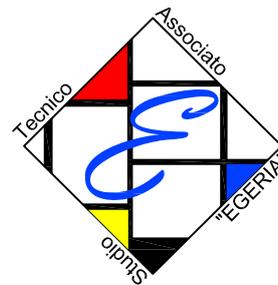


COMUNE DI ORISTANO

Provincia di Oristano



Via V. Alfieri 21, Oristano
Tel/Fax 078378797
E-mail : sa.egeria@tiscali.it
C.F./P.ta I.V.A. 01050050952

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN
LOCALITA' "IS PASTURA MANNAS"
DITTA SADERI ANTONIO E PIU'**

ZONA C2ru

ELABORATO

B

**RELAZIONE
GEOLOGICA E
GEOTECNICA**

I PROGETTISTI:

- Dott. Ing. Andrea Lutzu
- Dott. Ing. Alberto Lutzu

IL GEOLOGO:

- Dott. Geol. Antonello Piredda

COLLABORATORI:

- Dott. Arch. Francesco Cuozzo

IL DIRIG. - RESP.

IL SINDACO

Oristano, lì

I COMMITTENTI

SADERI Antonio

SADERI Luisa Ignazia

SADERI Maria Teresa

MURA Sebastiano

LOI Maria Antonietta

FADDA Salvatore

PISANO Anna Rita

CERAME Luciana

CROBU Ignazio

CURTALE Tiziana Rimedia

VARRECCHIONE Roberto

ANGOTZI Stefano

SULAS Maria Francesca

INDICE

PREMESSA	1
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
GEOLOGIA	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE.....	5
INQUADRAMENTO MORFOLOGICO	8
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	12
CLIMATOLOGIA.....	14
INDAGINI SVOLTE	19
CONSIDERAZIONI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE	21
VERIFICA FONDAZIONI DIRETTE.....	30
MODALITA' DI SCAVO	35
VIABILITA'	35
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	41

PREMESSA

Su affidamento incarico da parte dei sig. Antonio Saderi e più sono state eseguite nel mese di Giugno 2014 indagini geognostiche e geotecniche per il progetto di una nuova lottizzazione in località Is Pasturas Manna nella periferia est di Oristano.

L'area d'intervento è localizzata a breve distanza dall'ex zuccherificio tra l'abitato di Oristano e la frazione di Silì.

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

UBICAZIONE LOTTIZZAZIONE IS PASTURAS MANNA



Immagine satellitare

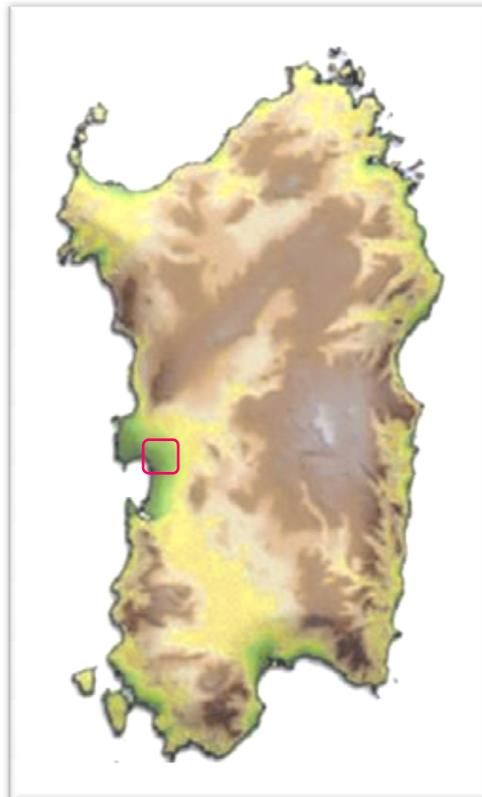
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

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

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

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

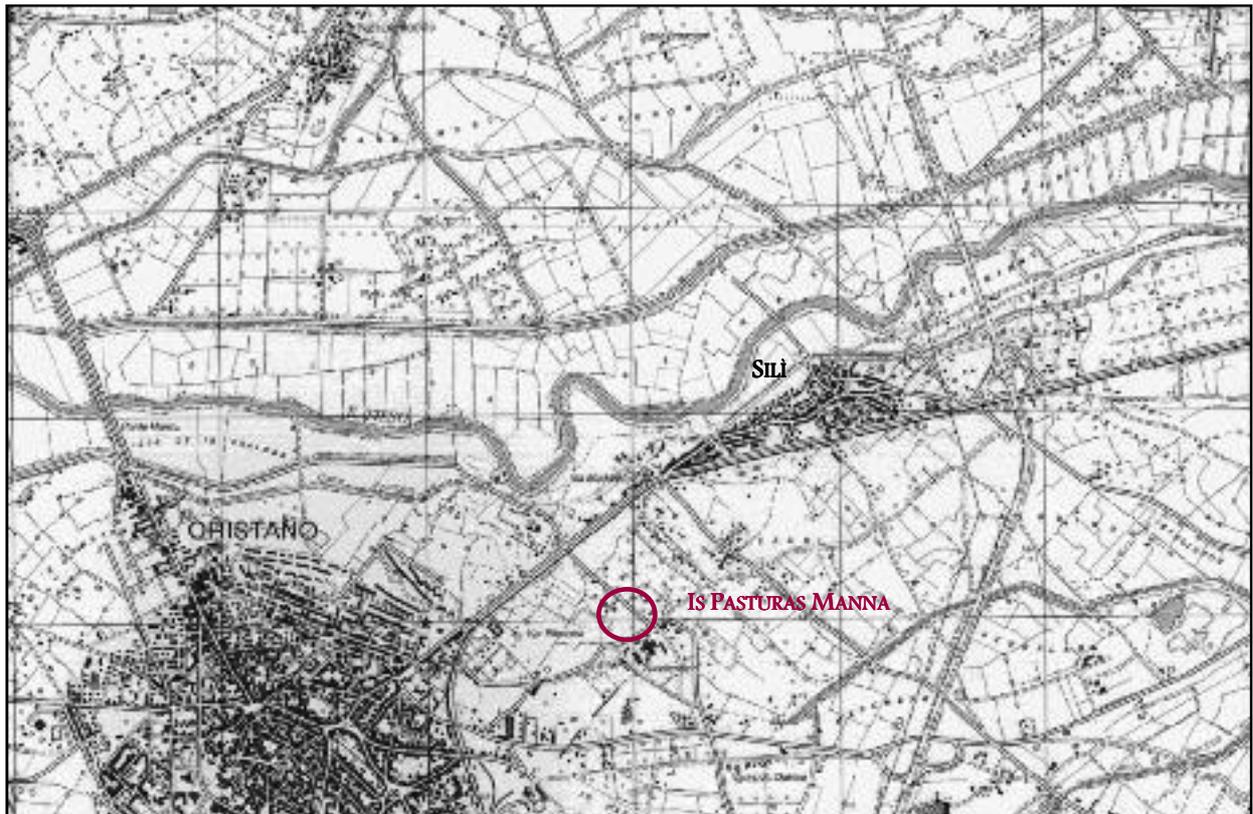
Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio: 528 sez. I Oristano Nord.



 *Is Pasturas Manna- Oristano*

Stralcio Carta d'Italia Scala 1: 25.000

Foglio: 528 sez. I Oristano Nord



GEOLOGIA

INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE

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

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

In particolare si possono distinguere:

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

Alluvioni "antiche" (Pleistocene)

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

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

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

Alluvioni recenti e attuali (Olocene-Attuale)

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

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

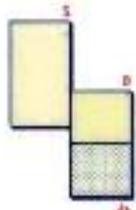
Rientrano in questa tipologia i depositi dunari attuali, allungati parallelamente alla costa del Golfo di Oristano, formati da sabbie medio-grosse giallastre, i depositi deltizi del fiume Tirso, sabbioso-limo-argillosi, i depositi lagunari e palustri dello Stagno di Santa Giusta e delle aree limitrofe,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

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

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA FOGLI 216-217



Olocene

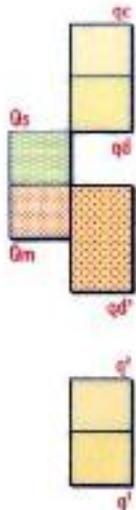


Sabbie attuali e recenti delle spiagge (*s*), passanti a dune litoranee.

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

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

Pleistocene



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

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

Calcarei e argille (*qs*) a *Cardium* (TIRRENIANO).

Arenarie, conglomerati e sabbie (*qm*) con fauna marina tirreniana (Panchina a Struthus).

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

Depositi alluvionali ciottolosi (*q'*), con intercalazioni sabbiose bruno-rossastre, o elementi di quarza, granito, scisti paleozoici oppure di lave a E di Uras (M. Arci), terrazzati. Depositi alluvionali ciottolosi (*q'*) dei terrazzi più alti, generalmente ammassati o spesso a incrostazioni calcaree e con intercalazioni argillose, o elementi di rocce paleozoiche nelle regioni del Tisno e di Santa Giusta e di rocce terziarie laviche, in prevalenza, nelle pendici occidentali di Trebina Langa (M. Arci).

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

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

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

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

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

Questi depositi sono presenti nell'area d'intervento.

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

Verso la costa le unità morfologiche maggiormente significative sono rappresentate dallo stagno di Santa Giusta, dalle aree paludose limitrofe, la costa bassa e sabbiosa e i corpi dunari.

