Ng' Angolo di attrito efficace - Fattori di Capacità portante (Terreni coesivi - granulari) - TERZAGHI -

ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng
0	5,70	1,00	0,00	8	8,68	2,26	0,92	16	13,80	5,00	3,00
1	6,02	1,12	0,10	9	9,14	2,48	1,06	17	14,70	5,60	3,50
2	6,34	1,24	0,20	10	9,60	2,70	1,20	18	15,60	6,20	4,00
3	6,66	1,36	0,30	11	10,26	3,04	1,46	19	16,50	6,80	4,50
4	6,98	1,48	0,40	12	10,92	3,38	1,72	20	17,70	7,40	5,00
5	7,30	1,60	0,50	13	11,58	3,72	1,98	21	19,18	8,46	5,94
6	7,76	1,82	0,64	14	12,24	4,06	2,24	22	20,66	9,52	6,88
7	8,22	2,04	0,78	15	12,90	4,40	2,50	23	22,14	10,58	7,82

ø -> Nc, Nq, Ng' Angolo di attrito efficace - Fattori di Capacità portante (Terreni coesivi - granulari) - TERZAGHI -

ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng	ø	Nc	Nq	Ng
24	23,62	11,64	8,76	33	49,86	33,84	33,32	42	126,38	118,10	179,24
25	25,10	12,70	9,70	34	53,98	37,62	37,86	43	141,72	136,50	218,66
26	27,52	14,66	11,70	35	57,80	41,40	42,40	44	157,06	154,90	258,08
27	29,94	16,62	13,70	36	65,38	49,38	54,00	45	172,30	173,30	297,50
28	32,36	18,58	15,70	37	72,96	57,36	65,60	46	207,34	221,74	468,64
29	34,78	20,54	17,70	38	80,54	65,34	77,20	47	242,38	270,18	639,78
30	37,20	22,50	19,70	39	88,12	73,32	88,80	48	277,42	318,62	810,92
31	41,62	26,28	24,24	40	95,70	81,30	100,40	49	312,46	367,06	982,06
32	45,74	30,06	28,78	41	111,04	99,70	139,82	50	347,50	415,50	1153,20

Prova penetrometrica dinamica P 3



Prova penetrometrica dinamica P 4



Prova penetrometrica dinamica P 5



ABBANO S.p.A.

“SCHEMA N. 31 TIRSO” PROGETTO ESECUTIVO DELLA CONDOTTA
DI ALIMENTAZIONE DELLE ZONE COSTIERE.

INDAGINI GEOGNOSTICHE



L' Impresa

GEOSARDINYA S.r.l.

INDICE

INDICE.....	0
PREMESSA	1
PARTITORE IN PRESSIONE CABRAS	3
PARTITORE IN PRESSIONE MANDRAINAS - NURACHI	10
PARTITORE IN PRESSIONE SINIS - RIOLA SARDO	16
PARTITORE IN PRESSIONE CAPO MANNU - RIOLA SARDO	23
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO CAPO MANNU - SAN VERO MILIS	29

PREMESSA

Su incarico da parte della Società Abbanoa S.p.A. sono state eseguite alla fine del mese di Ottobre 2009 indagini geognostiche per il progetto di numero quattro partitori in pressione e una centrale di sollevamento.

Gli interventi sono localizzati nei territori comunali di Cabras, Nurachi, Riola Sardo e San Vero Milis.

Nelle aree di intervento sono state eseguite le seguenti indagini:

Sondaggi a carotaggio continuo

Prove con Vane Test e Pocket Penetrometer

Prove penetrometriche S.P.T.

Prove di laboratorio

Pozzetto geognostico

SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Sono stati eseguiti complessivamente n. 4 sondaggi a carotaggio continuo in corrispondenza dei siti indicati per la realizzazione dei partitori in pressione utilizzando una sonda di perforazione cingolata CLIVIO RAP 3 con le seguenti caratteristiche tecniche:

- momento torcente: 800 Kgm

- giri rotazione: 380 giri/min

- spinta: 7.000 Kg

- tiro: 7.000 Kg

La perforatrice è munita a bordo di una pompa a pistoni duplex CLIVIO da 90 l/min a 40 bar.

I campioni prelevati mediante utilizzo di carotieri semplici Ø 101 mm sono stati alloggiati su apposite cassette catalogatrici porta campioni a scomparti su cui sono state riportate le profondità progressive di avanzamento della perforazione.

Nei livelli maggiormente instabili è stata utilizzata una colonna di rivestimento provvisorio Ø 127 mm.

PROVE CON VANE TEST E POCKET PENETROMETER

Sui campioni estratti in perforazione provenienti dai 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 n. 8 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 con punta aperta (diametro esterno 51 mm) nei materiali sottili 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.

PROVE DI LABORATORIO

Sui alcuni campioni prelevati a quote significative nel corso dei sondaggi e dal pozzetto geognostico Pz. 1 sono state eseguite complessivamente n. 7 Classificazioni delle Terre e n. 5 Prove di Taglio con Scatola di Casagrande.

POZZETTO GEOGNOSTICO

Esclusivamente nel settore in cui viene prevista la realizzazione della Centrale di sollevamento Capo Mannu, è stato eseguito un pozzetto geognostico con utilizzo di un escavatore che ha investigato sino alla profondità di m -3.10 dal p.c.

Nel corso dello scavo è stato prelevato un campione m -1.00 ÷ -1.10 per una Classificazione delle Terre e una Prova di Taglio.

PARTITORE IN PRESSIONE CABRAS

SONDAGGIO S. 1

Profondità indagine m 7.00

Prima circolazione idrica m 2.70 - Livello piezometrico stabilizzato m 2.00

Prove SPT

Prova a m.	1.00 - 1.45	N S.P.T.	3 - 2 - 4	(punta aperta)
Prova a m.	3.50 - 3.95	N S.P.T.	12 - 24 - 23	(punta aperta)
Prova a m.	5.50 - 5.95	N S.P.T.	7 - 6 - 6	(punta aperta)

Prova di Taglio diretto

Prova a m. 3.00 - 3.35

Angolo di attrito $\phi = 37.71^\circ$

Peso di volume $\gamma = 2.14 \text{ g/cm}^3$

Coesione $c = 0.7 \text{ kPa}$

Classificazione delle Terre

Prova a m. 1.70 - 1.90

Classificazione CNR UNI: **A 6**

Descrizione tecnica Racc. AGI: *Limo e argilla con sabbia debolmente ghiaioso*

Peso di volume $\gamma = 2.17 \text{ g/cm}^3$

Prova a m. 3.00 - 3.30

Classificazione CNR UNI: **A 2-4**

Descrizione tecnica Racc. AGI: *Sabbia limosa ghiaiosa*

SONDAGGIO S 1

COMMITTENTE: Abbanoa S.p.a
 LOCALITA': Comune di Cabras
 OPERA: Progetto partitore in pressione Cabras

UBICAZIONE: vedi foto allegata
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 26/10/2009