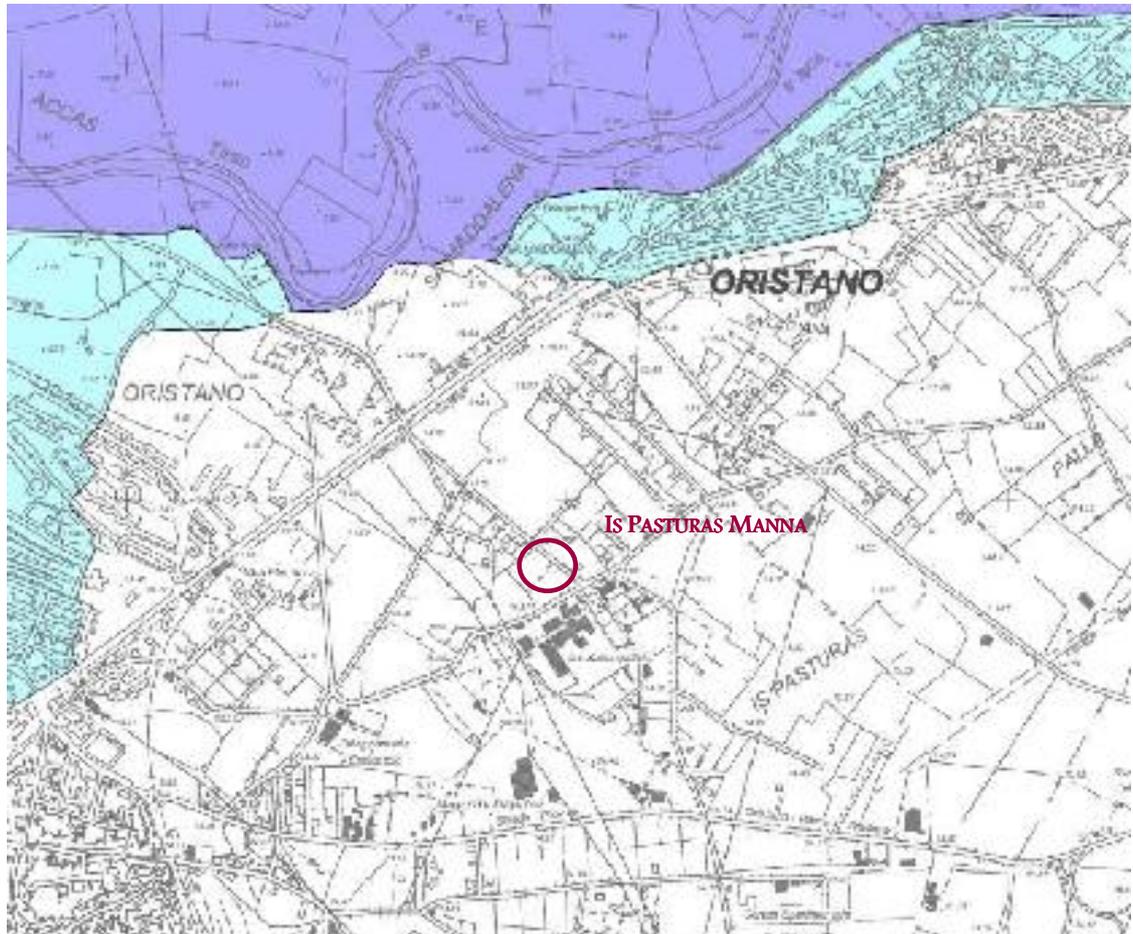
La formazione degli stagni è dovuta alla presenza di ostacoli morfologici al regolare deflusso fluviale. Generalmente si tratta di barre sottomarine create dal moto ondoso e dalle correnti costiere che alimentate dai sedimenti fluviali, emergono fino a formare delle vere e proprie spiagge sino alla formazione di campi dunari.

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

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

CARTOGRAFIA PIANO STRALCIO D'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Carta delle aree inondabili - Tavola N° 7 G.F.

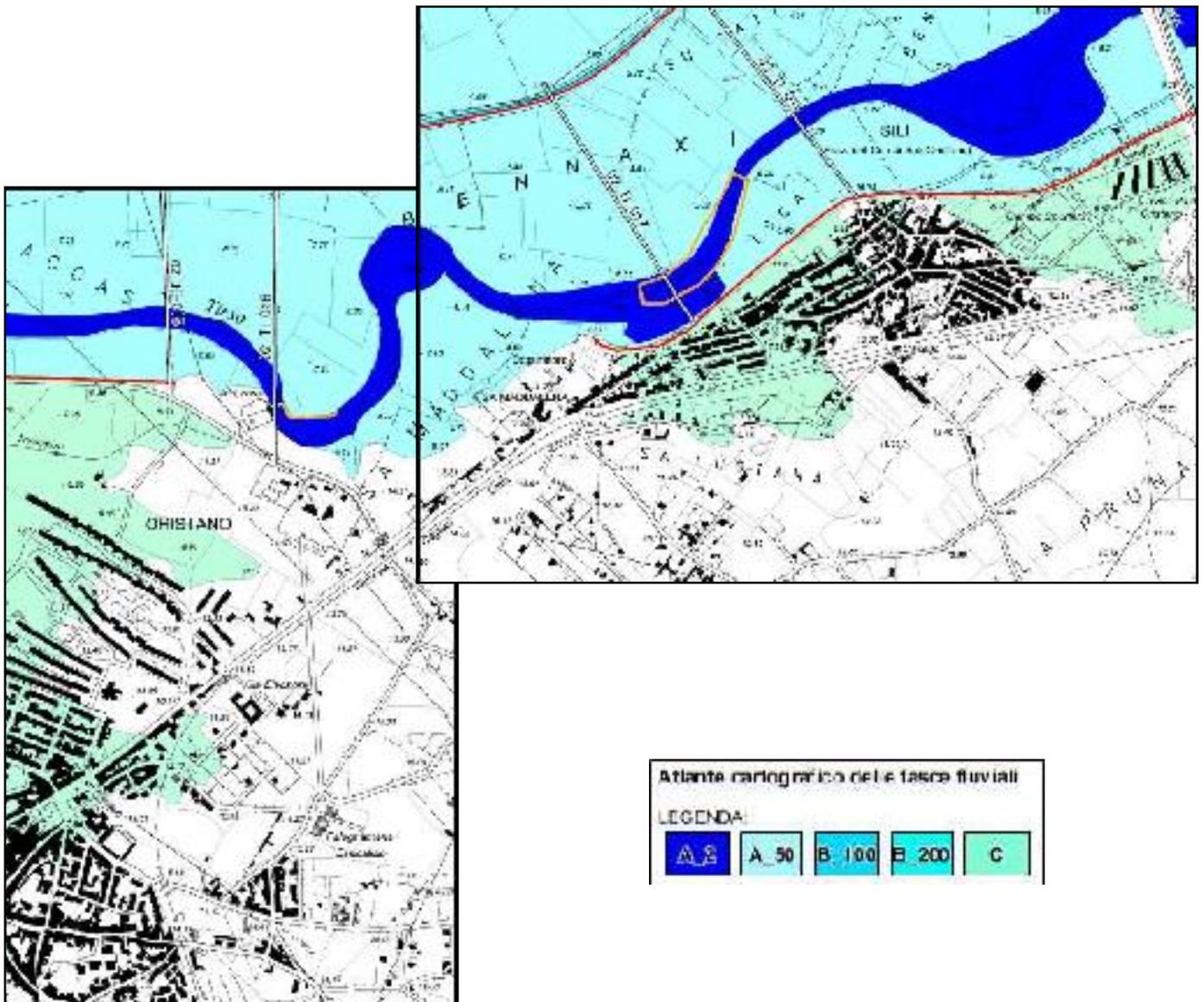


-  **Hi1** Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 500 anni
-  **Hi4** Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 50 anni

Secondo il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna e in particolare secondo quanto riportato nella Carta delle Aree Inondabili, nella zona non sussistono condizioni di pericolosità idraulica.

STRALCIO CARTOGRAFIA ATLANTE FASCE FLUVIALI

Tavole TI005 e TI007



L'area in esame non rientra tra le tavole dell'Atlante interessate da vincoli per le fasce fluviali.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Circolazione idrica superficiale

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

STRALCIO CARTOGRAFIA PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE



Tav 5/4 Unità Idrografica Omogenea Tirso

Circolazione idrica sotterranea

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

Sono caratterizzati da una marcata variabilità composizionale areale e verticale con l'accostamento e la sovrapposizione di corpi sedimentari di varia estensione e potenza, spesso a sviluppo lentiforme, con valori della permeabilità molto diversi.