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.60										Argille limose debolmente sabbiose brune; presenza di radici fino a m -0.20
1.00										Sabbie limo argillose brune e nocciola
1.40						1.00-1.45	3	2	4	Sabbie limo argillose bruno ocracee
1.75				0.80						Argille limose debolmente sabbiose nocciola ocracee con alcuni elementi litici quarzitici e arenacei ≤ 1 cm
2.00		1.70-1.90		0.82						Argille limose debolmente sabbiose nocciola ocracee
2.20				>1.20						Argille limo sabbiose nocciola con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 2 cm
2.40				0.60						
2.70	<u>2.70</u>			0.28						
3.00		3.00-3.30								Sabbie fini limo argillose con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm
3.50						3.50-3.95	12	24	23	
4.00										Sabbie ghiaiose e limo argillose ad elementi litici evoluti di rocce quarzitiche, vulcaniche e paleozoiche da < 1 cm a ø max 7 cm
5.00						5.50-5.95	7	6	6	
5.90										Sabbie medie e fini debolmente limose bianco giallastre
6.00										Argille debolmente sabbiose bianche con frammenti litici arenacei
6.10										Sabbie limo argillose biancastre con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 6 cm
6.20										Sabbie fini, medie e grosse in alternanza e in vari rapporti granulometrici, debolmente limo argillose, biancastre
6.70										
7.00										
8.00										FINE SONDAGGIO
9.00										Note: livello H ₂ O indica la quota della prima circolazione idrica rilevata in fase di perforazione; il livello piezometrico stabilizzato è a m -2.00
10.00										
11.00										

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 S 1 (0.00 m ÷ -5.00 m)



Sondaggio S 1 (-5.00 m ÷ -7.00 m)



Postazione sondaggio a carotaggio continuo S 1



DOCUMENTO DI PROVA

Data inizio prova:

Rif. laboratorio:

Committente: Geosardinya srl

Opera: Abbanoa - Partitore in pressione Cabras

Data del campionamento:

Ubicazione Sondaggio n°:

Sigla del campione:

Profondità prelievo dal p.c. (mt)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Apparecchio di Casagrande

Descrizione del campione

Caratteristiche della prova

Dimensioni della cella (mm) Velocità di esecuzione (mm/min)

Caratteristiche del provino Provino n°

Contenuto d'acqua iniziale %

Peso di volume g/cmc

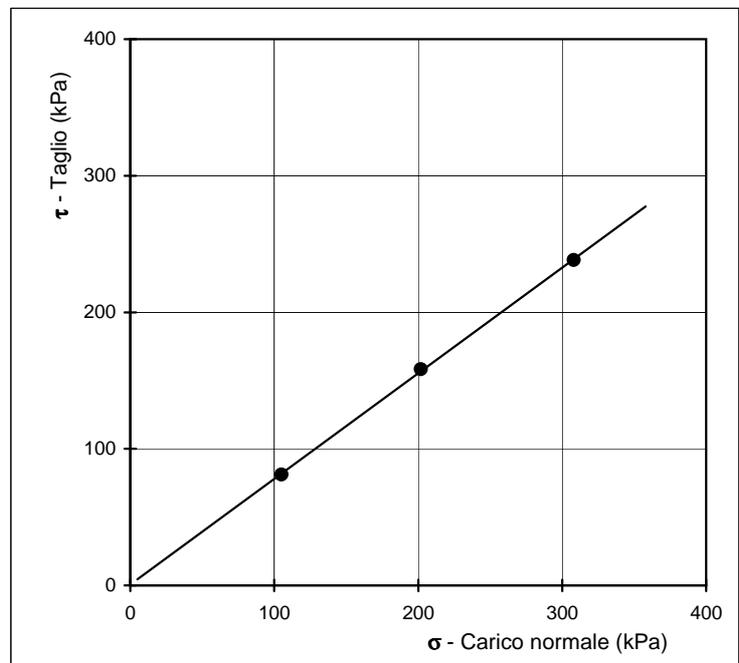
Determinazioni della prova Carico kPa

Tempo di consolidazione ore

Resistenza massima al taglio kPa

Angolo d'attrito:

Coesione: kPa



soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessi

CERTIFICATO DI ANALISI

Data inizio prove: 06-nov-09 Rif. laboratorio: 4403/09

COMMITTENTE: Geosardinya SRL CANTIERE: Progetto partitore in pressione Cabras

Data del campionamento: - Ubicazione sondaggio n°: S1
 Sigla del campione: - Profondità prelievo m. p.c.: 1,70 - 1,90

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR UNI 10006 - CNR UNI 1008

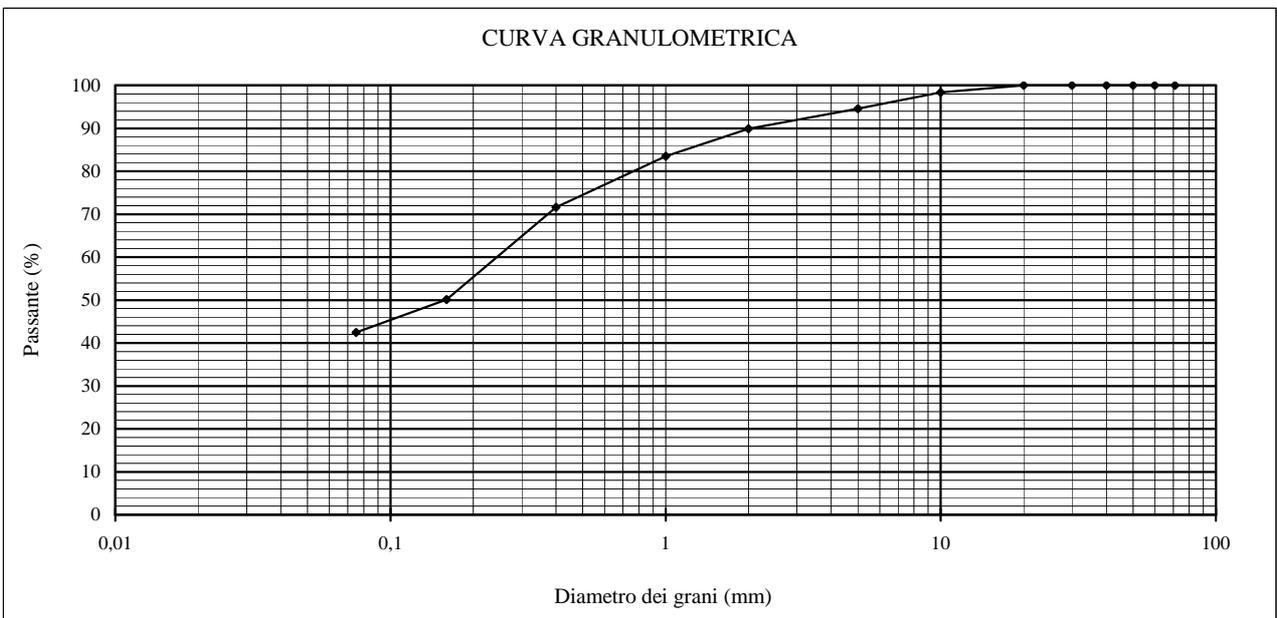
Analisi granulometrica eseguita
per setacciatura (via umida) "a" e per sedimentazione "b"

a		b	
Aperture	Pass.cum.	Diam.grani	Sed.cum.
mm	%	mm	%
71	100,0		
60	100,0		
50	100,0		
40	100,0		
30	100,0		
20	100,0		
10	98,4		
5	94,6		
2	89,9		
1	83,5		
0,4	71,6		
0,16	50,1		
0,075	42,5		

Umidità del campione:	%	16,9
Peso di volume:	g/cmc	2,170
Rapporto 0,075/0,4		-
Limite liquido:	%	31
Limite plastico:	%	15
Indice plastico:	%	16
Indice di consistenza:		0,9
Contenuto in ghiaia:	%	10,1
Contenuto in sabbia:	%	47,4
Contenuto in limo e argilla:	%	42,5