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

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

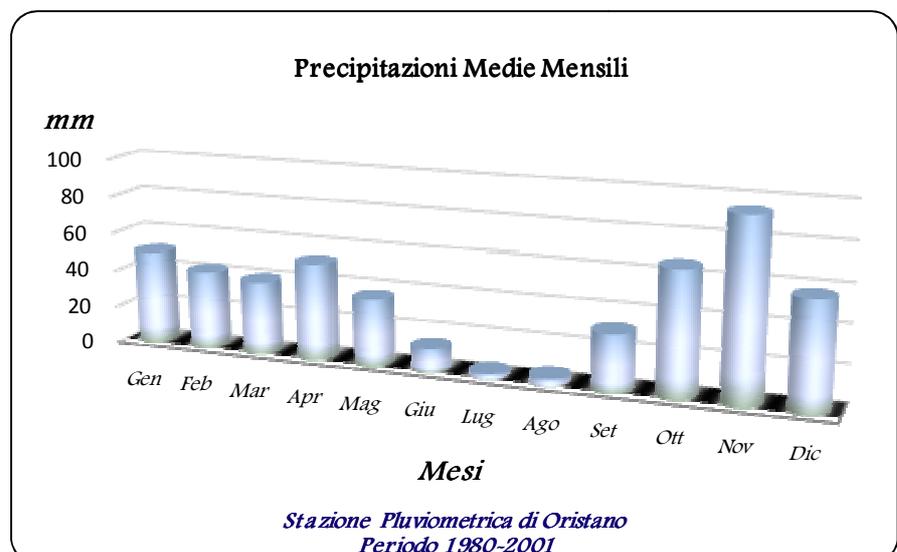
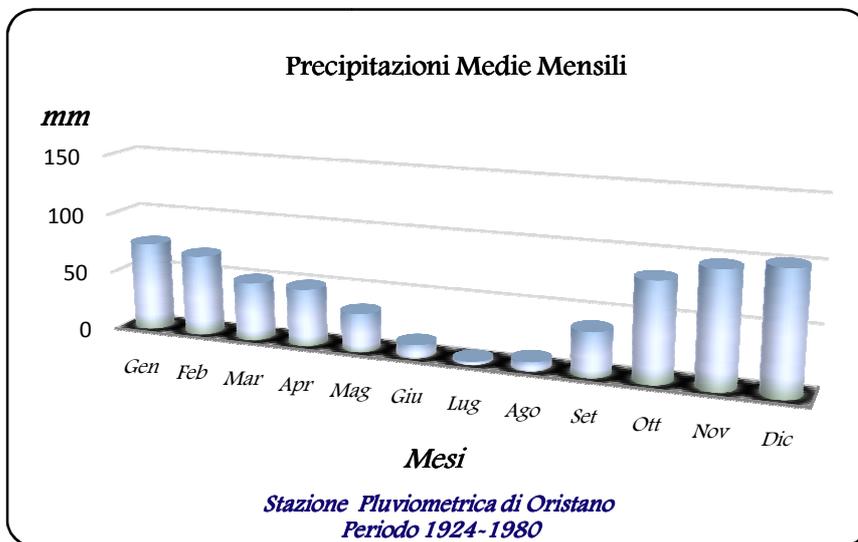
Le falde più profonde evidenziano in genere caratteristiche quantitative-qualitative stabili o con minime variazioni temporali, legate ad un più esteso bacino idrogeologico alimentato dai flussi di subalveo del Fiume Tirso.

Nell'area d'intervento le prime circolazioni idriche si individuano a m – 8.00 ÷ - 10 dal piano campagna.

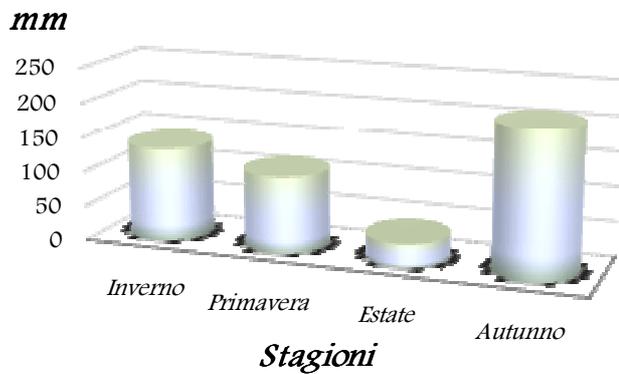
CLIMATOLOGIA

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

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

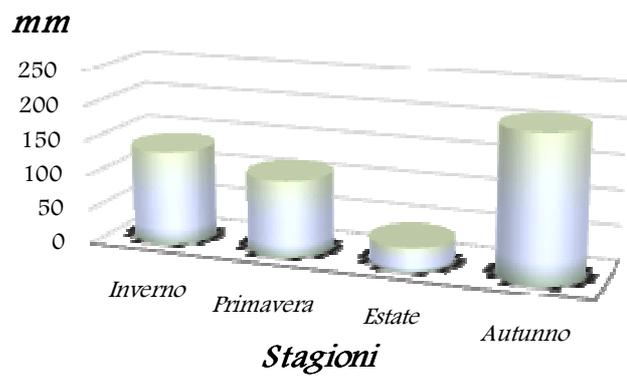


Precipitazioni Medie Stagionali

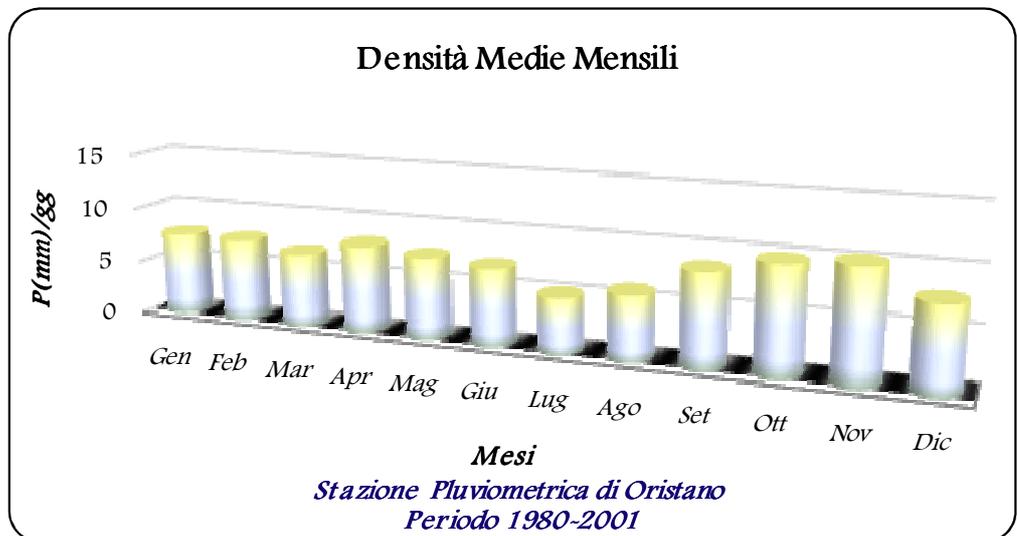
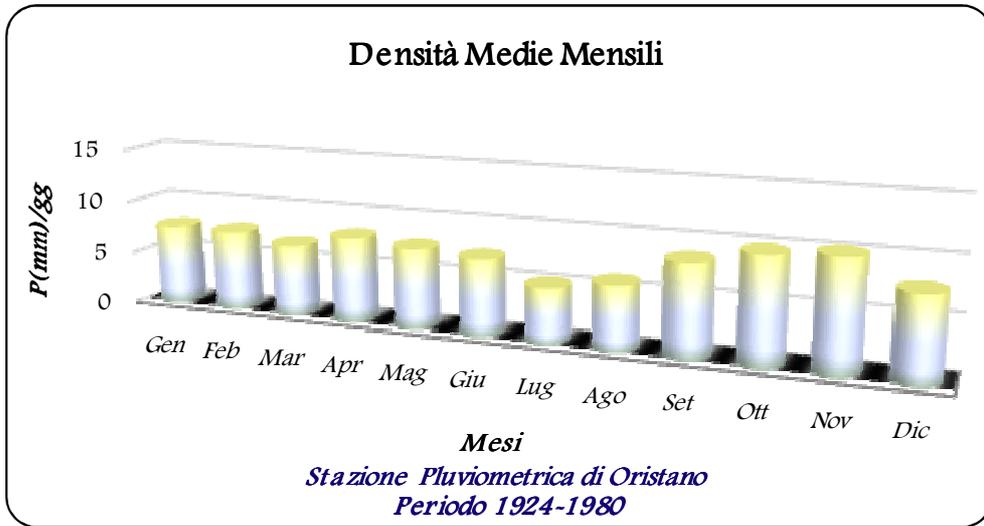


*Stazione Pluviometrica di Oristano
Periodo 1924-1980*

Precipitazioni Medie Stagionali

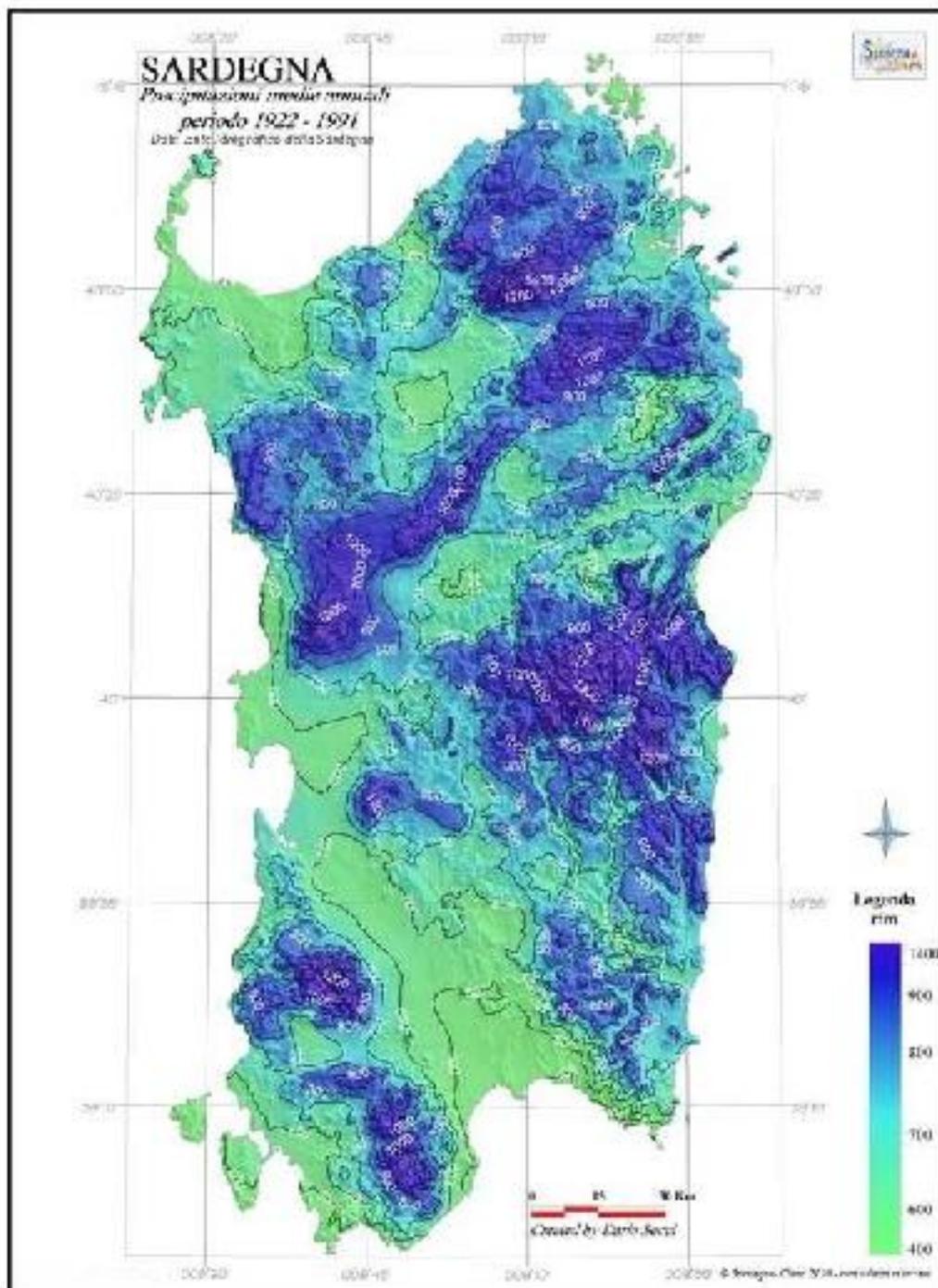


*Stazione Pluviometrica di Oristano
Periodo 1980-2001*

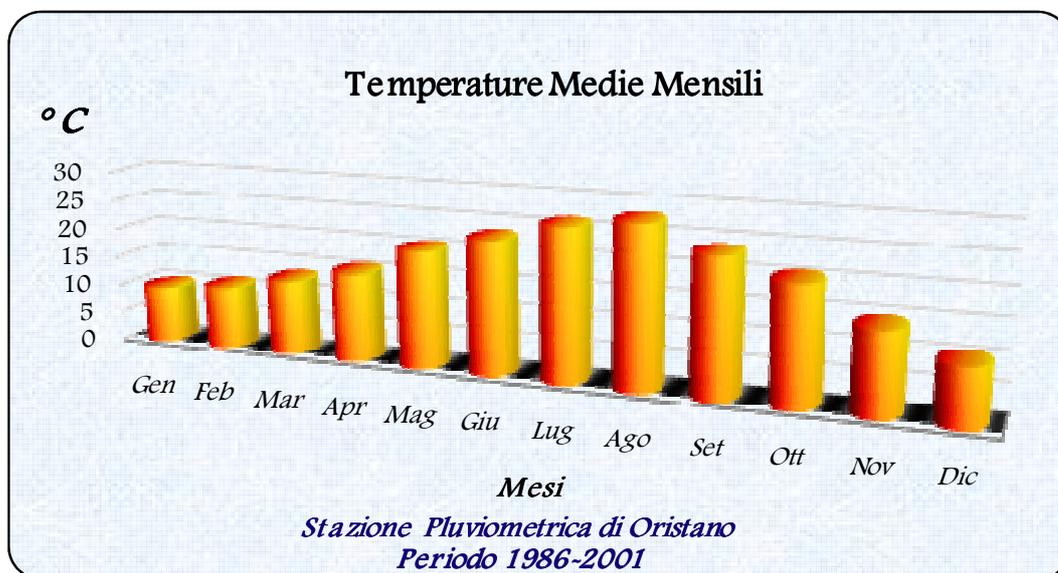


CARTA DEL SERVIZIO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

Medie annuali del periodo 1922-1991



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



INDAGINI SVOLTE

SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Sono stati eseguiti n° 4 sondaggi a carotaggio continuo che hanno investigato sino alla profondità di m – 10.00 dal piano campagna.

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

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

PROVE CON VANE TEST E POCKET PENETROMETER

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

PROVE PENETROMETRICHE S.P.T.

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite complessivamente 16 prove S.P.T. (Standard Penetration Test).

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

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

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

ANALISI DI LABORATORIO

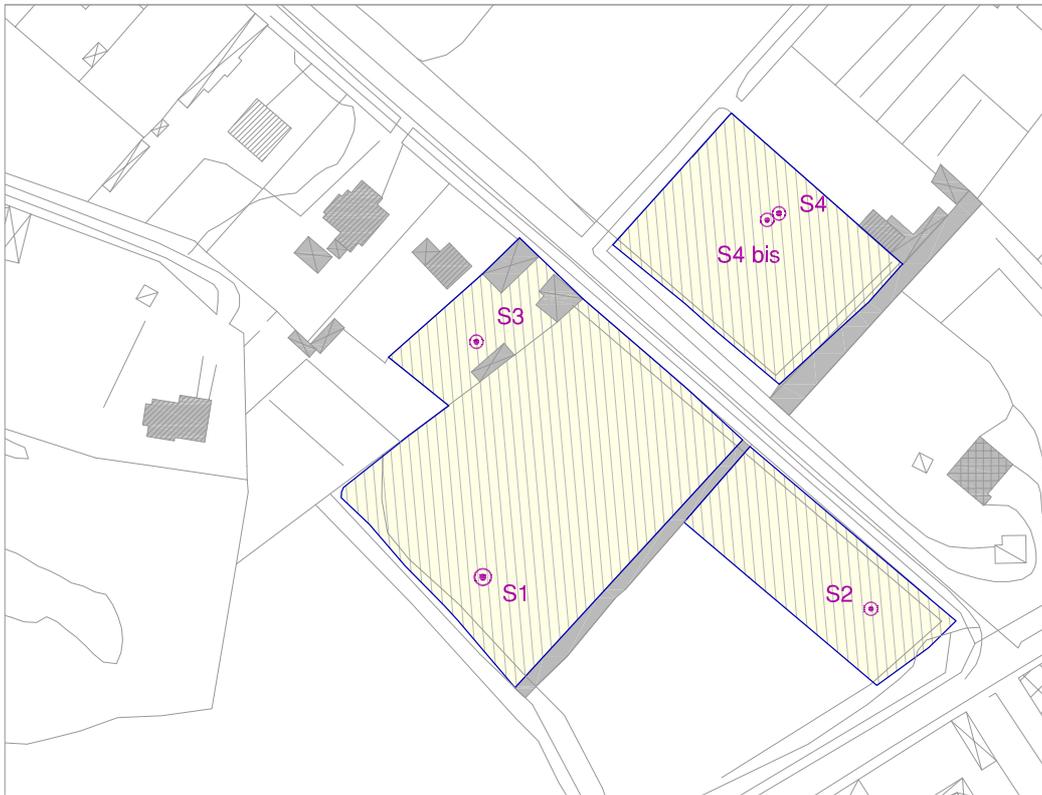
Ad integrazione delle prove in sito sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

n° 1 Prove di Taglio Diretto con Scatola di Casagrande

n° 1 Determinazione del Peso di Volume

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

⊙ S Sondaggio a carotaggio continuo



Scala 1: 2.000

Sondaggio a carotaggio continuo



Esecuzione Prova Penetrometrica S.P.T.



SONDAGGIO S 1

COMMITTENTE: Saderi Antonio e più
 LOCALITA': Is Pasturas Manna - Oristano
 OPERA: Indagini geognostiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE: vedi planimetria
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 04/06/2014

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.70										Terreno di riporto: limi argillosi e sabbiosi bruno nocciola con alcuni frammenti di laterizi e resti carboniosi
1.00						0.85-1.30	6	8	10	Limi sabbioso argillosi e sabbie debolmente argillose bruno nocciola; alcuni noduli carbonatici ø 2 cm a m -0.70 ÷ -1.20
1.70				3.00	1.00					Argille e argille limose nocciola con striature brune
				4.20	1.72					
				4.30	1.68					
				4.30	1.90					
				4.30	1.60	2.45-2.90	5	7	10	
2.70										Limi sabbioso argillosi e sabbie limose debolmente argillose nocciola
3.15				3.60		3.20-3.65	3	8	8	Argille, argille limose e sabbiose sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici, nocciola e bruno nocciola; alcuni noduli e concrezioni carbonatiche a m -3.30 ÷ -3.50 (ø max 2 cm) e m -3.70 ÷ -4.20 (ø max 4 cm)
				3.20	0.88					
				2.20	0.64					
				1.70	0.58					
				1.70	0.52					
				1.80	0.60					
				2.20	0.80					
				1.60						
				2.00	0.48					
				2.60	0.84					
				2.70	0.92					
5.00										Sabbie fini debolmente limose nocciola con striature ocracee
6.30						6.30-6.75	9	12	12	
7.80										Sabbie medie nocciola
8.40										Sabbie grosse nocciola con alcuni elementi litici evoluti quarzitici, di rocce vulcaniche, granitiche e metamorfiche da < 1 cm a ø max 3 cm
9.40										Sabbie grosse, ghiaie e alcuni ciottoli evoluti da < 1 cm a ø max 7 cm; a m -9.80 ÷ -9.90 argille
10.00	9.90									FINE SONDAGGIO

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 ÷ -10.00 m)



SONDAGGIO S 2

COMMITTENTE: Saderi Antonio e più
 LOCALITA': Is Pasturas Manna - Oristano
 OPERA: Indagini geognostiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE: vedi planimetria
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 04/06/2014