CLASSIFICAZIONE CNR UNI: A-6

Descrizione tecnica del campione (Racc.AGI):
Limo e argilla con sabbia debolmente ghiaioso



soiltech s.n.c.
 Laboratorio prove geotecniche
 Il Responsabile della Sperimentazione
 Dott. Geol. Ignazio Dessì

CERTIFICATO DI ANALISI

Data inizio prove: 09-nov-09 Rif. laboratorio: 4404B/09

COMMITTENTE: Geosardinya SRL CANTIERE: Progetto partitore in pressione Cabras

Data del campionamento: - Ubicazione sondaggio n°: S1
Sigla del campione: - Profondità prelievo m. p.c.: 3,00 - 3,30

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR UNI 10006 - CNR UNI 1008

Analisi granulometrica eseguita
per setacciatura (via umida) "a" e per sedimentazione "b"

a		b	
Aperture	Pass.cum.	Diam.grani	Sed.cum.
mm	%	mm	%
71	100,0		
60	100,0		
50	100,0		
40	100,0		
30	100,0		
20	96,2		
10	90,2		
5	87,5		
2	84,9		
1	78,0		
0,4	62,9		
0,16	31,6		
0,075	24,4		

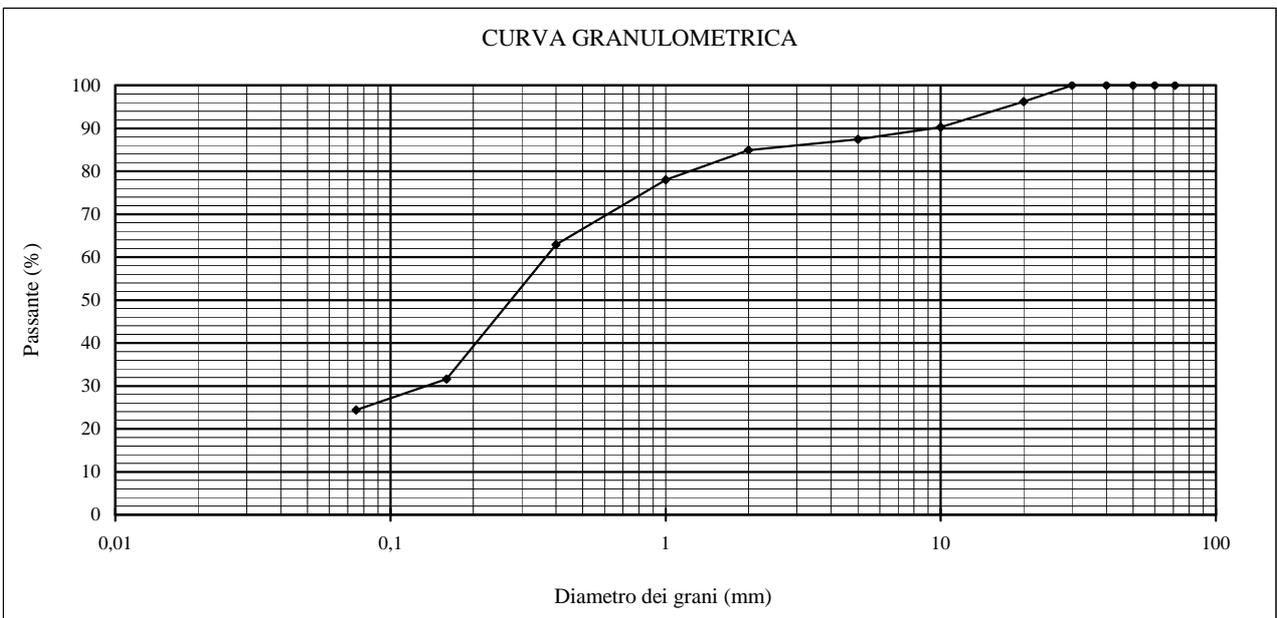
Umidità del campione:	%	14,2
Peso di volume:	g/cmc	-
Rapporto 0,075/0,4		0,39

Limite liquido:	%	NP
Limite plastico:	%	NP
Indice plastico:	%	ND
Indice di consistenza:		-

Contenuto in ghiaia:	%	15,1
Contenuto in sabbia:	%	60,5
Contenuto in limo e argilla:	%	24,4

CLASSIFICAZIONE CNR UNI: A2-4

Descrizione tecnica del campione (Racc.AGI):
Sabbia limosa ghiaiosa



soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì

PARTITORE IN PRESSIONE MANDRAINAS - NURACHI

SONDAGGIO S. 2

Profondità indagine m 6.20

Prima circolazione idrica e livello piezometrico stabilizzato m 3.40

Prove SPT

Prova a m. 2.00 - 2.45 N S.P.T. 2 - 3 - 4 (punta aperta)

Prova a m. 3.20 - 3.65 N S.P.T. 1 - 2 - 3 (punta aperta)

Prova di Taglio diretto

Prova a m. 2.70 - 3.00

Angolo di attrito $\phi = 27.08^\circ$

Peso di volume $\gamma = 1.98 \text{ g/cm}^3$

Coesione $c = 22.1 \text{ kPa}$

Classificazione delle Terre

Prova a m. 2.00 - 2.40

Classificazione CNR UNI: **A 2-4**

Descrizione tecnica Racc. AGI: *Sabbia con limo*

SONDAGGIO S 2

COMITENTE: Abbanoa S.p.a.
 LOCALITA': Comune di Nurachi
 OPERA: Progetto partitore in pressione Mandrainas

UBICAZIONE: vedi foto allegata
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 26/10/2009

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.30										Sabbie limo argillose e argille limo sabbiose brune e nocciola localmente con alcuni elementi litici
0.50										
0.70										
1.00				1.80	0.80					Argille debolmente limo sabbiose brune e nocciola con alcune concrezioni ed elementi litici carbonatici ≤ 1 cm
1.30				1.90	0.60					Argille limose nocciola ocracee plastiche e comprimibili con alcuni elementi litici arenacei e frammenti conchigliari
1.60				1.75	0.70					Argille limose debolmente sabbiose plastiche con alcuni elementi litici carbonatici ≤ 1 cm, plastiche e comprimibili
2.00		2.00-2.40	▲			2.00-2.45	2	3	4	Sabbie limo argillose biancastre con alcuni frammenti litici arenacei
2.60				0.50	0.10					
3.00		2.70-3.00	▲							Argille limo sabbiose biancastre plastiche e comprimibili, con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm variamente distribuiti
3.40	<u>3.40</u>					3.20-3.65	1	2	3	Sabbie limo argillose biancastre con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 5 cm
4.00										Argille e argille limo sabbiose biancastre
4.10				2.90	1.20					Sabbie medie e grosse debolmente limo argillose con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 2 cm, biancastre
4.50										Sabbie medie e grosse grigie
5.00										Argille limo sabbiose nocciola con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 3 cm
5.30					0.80					Sabbie medie debolmente limose nocciola
5.90				1.60	0.40					
6.00				1.70	0.50					
6.20										
7.00										FINE SONDAGGIO
8.00										Note: livello H ₂ O indica la quota della prima circolazione idrica rilevata in fase di perforazione e del livello piezometrico stabilizzato
9.00										
10.00										
11.00										

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 S 2 (0.00 m ÷ -5.00 m)



Sondaggio S 2 (-5.00 m ÷ -6.20 m)



Postazione sondaggio a carotaggio continuo S 2



DOCUMENTO DI PROVA

Data inizio prova:

Rif. laboratorio:

Committente: Geosardinya srl

Opera: Abbaona - Partitore in pressione Mandrainas

Data del campionamento:

Ubicazione Sondaggio n°:

Sigla del campione:

Profondità prelievo dal p.c. (mt)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Apparecchio di Casagrande

Descrizione del campione

Caratteristiche della prova

Dimensioni della cella (mm) Velocità di esecuzione (mm/min)

Caratteristiche del provino Provino n°

Contenuto d'acqua iniziale %

Peso di volume g/cmc

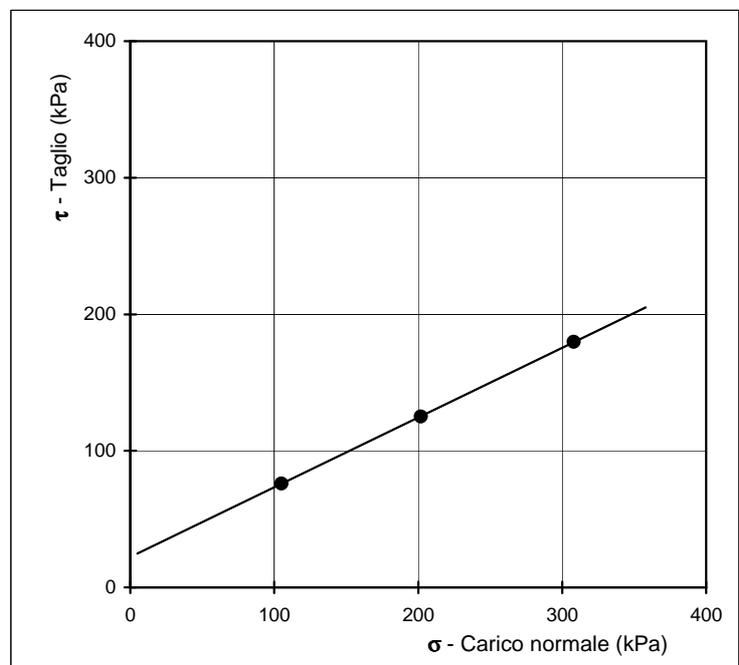
Determinazioni della prova Carico kPa

Tempo di consolidazione ore

Resistenza massima al taglio kPa

Angolo d'attrito:

Coesione: kPa



CERTIFICATO DI ANALISI

Data inizio prove: 09-nov-09 Rif. laboratorio: 4405/09

COMMITTENTE: Geosardinya SRL CANTIERE: Progetto partitore in pressione Mandrainas

Data del campionamento: - Ubicazione sondaggio n°: S2
Sigla del campione: - Profondità prelievo m. p.c.: 2,00 - 2,40

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR UNI 10006 - CNR UNI 1008

Analisi granulometrica eseguita
per setacciatura (via umida) "a" e per sedimentazione "b"

a		b	
Aperture	Pass.cum.	Diam.grani	Sed.cum.
mm	%	mm	%
71	100,0		
60	100,0		
50	100,0		
40	100,0		
30	100,0		
20	100,0		
10	99,2		
5	97,1		
2	95,5		
1	94,3		
0,4	90,1		
0,16	39,5		
0,075	32,2		

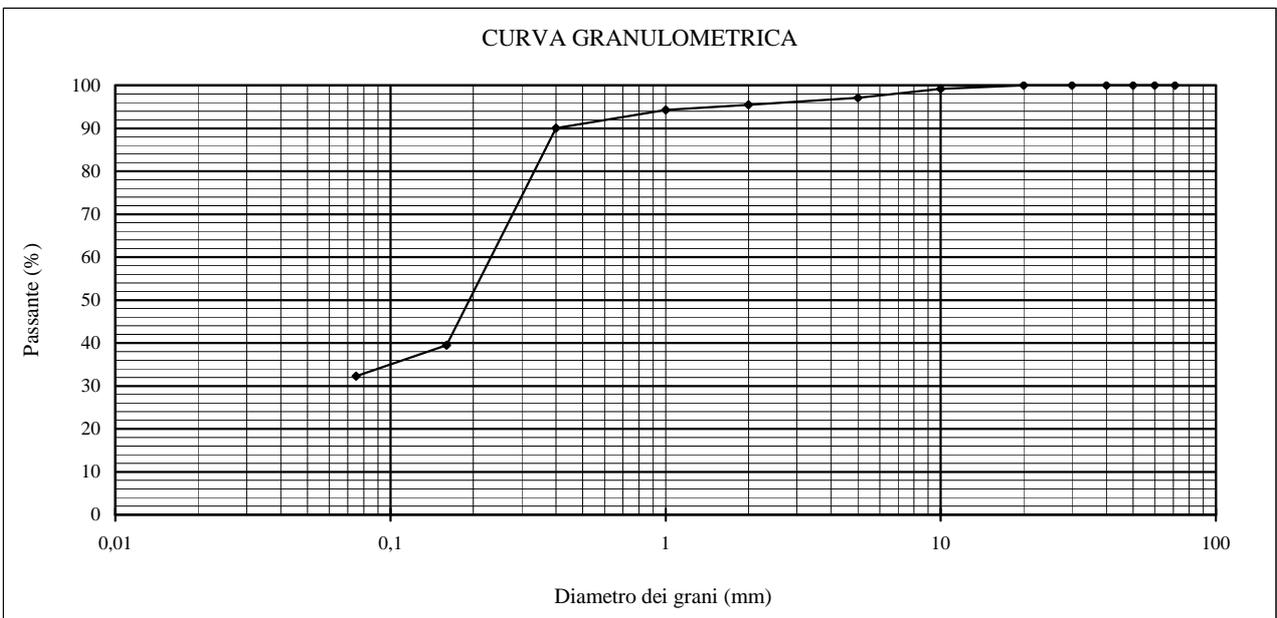
Umidità del campione:	%	25,3
Peso di volume:	g/cmc	-
Rapporto 0,075/0,4		0,36

Limite liquido:	%	26
Limite plastico:	%	16
Indice plastico:	%	10
Indice di consistenza:		-

Contenuto in ghiaia:	%	4,5
Contenuto in sabbia:	%	63,2
Contenuto in limo e argilla:	%	32,2

CLASSIFICAZIONE CNR UNI: A2-4

Descrizione tecnica del campione (Racc.AGI):
Sabbia con limo



soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì

PARTITORE IN PRESSIONE SINIS - RIOLA SARDO

SONDAGGIO S. 3

Profondità indagine m 7.50

Prima circolazione idrica e livello piezometrico stabilizzato m 2.70

Prove SPT

Prova a m. 1.50 - 1.95 N S.P.T. 1 - 1 - 2 (punta aperta)

Prova di Taglio diretto

Prova a m. 5.10 - 5.40

Angolo di attrito $\phi = 36.47^\circ$

Peso di volume $\gamma = 1.99 \text{ g/cm}^3$

Coesione $c = 0.8 \text{ kPa}$

Classificazione delle Terre

Prova a m. 2.10 - 2.30

Classificazione CNR UNI: **A 7-6**

Descrizione tecnica Racc. AGI: *Argilla e limo debolmente sabbioso*

Prova a m. 5.10 - 5.40

Classificazione CNR UNI: **A 2-4**

Descrizione tecnica Racc. AGI: *Sabbia limosa debolmente ghiaiosa*

SONDAGGIO S 3

COMMITTENTE: Abbanoa S.p.a.
 LOCALITA': Comune di Riola Sardo
 OPERA: Progetto partitore in pressione Sinis

UBICAZIONE: vedi foto allegata
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 27/10/2009