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.80										Limi argillosi e argille debolmente sabbiose brune con alcuni elementi litici ø max 2 cm a m 0.00 ÷ -0.40
1.00						0.85-1.30	9	14	15	Limi argillosi localmente sabbiosi nocciola giallastri con alcune concrezioni e noduli carbonatici ø max 2 cm
2.00				4.30		2.20-2.65	5	6	13	Argille e argille limose nocciola con alcuni noduli carbonatici ø max 2 cm; localmente striature nerastre
2.80				4.30	1.44	3.10-3.65	4	4	5	Sabbie localmente debolmente argillose nocciola con alcuni frammenti arenacei ø max 4 cm
3.50				4.00 3.70 3.80 3.80 4.20 4.00 4.30	1.20 1.50 1.56 1.40 1.40 1.08 1.20					Argille, argille limose e sabbiose sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici nocciola; alcune concrezioni e noduli carbonatici ø max 3 cm da m -3.50 ÷ -4.00 e alcuni elementi litici ø max 2 cm da m -4.50 ÷ -4.90
4.90						6.20-6.65	11	12	16	Sabbie bruno nocciola medie, grosse e fini con una frazione limo argillosa variamente distribuita
6.95										Sabbie medie, grosse e ghiaie in vari rapporti granulometrici ad elementi litici evoluti quarziticci, di rocce vulcaniche, granitiche e metamorfiche da < 1 cm a ø max 5 cm localmente debolmente argillose nocciola
10.00										FINE SONDAGGIO

Note: H₂O assente

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 ÷ -10.00 m)



SONDAGGIO S 3

COMMITTENTE: Saderi Antonio e più
 LOCALITA': Is Pasturas Manna - Oristano
 OPERA: Indagini geognostiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE: vedi planimetria
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 05/06/2014

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.60										Terreno di riporto: sabbie e argille sabbiose nocciola e brune con alcuni ciottoli e frammenti di laterizi
1.00		1.00-1.30		3.00	0.92	1.50-1.95	4	6	9	Argille e argille limose localmente debolmente sabbiose nocciola localmente con striature brune, alcuni noduli carbonatici e concrezioni Ø 2 cm da m -0.60 ÷ -1.70
2.90				2.80 3.50 2.50 3.50	0.42 1.08 0.60 1.28					
3.90				2.70		3.00-3.45	4	4	5	Sabbie fini e medie limo argillose nocciola con frammenti arenacei da < 1 cm a Ø max 4 cm variamente distribuiti
5.00				3.10 4.00	1.32 1.28	4.50-4.95	3	6	10	Argille e argille limose localmente debolmente sabbiose nocciola con alcune concrezioni carbonatiche biancastre variamente distribuite
5.50				3.70 3.80	1.40 1.28					
						6.00-6.45	4	8	11	Argille, argille limose e sabbiose sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici nocciola, con alcuni livelli con un maggiore frazione sabbiosa
				2.70						
				3.10	1.20					
					0.20					
				2.00	0.70					
				1.70	0.30					
10.00	9.70			1.50	0.70					
										FINE SONDAGGIO

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 ÷ -10.00 m)



SONDAGGIO S 4

COMMITTENTE: Saderi Antonio e più
 LOCALITA': Is Pasturas Manna - Oristano
 OPERA: Indagini geognostiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE: vedi planimetria
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 05/06/2014

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.70										Limi sabbioso argillosi bruni con alcuni elementi litici e resti vegetali
1.00				4.00	1.40	0.85-1.30	3	5	12	Argille debolmente sabbiose brune; alcuni elementi litici ≤ 1 cm
2.60				4.30	1.12	2.40-2.85	6	6	7	Argille limose debolmente sabbiose bruno ocracee con alcuni frammenti arenacei a m -2.50 ÷ -2.65 da < 1 cm a ø max 5 cm
3.70				2.00	0.60	3.30-3.75	7	10	12	Sabbie con una frazione limo argillosa bruno nocciola in percentuale variabile con alcuni frammenti arenacei a m -3.50 ÷ -3.70 da < 1 cm a ø max 7 cm
5.00				4.30	1.04					Limi argillosi debolmente sabbiosi in alternanza nocciola; noduli carbonatici da < 1 cm a ø max 4 cm a m -4.10 ÷ -4.70
5.20				3.50	0.60					
7.60						6.00-6.45	13	13	14	Sabbie medie, grosse e fini localmente limose e argillose nocciola
8.70				2.30	0.84					Argille, argille limose e sabbiose nocciola alternate ad un livello sabbioso (m -8.00 ÷ -8.30)
				1.50	0.44					
				1.60	0.56					Sabbie medie, grosse e ghiaie ad elementi litici evoluti quarzifici, di rocce vulcaniche, granitiche e metamorfiche, da < 1 cm a ø max 5 cm debolmente limo argillose nocciola e localmente bruno ocracee
10.00										FINE SONDAGGIO
										Note: H ₂ O assente

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 ÷ -10.00 m)



SONDAGGIO S 4 bis

COMMITTENTE: Saderi Antonio e più
 LOCALITA': Is Pasturas Manna - Oristano
 OPERA: Indagini geognostiche nuova lottizzazione

UBICAZIONE: vedi planimetria
 QUOTA: piano campagna
 DATA: 05/06/2014

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	Pp	Vt	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.30										Limi sabbioso argillosi bruni con alcuni elementi litici evoluti da < 1 cm a ø max 3 cm; radici e resti vegetali
0.80				2.40	1.08					Argille localmente debolmente sabbiose brune
1.00				2.40						Argille limose debolmente sabbiose bruno ocracee e nocciola con alcuni noduli e concrezioni carbonatiche biancastre
				4.00	1.16					
				4.00	0.92					
				4.00	1.00					
				3.60	1.32					
2.60					0.48					Sabbie fini e medie localmente debolmente argillose bruno ocracee e nocciola
				2.50	0.48					
3.30		3.10-3.30								FINE SONDAGGIO
5.00										Note: H ₂ O assente
10.00										

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 bis (0.00 m ± -3.30 m)



DOCUMENTO DI PROVA

Data della prova : 09-giu-14

Certificato n° : 7177/14COMMITTENTE : Geosardinya srlProvenienza campione : Oristano - loc. Is Pasturas MannaSondaggio : S4 bis Profondità di campionamento (m dal p.c.) : 3,1 - 3,3**PESO DI VOLUME**

METODO DELLA PESATA IDROSTATICA

Descrizione	Provino	Peso di volume
	n°	g/cmc
Sabbia argillosa bruna	1	2,095
compatta	2	2,014

Peso di volume medio (g/cmc) : 2,055

Data: 9-giu-14

DOCUMENTO DI PROVARif. Lab. : 7176/14Committente: Geosardinya srl Data inizio prova: 09/06/14Provenienza campione : Oristano - Loc. Is Pasturas MannaSondaggio/pozzetto: S3 Profondità (m dal p.c.): 1,0 - 1,3**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

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

Descrizione del campione : Argilla bruna di media consistenzaCaratteristiche della prova : Consolidata drenata su provini non ricostruitiImmersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio : sì no

Caratteristiche del provino	Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%	23,3			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc	1,826	1,784	1,806	1,807
Peso di volume secco	g/cmc	1,482	1,447	1,465	1,466

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

	Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min	4			
Tempo minimo di durata della prova	min	50,8			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min	0,049			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53,09	102,54	197,97	302,08
Resistenza massima al taglio	kPa	25,0	43,7	92,2	116,6
Deformazione orizzontale alla rottura	%	2,7	4,2	11,3	7,2
Velocità di prova	mm/min	0,049			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

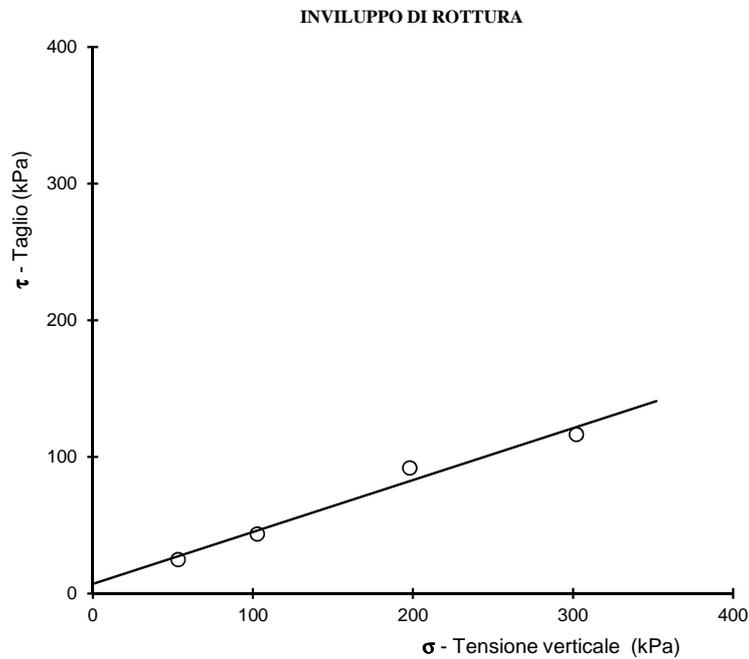
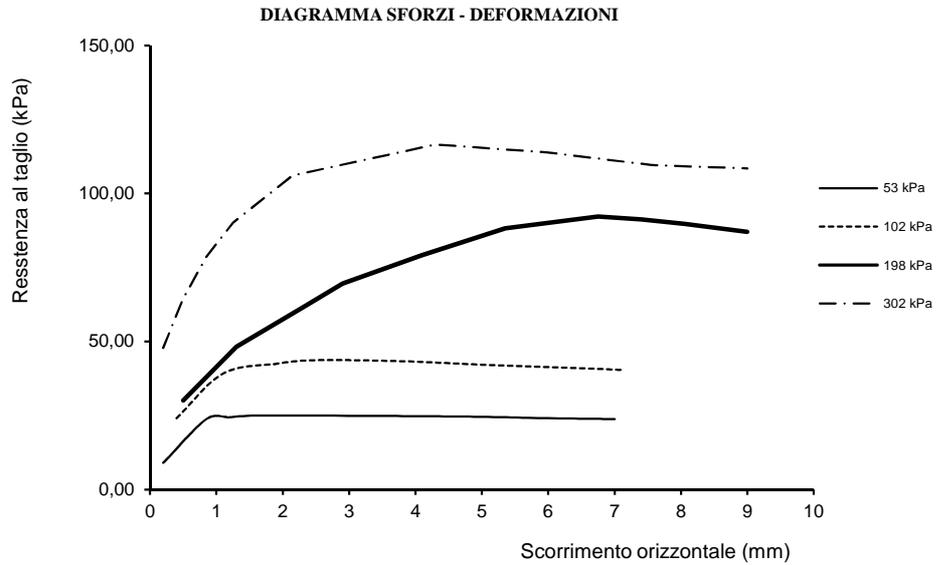
ANGOLO DI
RESISTENZA AL
TAGLIO
20,80 °