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.70										Argille limose debolmente sabbiose brune con alcuni elementi litici carbonatici da < 1 cm a ø max 2 cm
1.00										Sabbie limo argillose bruno nocciola con concrezioni ed elementi litici carbonatici da < 1 cm a ø max 3 cm
1.30										Sabbie debolmente limose grigie con alcuni frammenti litici arenacei
1.80						1.50-1.95	1	1	2	Sabbie limo argillose brune e nocciola con alcuni elementi litici arenacei ≤ 1 cm
2.00						punta aperta				Limi argillosi bruni plastici e comprimibili con resti vegetali carboniosi e alcuni frammenti conchigliari
	2.70	2.10-2.30		1.20 0.75	0.42 0.46					
				1.50 1.50	0.56 0.64					Argille e argille limose plastiche e comprimibili, bruno nerastre e grigie, con alcuni elementi litici carbonatici e resti vegetali variamente distribuiti
3.00				0.50	0.32					
				0.30	0.10					Argille sabbiose nerastre plastiche e comprimibili
3.70										Sabbie medie e grosse limo argillose plastiche e comprimibili, grigio nerastre, con alcuni elementi litici quarzatici da < 1 cm a ø max 2 cm variamente distribuiti
3.80										Argille limo sabbiose grigie e nerastre plastiche e comprimibili
4.00										Sabbie limo argillose grigie con alcuni elementi litici
		5.10-5.40		0.40 0.40	0.20 0.20					Sabbie medie e grosse con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 8 cm debolmente limo argillose biancastre e giallastre
4.40										Sabbie medie e grosse grigie e nocciola con alcuni elementi litici evoluti arenacei e quarzatici da < 1 cm a ø max 4 cm
4.80										Sabbie ghiaiose ad elementi litici evoluti quarzatici e arenacei da < 1 cm a ø max 5 cm debolmente limo argillose nocciola
5.00										
6.00										
6.40										
7.00										
7.50										
8.00										
9.00										
10.00										
11.00										

FINE SONDAGGIO

Note: livello H₂O indica la quota della prima circolazione idrica rilevata in fase di perforazione e del livello piezometrico stabilizzato

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 S 3 (0.00 m ÷ -5.00 m)



Sondaggio S 3 (-5.00 m ÷ -7.50 m)



Postazione sondaggio a carotaggio continuo S 3



DOCUMENTO DI PROVA

Data inizio prova: Rif. laboratorio:

Committente: Geosardinya srl

Opera: Abbanoa - Partitore in pressione Sinis

Data del campionamento: Ubicazione Sondaggio n°:

Sigla del campione: Profondità prelievo dal p.c. (mt)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Apparecchio di Casagrande

Descrizione del campione

Caratteristiche della prova

Dimensioni della cella (mm) Velocità di esecuzione (mm/min)

Caratteristiche del provino Provino n°

Contenuto d'acqua iniziale %

Peso di volume g/cmc

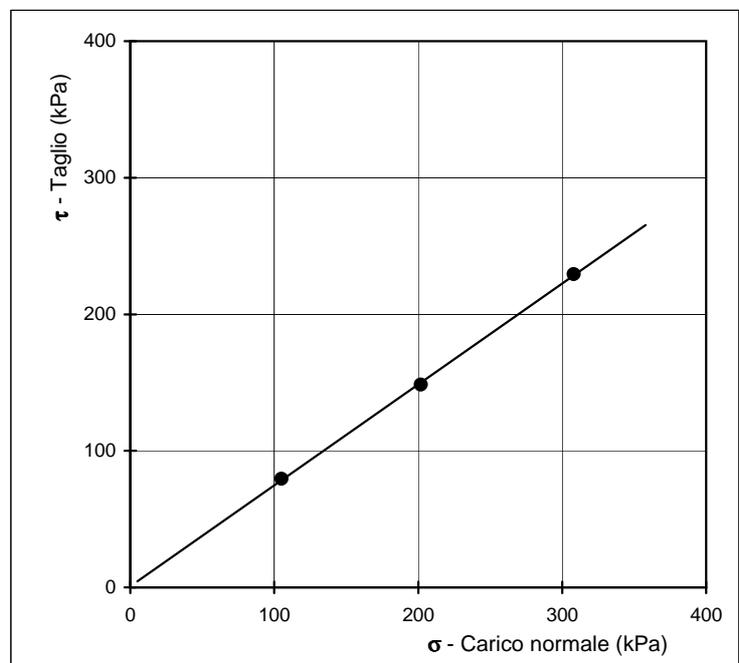
Determinazioni della prova Carico kPa

Tempo di consolidazione ore

Resistenza massima al taglio kPa

Angolo d'attrito:

Coesione: kPa



soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessi

CERTIFICATO DI ANALISI

Data inizio prove: 06-nov-09 Rif. laboratorio: 4407/09

COMMITTENTE: Geosardinya SRL CANTIERE: Progetto partitore in pressione Sinis

Data del campionamento: - Ubicazione sondaggio n°: S3
Sigla del campione: - Profondità prelievo m. p.c.: 2,10 - 2,30

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR UNI 10006 - CNR UNI 1008

Analisi granulometrica eseguita
per setacciatura (via umida) "a" e per sedimentazione "b"

a		b	
Aperture	Pass.cum.	Diam.grani	Sed.cum.
mm	%	mm	%
71	100,0		
60	100,0		
50	100,0		
40	100,0		
30	100,0		
20	100,0		
10	100,0		
5	99,9		
2	98,0		
1	95,0		
0,4	91,7		
0,16	84,3		
0,075	80,4		

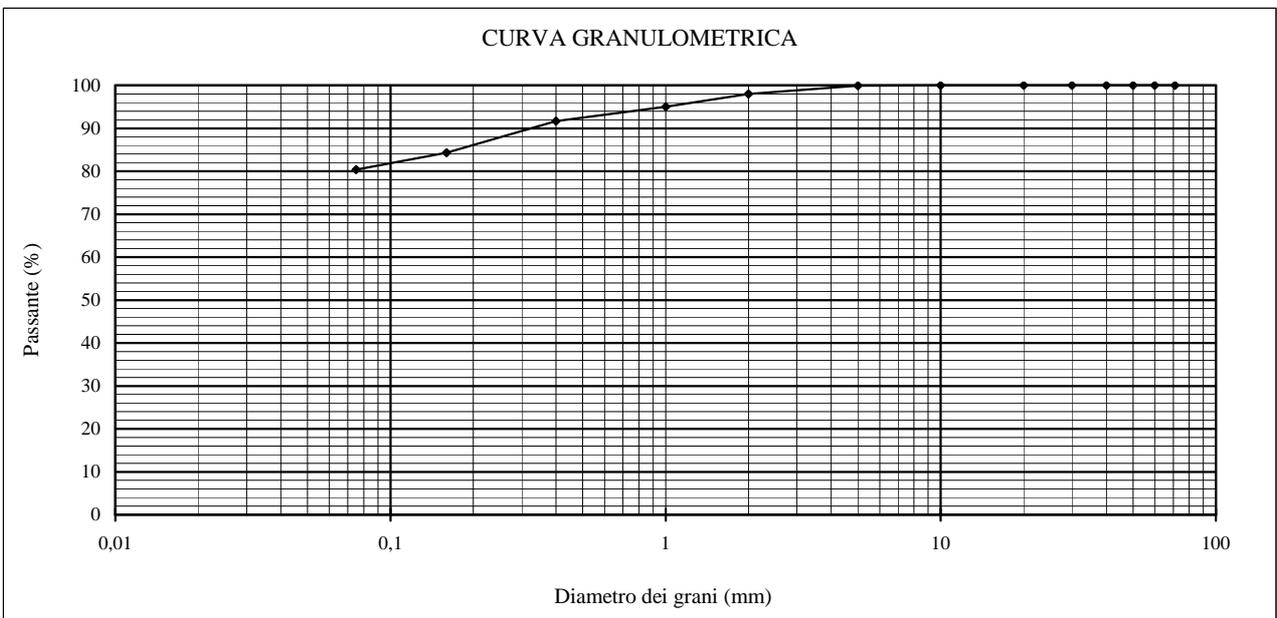
Umidità del campione:	%	44,9
Peso di volume:	g/cmc	-
Rapporto 0,075/0,4		-

Limite liquido:	%	68
Limite plastico:	%	25
Indice plastico:	%	43
Indice di consistenza:		0,5

Contenuto in ghiaia:	%	2,0
Contenuto in sabbia:	%	17,6
Contenuto in limo e argilla:	%	80,4

CLASSIFICAZIONE CNR UNI: A7-6

Descrizione tecnica del campione (Racc.AGI):
Argilla e limo debolmente sabbioso



soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì

CERTIFICATO DI ANALISI

Data inizio prove: 09-nov-09 Rif. laboratorio: 4408/09

COMMITTENTE: Geosardinya SRL CANTIERE: Progetto partitore in pressione Capo Mannu

Data del campionamento: - Ubicazione sondaggio n°: S3
Sigla del campione: - Profondità prelievo m. p.c.: 5,10 - 5,40

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR UNI 10006 - CNR UNI 1008

Analisi granulometrica eseguita
per setacciatura (via umida) "a" e per sedimentazione "b"

a		b	
Aperture	Pass.cum.	Diam.grani	Sed.cum.
mm	%	mm	%
71	100,0		
60	100,0		
50	100,0		
40	100,0		
30	100,0		
20	100,0		
10	96,1		
5	94,1		
2	91,1		
1	87,7		
0,4	78,9		
0,16	34,4		
0,075	22,7		

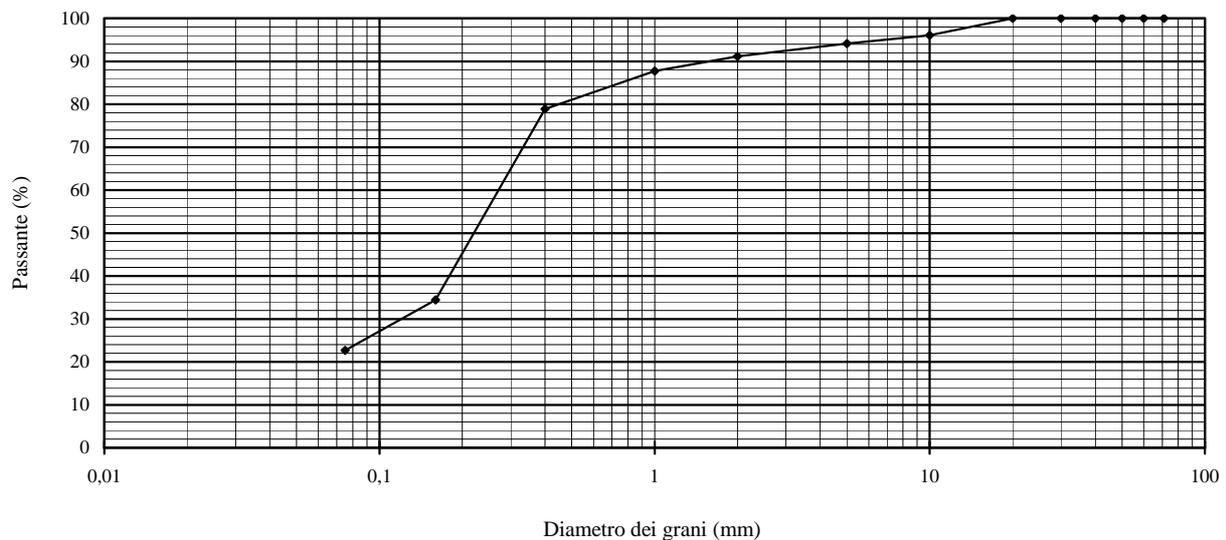
Umidità del campione:	%	24,7
Peso di volume:	g/cmc	-
Rapporto 0,075/0,4		0,29
Limite liquido:	%	NP
Limite plastico:	%	NP
Indice plastico:	%	ND
Indice di consistenza:		-
Contenuto in ghiaia:	%	8,9
Contenuto in sabbia:	%	68,4
Contenuto in limo e argilla:	%	22,7

CLASSIFICAZIONE CNR UNI: A2-4

Descrizione tecnica del campione (Racc.AGI):

Sabbia limosa debolmente ghiaiosa

CURVA GRANULOMETRICA



14 NOV 2009

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì

PARTITORE IN PRESSIONE CAPO MANNU - RIOLA SARDO

SONDAGGIO S. 4

Profondità indagine m 7.50

Assenza d'acqua

Prove SPT

Prova a m. 2.00 - 2.45 N S.P.T. 12 - 12 - 14 (punta aperta)

Prova a m. 4.00 - 4.45 N S.P.T. 11 - 13 - 13 (punta aperta)

Prova di Taglio diretto

Prova a m. 4.70 - 5.00

Angolo di attrito $\phi = 22.95^\circ$

Peso di volume $\gamma = 2.02 \text{ g/cm}^3$

Coesione $c = 8.30 \text{ kPa}$

Classificazione delle Terre

Prova a m. 4.70 - 5.00

Classificazione CNR UNI: **A 6**

Descrizione tecnica Racc. AGI: *Limo e argilla con sabbia ghiaioso*

SONDAGGIO S 4

COMITENTE: Abbanoa S.p.a.
 LOCALITA': Comune di Riola Sardo
 OPERA: Progetto partitore in pressione Capo Mannu

UBICAZIONE: vedi foto allegata
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 27/10/2009

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
1.00										Sabbie limo argillose e argille limose debolmente sabbiose brune in alternanza
1.50										Sabbie fini debolmente limo argillose nocciola con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm variamente distribuiti
2.00						2.00-2.45	12	12	14	Argille limo sabbiose nocciola con striature ocracee
2.40						punta aperta				Ghiaie ad elementi litici da < 1 cm a ø max 4 cm in matrice argillo sabbiosa bruna
2.60										Argille debolmente limo sabbiose nocciola con alcuni elementi litici arenacei, quarzitici e vulcanici da < 1 cm a ø max 3 cm
2.80										Argille debolmente limose nocciola con elementi litici carbonatici da < 1 cm a ø max 2 cm
3.00										Argille debolmente limo sabbiose nocciola e ocracee con alcuni elementi litici carbonatici, quarzitici e vulcanici da < 1 cm a ø max 3 cm variamente distribuiti
3.30										Sabbie limo argillose ocracee con alcuni elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 5 cm
4.00						4.00-4.45	11	13	13	Argille limo sabbiose ocracee con striature brune con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 8 cm
4.70-5.00										Sabbie limo argillose ocracee
5.00										Sabbie debolmente limo argillose nocciola e ocracee con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 7 cm variamente distribuiti
5.50										
5.80										
6.00										
6.30										
7.00										
7.50										
8.00										FINE SONDAGGIO
9.00										Note: assenza H ₂ O
10.00										
11.00										

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 S 4 (0.00 m ÷ -5.00 m)



Sondaggio S 4 (-5.00 m ÷ -7.50 m)