COESIONE
7,1 kPa

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)



CONSIDERAZIONI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Nell'area d'intervento i sondaggi S1, S2 e S4 hanno evidenziato una certa correlabilità stratigrafica con una sequenza litologica rappresentata sino alla profondità variabile di m – 4.90 ÷ – 6.30 dal piano campagna da sedimenti coesivi, argillosi, argillo limosi e sabbiosi sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici.

Oltre tale profondità sino a m – 10.00 sono stati individuati terreni maggiormente granulari sabbiosi, localmente con una frazione ghiaiosa.

Il sondaggio S3 ha evidenziato una certa correlabilità lito-stratigrafica con le altre verticali di prova sino a circa m – 5.50, oltre i livelli granulari risultano subordinati.

Questa variabilità sedimentologica è determinata dalle variazioni energetiche deposizionali del paleo Tirso e agli interscambi con l'ambiente costiero.

Negli elaborati stratigrafici inseriti in relazione vengono evidenziate dettagliatamente le caratteristiche litologiche individuate.

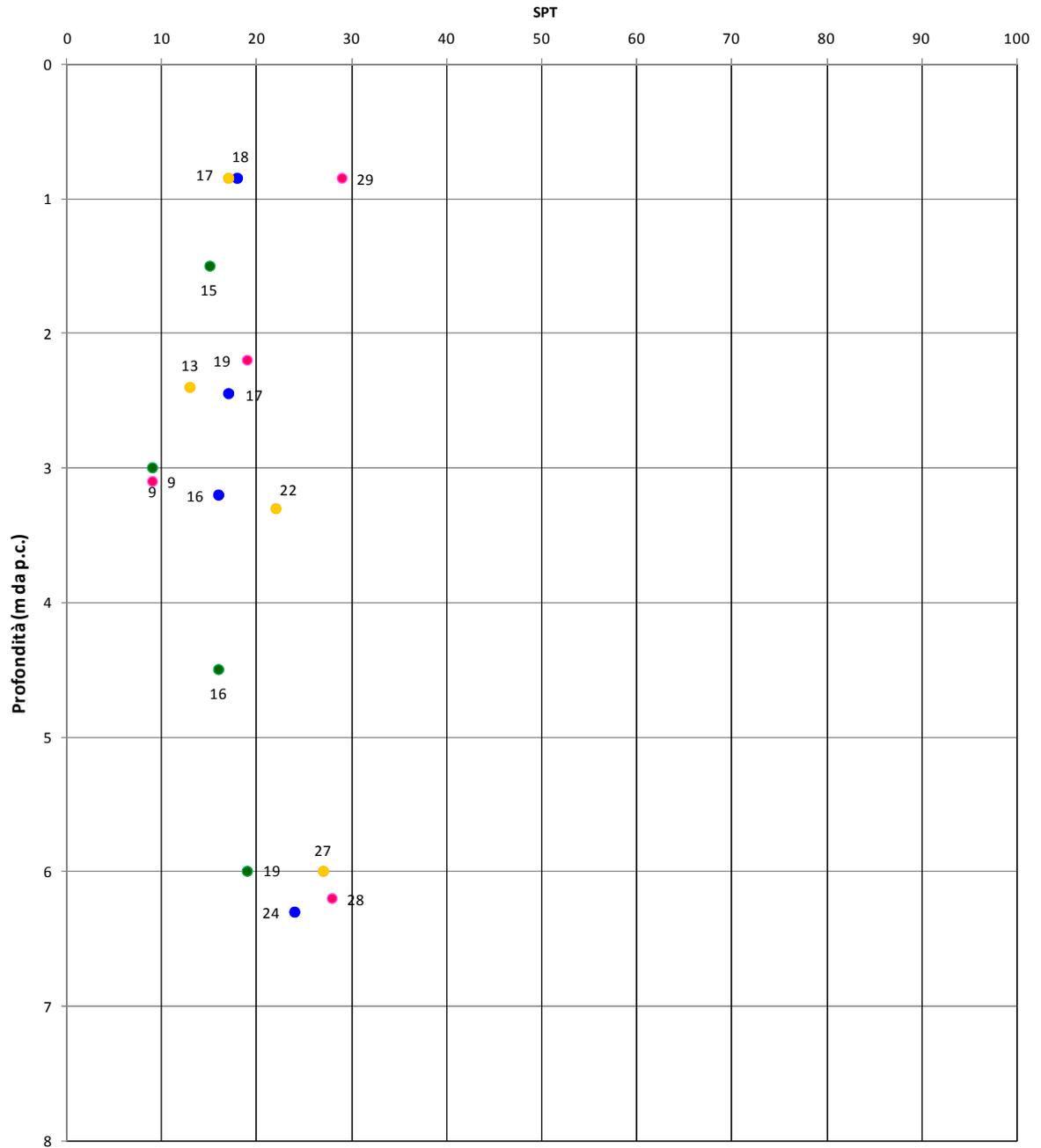
La prima circolazione idrica è stata individuata esclusivamente nel sondaggio S1 a m – 9.90 e a m – 9.70 nel sondaggio S3.

TABELLA PROVE S.P.T.

SONDAGGIO				PROFONDITA' PROVA m	NUMERO DI COLPI			Nspt
1	2	3	4		15	30	45	
				0,85	6	8	10	18
				0,85	9	14	15	29
				0,85	3	5	12	17
				1,50	4	6	9	15
				2,20	5	6	13	19
				2,40	6	6	7	13
				2,45	5	7	10	17
				3,00	4	4	5	9
				3,10	4	4	5	9
				3,20	3	8	8	16
				3,30	7	10	12	22
				4,50	3	6	10	16
				6,00	4	8	11	19
				6,00	13	13	14	27
				6,20	11	12	16	28
				6,30	9	12	12	24

GRAFICO

Profondità / Numero di colpi N₃₀ S.P.T.



SONDAGGI



PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Per l'assegnazione dei principali parametri geotecnici del terreno, alcuni valori numerici ottenuti dalle prove sono stati ridotti cautelativamente in funzione delle caratteristiche del sedimento e da valutazioni tecniche emerse nel corso delle perforazioni.

Sondaggio S1

Piano Campagna

0.00 m

Argille e argille limo sabbiose

<i>Angolo d'Attrito</i>	$\phi = 20.80^\circ$
<i>Coesione</i>	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
<i>Coesione non drenata</i>	$C_u = 1.00 \div 1.20 \text{ kg/cm}^2$
<i>Peso di Volume naturale</i>	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

- 4.00 m

Argille e argille limose e sabbiose

<i>Angolo d'Attrito</i>	$\phi = 20.80^\circ$
<i>Coesione</i>	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
<i>Coesione non drenata</i>	$C_u = 0.60 \text{ kg/cm}^2$
<i>Peso di Volume naturale</i>	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

- 6.30 m

Sabbie

<i>Angolo d'Attrito</i>	$\phi = 30^\circ$
<i>Coesione</i>	$C = 0$
<i>Peso di Volume naturale</i>	$\gamma = 1.70 \text{ T/m}^3$
<i>Peso di Volume Immerso</i>	$\gamma' = 0.70 \text{ T/m}^3$

- 10.00 m

Fine Indagine

Sondaggio S2

Piano Campagna

0.00 m

Limi argillosi localmente sabbiosi e argille

Angolo d'Attrito	$\phi = 20.80^\circ$
Coesione	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
Coesione non drenata	$C_u = 1.00 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

- 2.80 m

Sabbie localmente argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 26^\circ \div 28^\circ$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.70 \text{ T/m}^3$

- 3.50 m

Argille e argille limose localmente sabbiose

Angolo d'Attrito	$\phi = 20.80^\circ$
Coesione	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
Coesione non drenata	$C_u = 1.00 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

- 4.90 m

Sabbie

Angolo d'Attrito	$\phi = 30^\circ$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.70 \text{ T/m}^3$

- 6.95 m

Sabbie e ghiaie

Angolo d'Attrito	$\phi = 32^\circ$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \text{ T/m}^3$

- 10.00 m

Fine Indagine

Sondaggio S3

Piano Campagna

0.00 m

Terreno di riporto

Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.70 \div 1.80 \text{ T/m}^3$
-------------------------	---

- 0.60 m

Argille e argille limose localmente sabbiose

Angolo d'Attrito	$\phi = 20.80^\circ$
Coesione	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
Coesione non drenata	$C_u = 0.80 - 1.00 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

- 2.90 m

Sabbie limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 25^\circ$
Coesione non drenata	$C_u = 0.50 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.70 \div 1.80 \text{ T/m}^3$

- 3.90 m

Argille e argille limose localmente sabbiose

Angolo d'Attrito	$\phi = 20.80^\circ$
Coesione	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
Coesione non drenata	$C_u = 1.00 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