Postazione sondaggio a carotaggio continuo S 4



DOCUMENTO DI PROVA

Data inizio prova: Rif. laboratorio:

Committente: Geosardinya srl

Opera: Abbaonia - Partitore in pressione Capo Mannu

Data del campionamento: Ubicazione Sondaggio n°:

Sigla del campione: Profondità prelievo dal p.c. (mt)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Apparecchio di Casagrande

Descrizione del campione

Caratteristiche della prova

Dimensioni della cella (mm) Velocità di esecuzione (mm/min)

Caratteristiche del provino Provino n°

Contenuto d'acqua iniziale %

Peso di volume g/cmc

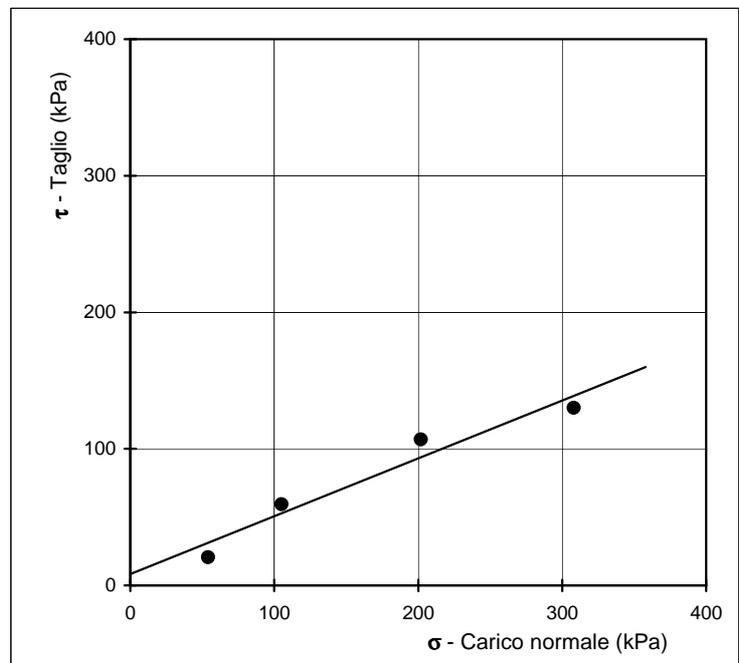
Determinazioni della prova Carico kPa

Tempo di consolidazione ore

Resistenza massima al taglio kPa

Angolo d'attrito:

Coesione: kPa



CERTIFICATO DI ANALISI

Data inizio prove: 06-nov-09 Rif. laboratorio: 4409B/09

COMMITTENTE: Geosardinya SRL CANTIERE: Progetto partitore in pressione Capo Mannu

Data del campionamento: - Ubicazione sondaggio n°: S4
 Sigla del campione: - Profondità prelievo m. p.c.: 4,70 - 5,00

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR UNI 10006 - CNR UNI 1008

Analisi granulometrica eseguita
per setacciatura (via umida) "a" e per sedimentazione "b"

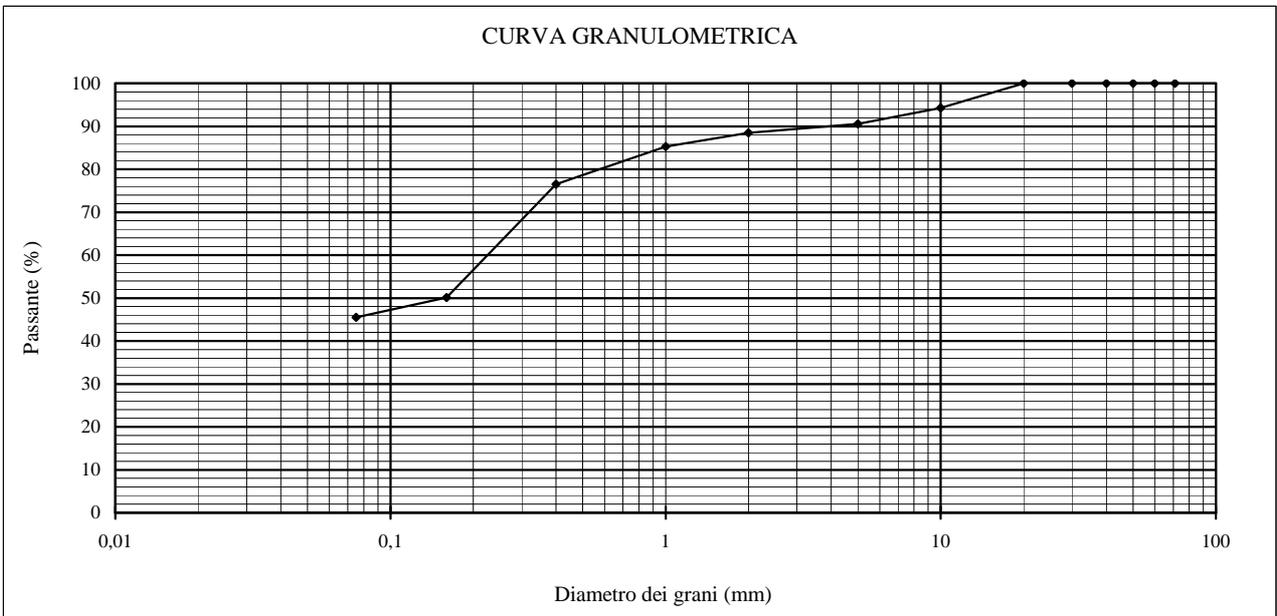
a		b	
Aperture	Pass.cum.	Diam.grani	Sed.cum.
mm	%	mm	%
71	100,0		
60	100,0		
50	100,0		
40	100,0		
30	100,0		
20	100,0		
10	94,3		
5	90,5		
2	88,4		
1	85,3		
0,4	76,5		
0,16	50,1		
0,075	45,5		

Umidità del campione:	%	16,5
Peso di volume:	g/cmc	-
Rapporto 0,075/0,4		-
Limite liquido:	%	40
Limite plastico:	%	17
Indice plastico:	%	23
Indice di consistenza:		1,0
Contenuto in ghiaia:	%	11,6
Contenuto in sabbia:	%	43,0
Contenuto in limo e argilla:	%	45,5

CLASSIFICAZIONE CNR UNI: A-6

Descrizione tecnica del campione (Racc.AGI):

Limo e argilla con sabbia ghiaioso



soiltech s.n.c.
 Laboratorio prove geotecniche
 Il Responsabile della Sperimentazione
 Dott. Geol. Ignazio Dessì

CENTRALE DI SOLLEVAMENTO CAPO MANNU - SAN VERO MILIS

POZZETTO GEOGNOSTICO Pz. 1

Profondità indagine m 3.10

Assenza d'acqua

Prova di Taglio diretto

Prova a m. 1.00 - 1.10

Angolo di attrito $\varnothing = 34.56^\circ$

Peso di volume $\gamma = 1.90 \text{ g/cm}^3$

Coesione $c = 162.8 \text{ kPa}$

Classificazione delle Terre

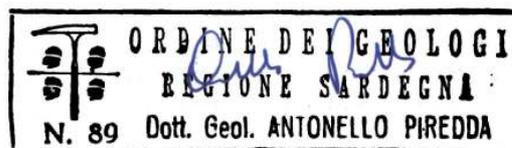
Prova a m. 4.70 - 5.00

Classificazione CNR UNI: **A 6**

Descrizione tecnica Racc. AGI: *Sabbia limo argillosa*

Il Geologo

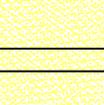
DOTT. GEOL. ANTONELLO PIREDDA



COMMITTENTE: Abbanoa S.p.a.
 LOCALITA': Comune di San Vero Milis
 OPERA: Progetto centrale di sollevamento Capo Mannu

UBICAZIONE: vedi foto allegata
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 28/10/2009

POZZETTO STRATIGRAFICO PZ 1

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	DESCRIZIONE TERRENO
0.35				Sabbie limo argillose brune con alcuni frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 10 cm, radici e resti vegetali
0.50				Sabbie limo argillose ocracee addensate con alcune radici
1.00		1.00		Sabbie limo argillose ocracee, addensate, con concrezioni e elementi litici arenacei da < 1 cm a ø max 4 cm variamente distribuiti
2.00				
2.30				Argille sabbiose ocracee
2.40				
				Sabbie debolmente limo argillose ocracee, addensate, con alcuni elementi litici carbonatici da < 1 cm a ø max 3 cm
3.00				
3.10				
				FINE SCAVO
4.00				Note: assenza H ₂ O. Pareti di scavo stabili nel corso della verifica.
5.00				



Postazione pozzetto stratigrafico Pz 1



DOCUMENTO DI PROVA

Data inizio prova: Rif. laboratorio:

Committente: Geosardinya srl

Opera: Abbanoa - Partitore in sollevamento Capo Mannu

Data del campionamento: Ubicazione pozzetto n°:

Sigla del campione: Profondità prelievo dal p.c. (mt)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Apparecchio di Casagrande

Descrizione del campione

Caratteristiche della prova

Dimensioni della cella (mm) Velocità di esecuzione (mm/min)

Caratteristiche del provino Provino n°

Contenuto d'acqua iniziale %

Peso di volume g/cmc

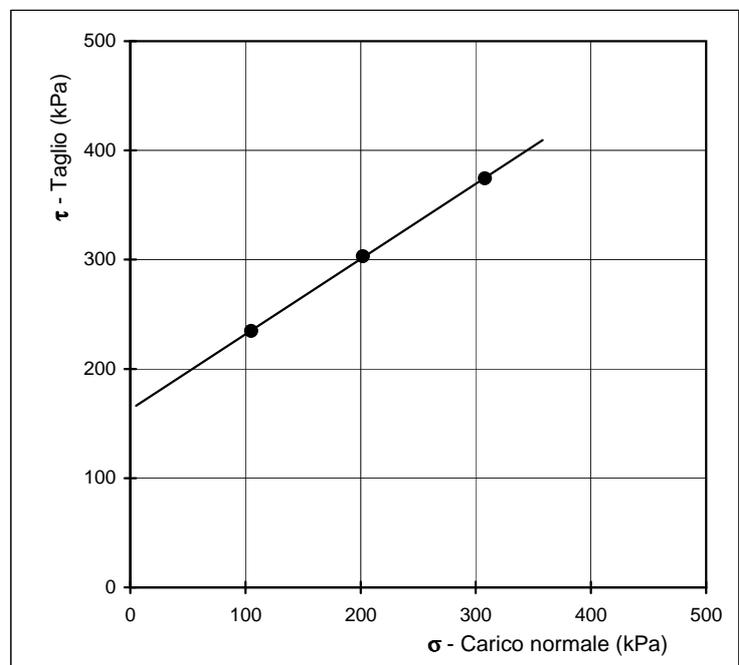
Determinazioni della prova Carico kPa

Tempo di consolidazione ore

Resistenza massima al taglio kPa

Angolo d'attrito:

Coesione: kPa



soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessi

CERTIFICATO DI ANALISI

Data inizio prove: 11-nov-09 Rif. laboratorio: 4410B/09

COMMITTENTE: Geosardinya SRL CANTIERE: Progetto partitore in sollevamento Capo Mannu

Data del campionamento: - Ubicazione pozzetto n°: PZ1
Sigla del campione: - Profondità prelievo m. p.c.: 1,00 - 1,10

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR UNI 10006 - CNR UNI 1008

Analisi granulometrica eseguita
per setacciatura (via umida) "a" e per sedimentazione "b"

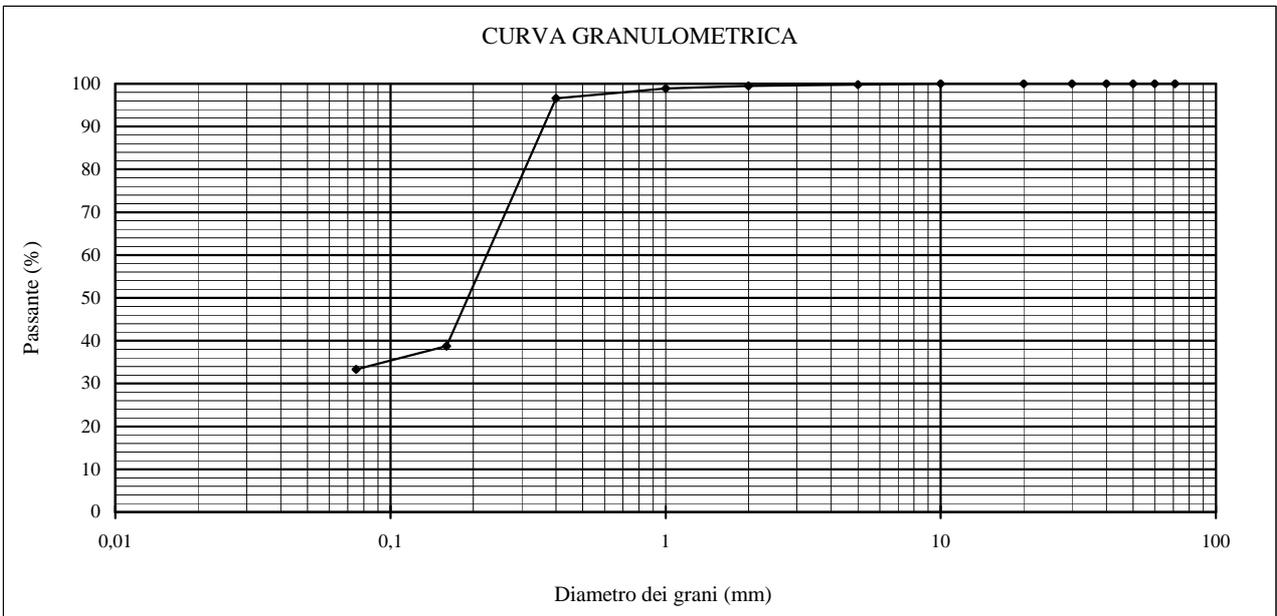
a		b	
Aperture	Pass.cum.	Diam.grani	Sed.cum.
mm	%	mm	%
71	100,0		
60	100,0		
50	100,0		
40	100,0		
30	100,0		
20	100,0		
10	100,0		
5	99,8		
2	99,5		
1	98,9		
0,4	96,6		
0,16	38,8		
0,075	33,3		

Umidità del campione:	%	10,9
Peso di volume:	g/cmc	-
Rapporto 0,075/0,4		0,35
Limite liquido:	%	35
Limite plastico:	%	18
Indice plastico:	%	17
Indice di consistenza:		-
Contenuto in ghiaia:	%	0,5
Contenuto in sabbia:	%	66,1
Contenuto in limo e argilla:	%	33,3

CLASSIFICAZIONE CNR UNI: A2-6

Descrizione tecnica del campione (Racc.AGI):

Sabbia limo argillosa



soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Ignazio Dessì