- 5.50 m

Argille, argille limo sabbiose e sabbie limose

Angolo d'Attrito	$\phi = 26^\circ$	(livelli granulari)
Coesione	$C = 0 \text{ T/m}^2$	(valore cautelativo)
Coesione non drenata	$C_u = 0.20-0.80 \text{ kg/cm}^2$	(livelli coesivo-granulari)
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \text{ T/m}^3$	
Peso di Volume Immerso	$\gamma' = 0.80 \text{ T/m}^3$	

- 10.00 m

Fine Indagine

Sondaggio S4

Piano Campagna

0.00 m

Argille limose e sabbiose in vari rapporti

Angolo d'Attrito	$\phi = 20.80^\circ$
Coesione	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
Coesione non drenata	$C_u = 0.80-1.00 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

- 2.60 m

Sabbie subordinatamente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 26^\circ$
Coesione non drenata	$C_u = 0.18 \div 0.50 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.70 \text{ T/m}^3$

- 3.70 m

Limi argillosi debolmente sabbiosi

Angolo d'Attrito	$\phi = 20.80^\circ$
Coesione	$C = 0.72 \text{ T/m}^2$
Coesione non drenata	$C_u = 0.80 \text{ kg/cm}^2$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \div 2.00 \text{ T/m}^3$

5.20 m

Sabbie localmente limo argillose

Angolo d'Attrito	$\phi = 28^\circ \div 30^\circ$
Coesione non drenata	$C_u = 0.50-0.80 \text{ kg/cm}^2$ (livelli coesivi)
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.70 \div 1.80 \text{ T/m}^3$

- 8.70 m

Sabbie e ghiaie

Angolo d'Attrito	$\phi = 32^\circ$
Peso di Volume naturale	$\gamma = 1.80 \text{ T/m}^3$

- 10.00 m

Fine Indagine

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

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

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

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

Peso di Volume γ da Tab. Terzaghi e Peck 1948-1967

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

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

Coesione non drenata C_u da Pocket Penetrometer e Vane Test

Peso di Volume γ da Tab. Bowles 1982, Terzaghi e Peck 1948-1967

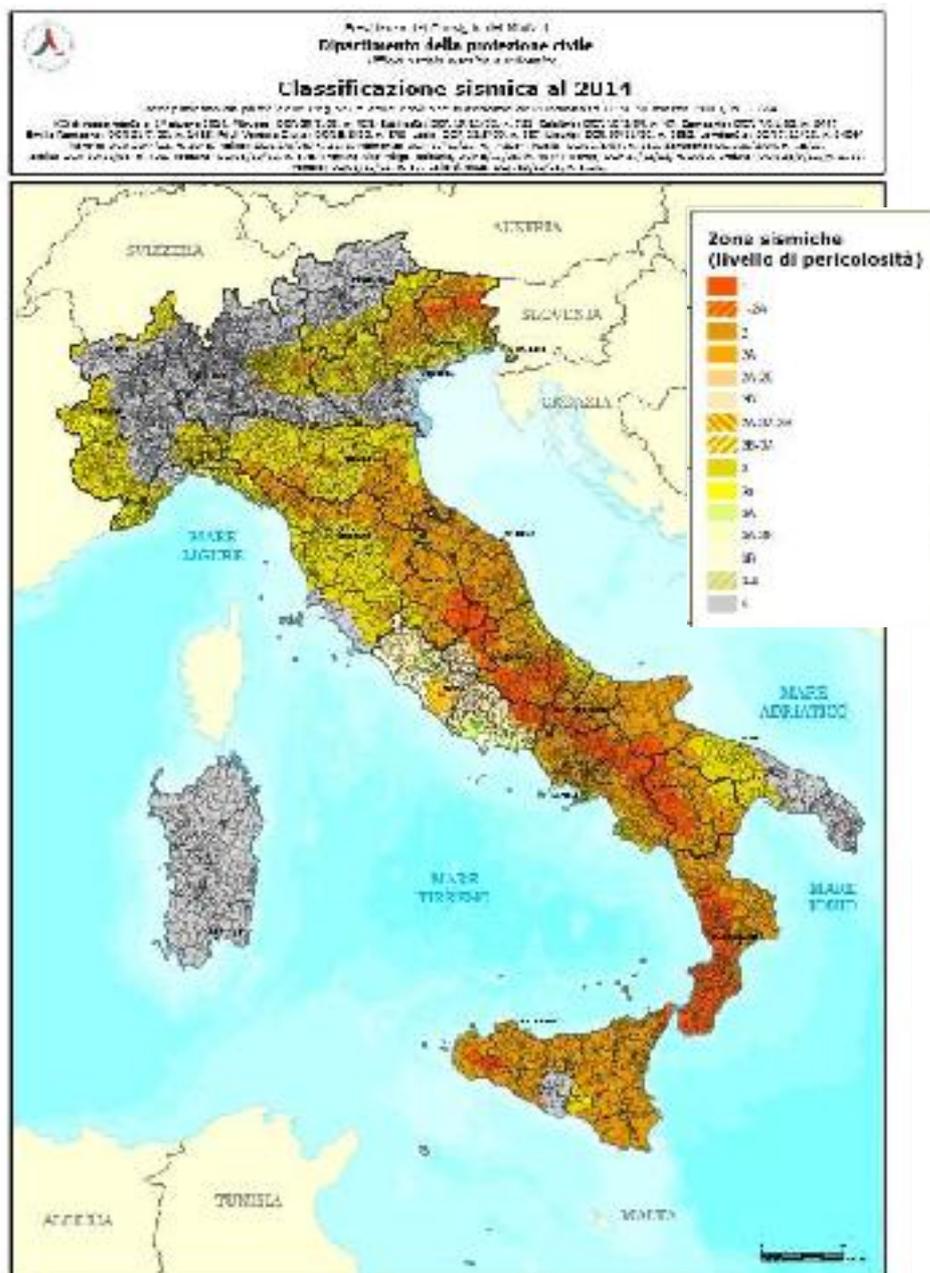
N_{SPT}	γ_{sat}	W%	e	N_{SPT}	γ_{sat}	W%	e	N_{SPT}	γ_{sat}	W%	e
0	1,60	68	1,833	10	1,90	33	0,892	20	2,02	25	0,667
2	1,75	47	1,267	12	1,92	31	0,842	22	2,04	23	0,628
4	1,80	42	1,125	14	1,95	29	0,795	24	2,07	22	0,591
6	1,85	37	1,000	16	1,97	28	0,750	26	2,09	21	0,556
8	1,87	35	0,945	18	2,00	26	0,708	28	2,10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

Valutazione dei parametri di resistenza dai dati S.P.T.

Definizione della consistenza	Numero dei colpi N (S.P.T.)	Indice di consistenza I_c	Coesione non drenata c_u (bars)
<i>Terreno coerente</i>			
Molto soffice	< 2	~ 0	$< 0,1$
Soffice	$2 \div 4$	$0 \div 0,25$	$0,1 \div 0,25$
Plastico	$4 \div 8$	$0,25 \div 0,5$	$0,25 \div 0,5$
Duro	$8 \div 15$	$0,5 \div 0,75$	$0,5 \div 1,0$
Molto duro	$15 \div 30$	$0,75 \div 1,0$	$1,0 \div 2,0$
Durissimo	> 30	$> 1,0$	$> 2,0$
<i>Terreno incoerente (sabbie e ghiaie)</i>		Densità relativa D_r	Angolo di attrito φ'
Molto sciolto	< 4	$< 0,2$	$< 30^\circ$
Sciolto	$4 \div 10$	$0,2 \div 0,4$	$30^\circ \div 35^\circ$
Medio	$10 \div 30$	$0,4 \div 0,6$	$35^\circ \div 40^\circ$
Denso	$30 \div 50$	$0,6 \div 0,8$	$40^\circ \div 45^\circ$
Molto denso	> 50	$> 0,8$	$> 45^\circ$

VERIFICA FONDAZIONI DIRETTE

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



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

Tabella 2.4.1 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

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

2.4.2 CLASSI D'USO

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

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

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

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

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

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

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

Da quanto emerso dalle indagini, qualunque scelta progettuale che preveda la realizzazione di una fondazione diretta, avrà quale terreno portante le argille o le argille limose e sabbiose.

Chiaramente le finalità di questo studio consistono nella ricostruzione lito-stratigrafica e geotecnica generale dell'area d'intervento senza specifiche verifiche su scelte progettuali dei futuri interventi costruttivi.

Tuttavia viene eseguita una valutazione sulla capacità portante del terreno attraverso due metodologie di calcolo. La prima utilizzando la coesione non drenata, determinata attraverso le prove in sito con il Vane Test, Pochet Penetrometer e la correlazione con le prove S.P.T., la seconda inserendo nella verifica il valore dell'Angolo d'Attrito e Coesione determinato in laboratorio attraverso la prova di Taglio con Scatola di Casagrande.

Per il calcolo vengono correlati i dati geotecnici determinati per le diverse verticali di prova, assegnando dei parametri cautelativi (le indagini rappresentano verifiche puntuali) così schematizzati:

Terreno Portante

Argille e argille limose e sabbiose

Peso di Volume naturale $\gamma = 1.80 \text{ T/m}^3$

Coesione non drenata $C_u = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo d'Attrito $\phi = 20^\circ$

Coesione $C = 0.72 \text{ T/m}^2$

1° VERIFICA (Coesione non drenata)

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

Utilizzando la relazione generale di Terzaghi e Peck:

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

dove:

C = Coesione

D = Profondità piano di posa delle fondazioni

B = Larghezza fondazioni

γ = Peso di Volume naturale

N_c, N_q, N_γ = Fattori di capacità portante

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

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

la formula di Terzaghi e Peck diviene:

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

Inserendo i parametri geotecnici e i dati geometrici di fondazione:

$C_u =$ Coesione non drenata	8,00	T/m ²
------------------------------	------	------------------

$D =$ Profondità piano di posa	1,00	m
--------------------------------	------	---

$\gamma =$ Peso di volume naturale	1,80	T/m ³
------------------------------------	------	------------------

$N_c =$ Fattore capacità portante	5,14	
-----------------------------------	------	--

Si ottiene:

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

$Q = 8,00 \cdot 5,14 + 1,80 \cdot 1,00$

$Q = 41,12 + 1,80$

$$Q = 42,92 \text{ T/m}^2$$

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

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

2° VERIFICA (Attrito e Coesione del terreno)

Viene inserito nel calcolo il valore dell'Angolo d'Attrito e Coesione determinati in laboratorio su un campione d'argilla prelevato nel corso del sondaggio S3 a m – 1.00 ÷ - 1.30.

Utilizzando sempre la relazione generale di Terzaghi e Peck:

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

Inserendo i parametri geotecnici e i dati geometrici di fondazione:

<i>C = Coesione</i>	0,72	T/m ²
<i>D = Profondità piano di posa delle fondazioni</i>	1,00	m
<i>B = Larghezza fondazioni</i>	1,20	m
<i>γ = Peso di volume naturale</i>	1,80	T/m ³
<i>Nc = Fattore capacità portante</i>	14,83	-
<i>Nq = Fattore capacità portante</i>	6,40	-
<i>Nγ = Fattore capacità portante</i>	5,39	-

Per $\varphi = 20^\circ$

$N_c = 14.83$; $N_q = 6.40$; $N\gamma = 5.39$;

Si ottiene:

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

$$Q_d = 0,72 \cdot 14,83 + 1,80 \cdot 1,00 \cdot 6,40 + 0,50 \cdot 1,80 \cdot 1,20 \cdot 5,39$$

$$Q_d = 10,68 + 11,52 + 5,82$$

$$Q_d = 28,02 \text{ T/m}^2$$

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

$$Q_{amm} = \frac{Q_d}{3} = \frac{28.02}{3} = 9.34 \text{ T/m}^2 \quad \text{da cui} \quad Q_{amm} \cong 0.90 \text{ Kg/cm}^2$$

Secondo le due metodologie di verifica la pressione ammissibile sul terreno varia da 0.90 a circa 1.40 Kg/cm².

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

MODALITA' DI SCAVO

I sondaggi hanno evidenziato la presenza di terreni prevalentemente coesivi sino ad una profondità superiore al piano di posa delle fondazioni.

Inoltre nel corso dei sondaggi non è stata individuata alcuna circolazione idrica nei livelli interessati dalle strutture di fondazione.

Questo contesto litologico e l'assenza d'acqua di falda, garantiscono la stabilità delle pareti di scavo per le future opere di fondazione.

Tuttavia dovranno sempre essere adottate tutte le normative vigenti in termini di sicurezza per le opere di scavo.

VIABILITA'

Le prove eseguite hanno evidenziato negli strati superficiali un dominio principalmente coesivo costituito da argille, argille limose e sabbiose.

Analisi di laboratorio eseguite su terreni con simili caratteristiche litologiche hanno fornito Classi di appartenenza A6, A7-6 o A7-5 (Norme CNR UNI 10006) che identificano secondo le Raccomandazioni AGI terreni con qualità portanti da mediocri a scadenti.

Per tali ragioni si rende necessario prevedere un'adeguata bonifica.

L'intervento di bonifica prevede l'asportazione e sostituzione del terreno esistente sino ad una profondità di circa m - 0.80 dal piano campagna tale da limitare il coinvolgimento degli strati superficiali in eventuali deformazioni del sottofondo.

La bonifica prevede il seguente intervento:

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

Lo spessore dello strato di fondazione verrà adeguato all'andamento altimetrico della viabilità dell'intero comparto.

Caratteristiche materiali da utilizzare e verifiche geotecniche

Le caratteristiche del materiale da utilizzare e le prove geotecniche rispondono alle prescrizioni previste nei vari capitolati speciali e testi specializzati di geotecnica stradale.

In questo contesto si ritiene opportuno uniformare il materiale da utilizzare per le bonifiche, eventuali rilevati e terreno di fondazione della sovrastruttura.

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

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

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Miscela passante: % totale in peso

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

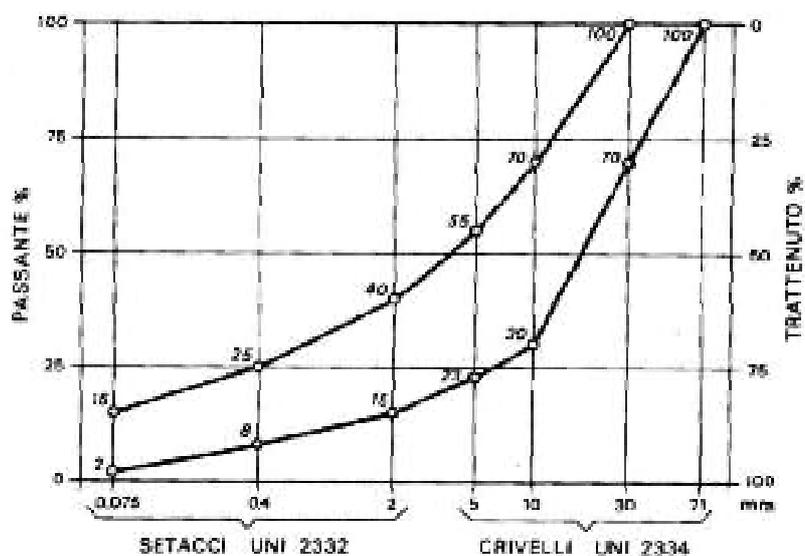


Fig. 5-11 Prescrizioni granulometriche per misti granulari di dimensione max 71 mm (tipo A) da impiegare in strati di fondazione (CNR).

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

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

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

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

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

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

Scavi bonifiche

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

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

Terreno bonificato ed eventuale piano finito rilevati

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

Stabilizzato finito

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

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

Classificazione generale	Terre ghiaie - argilline							Terre limo - argillose				Torbo e torbo organiche palustri		
	Frazione passante allo setaccio 0,075 UNI 2132 \leq 35%				Frazione passante allo setaccio 0,075 UNI 2132 $>$ 35%									
	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.11		A.12	
Gruppo	A.1-a	A.1-b	A.2	A.2.4	A.2.5	A.2.6	A.2.7	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	
Sottogruppo														
Analisi granulometrica														
Frazione passante allo setaccio														
2 UNI 2132 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,4 UNI 2132 %	≤ 30	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,075 UNI 2132 %	≤ 15	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante allo setaccio 0,4 UNI 2132														
Limite liquido	-	-	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	0	0	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	≤ 20	≤ 20	
Tipi visivi dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pietre, scorie vulcaniche, prociolare	Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa					Limite poco compressibili	Limite forte compressibili	Limite poco compressibili	Argille compatte	Argille fortemente compatte	Argille fortemente compatte	Torbe di recente o recente formazione, domo, argilla di origine polare
Quali frazioni granulari formano il sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono													
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Da eccellente a buona													
Risparmio di irrigazione	Da eccellente a buona													
Permeabilità	Da eccellente a buona													
Identificazione dei terreni in sito	Da eccellente a buona													
• Prova di carbonio che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue sciogliendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprendendo successivamente fra le dita. La terra reagisce o lo prova se, dopo lo scioglimento, appare sulla superficie un velo lucido di acqua limosa, che aumentandosi comprienderà il campione fra le dita.	La terra reagisce													

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

E' stato eseguito uno studio geologico e geotecnico per il progetto di una nuova lottizzazione in località Is Pasturas Manna nella periferia est di Oristano.

L'area d'intervento si sviluppa ad una quota media di circa 14.00 m s.l.m. con andamento morfologico principalmente sub-pianeggiante.

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

Secondo il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna, nella zona non sussistono condizioni di pericolosità idraulica così come non rientra tra le tavole dell'Atlante interessate da vincoli per le fasce fluviali.

L'indagine eseguita attraverso sondaggi a carotaggio continuo, prove geotecniche in sito e di laboratorio, ha evidenziato un contesto litologico rappresentato da sedimenti coesivi costituiti in genere da argille e argille limose e sabbiose sino alla profondità variabile di m – 4.90 ÷ – 6.30 dal piano campagna.

Oltre tale profondità sino alla massima profondità investigata di m – 10.00 sono stati individuati terreni maggiormente granulari sabbiosi, localmente con una frazione ghiaiosa (minori livelli granulari nel sondaggio S3).

La prima circolazione idrica è stata individuata esclusivamente nel sondaggio S1 a m – 9.90 e nel sondaggio S3 a m – 9.70.

Per le valutazioni sulle caratteristiche portanti del terreno sono stati utilizzati i parametri geotecnici maggiormente cautelativi ottenuti dalle correlazione tra i dati acquisiti nelle diverse verticali investigate.

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

La presenza di terreni coesivi negli strati interessati dalle opere di fondazione e l'assenza d'acqua di falda, garantiscono la stabilità dei fronti di scavo. Tuttavia dovranno essere sempre rispettate le normative vigenti in termini di sicurezza.

Per la viabilità si consiglia il miglioramento delle caratteristiche portanti del terreno interessato di carichi della sovrastruttura stradale con l'asportazione del terreno coesivo dello strato superficiale, la posa del geotessile e la ricarica con idoneo tout venant secondo le modalità precedentemente espone.

Il Geologo

Dott. Geol. Antonello Piredda

