



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE



TAVOLA:

1

Studio geologico geotecnico - Revisione Distretto Sassu 4 di Arborea
Sostituzione reti vetuste
CIG Z83231EF5E CUP G54HI7000650002

SCALA:

Relazione geologica geotecnica

DATA:

LUGLIO 2018

AGGIORN.:

IL GEOLOGO

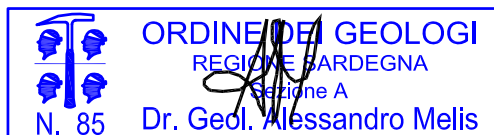
Dott. Alessandro Melis

09126 Cagliari, Via Libeccio 32
Tel Fax 070 371705 e-mail sg.melis@libero.it

IL COMMITTENTE

**CONSORZIO DI BONIFICA
DELL'ORISTANESE**

Via Cagliari 170- 09170 Oristano



VISTI:

Sommario

1.	PREMESSA.....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	5
5.	GEOMORFOLOGIA	12
6.	ASSETTO STRUTTURALE	14
7.	ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA'	17
8.	CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	19
9.	RISPOSTA SISMICA LOCALE	21
10.	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO P.A.I. SARDEGNA	22
11.	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	23
12.	INTERVENTO IN PROGETTO	24
13.	GEOTECNICA	24
14.	CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI.....	24
15.	DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	25
16.	CONCLUSIONI	27

**Studio Geologico Geotecnico
Revisione Distretto Sassu 4 di Arborea
Sostituzione reti vetuste
CIG Z83231EF5E CUP G54HI7000650002**

**Comune di Arborea
Provincia di Oristano**

1. PREMESSA

Il presente lavoro, commissionato dal Consorzio di Bonifica dell'Oristanese, si inquadra a supporto dell'attività di progettazione definitiva/esecutiva relativa a Revisione Distretto Sassu 4 di Arborea Sostituzione reti vetuste CIG Z83231EF5E CUP G54HI7000650002.

Il lavoro definisce i parametri geologici e geotecnici necessari alla completa definizione del progetto, con particolare riguardo alla natura e consistenza dei terreni presenti nell'area, suffragata da una indagine geognostica di dettaglio in sito ed in laboratorio.

Quanto sopra in ottemperanza a quanto prescritto dal nuovo Testo Unico "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/2008) e come già previsto dal D.M. LL. PP. 11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", emanato in attuazione della Legge 02/02/1974 n. 64, art. 1, che impone per tutte le opere presenti sul territorio nazionale la realizzazione di apposite indagini di approfondimento geologico e geotecnico a supporto della progettazione, come quella cui è riferito il presente elaborato tecnico.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Dal punto di vista normativo si è fatto riferimento a :

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Norme Tecniche per le Costruzioni

D.M. LL.PP. del 11/03/1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

Ordinanza P.C.M. n. 3341 del 3.5.2005

Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

Circolare n. 617 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009

Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

P.A.I. Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Regione Autonoma della Sardegna

Norme di attuazione del P.A.I.

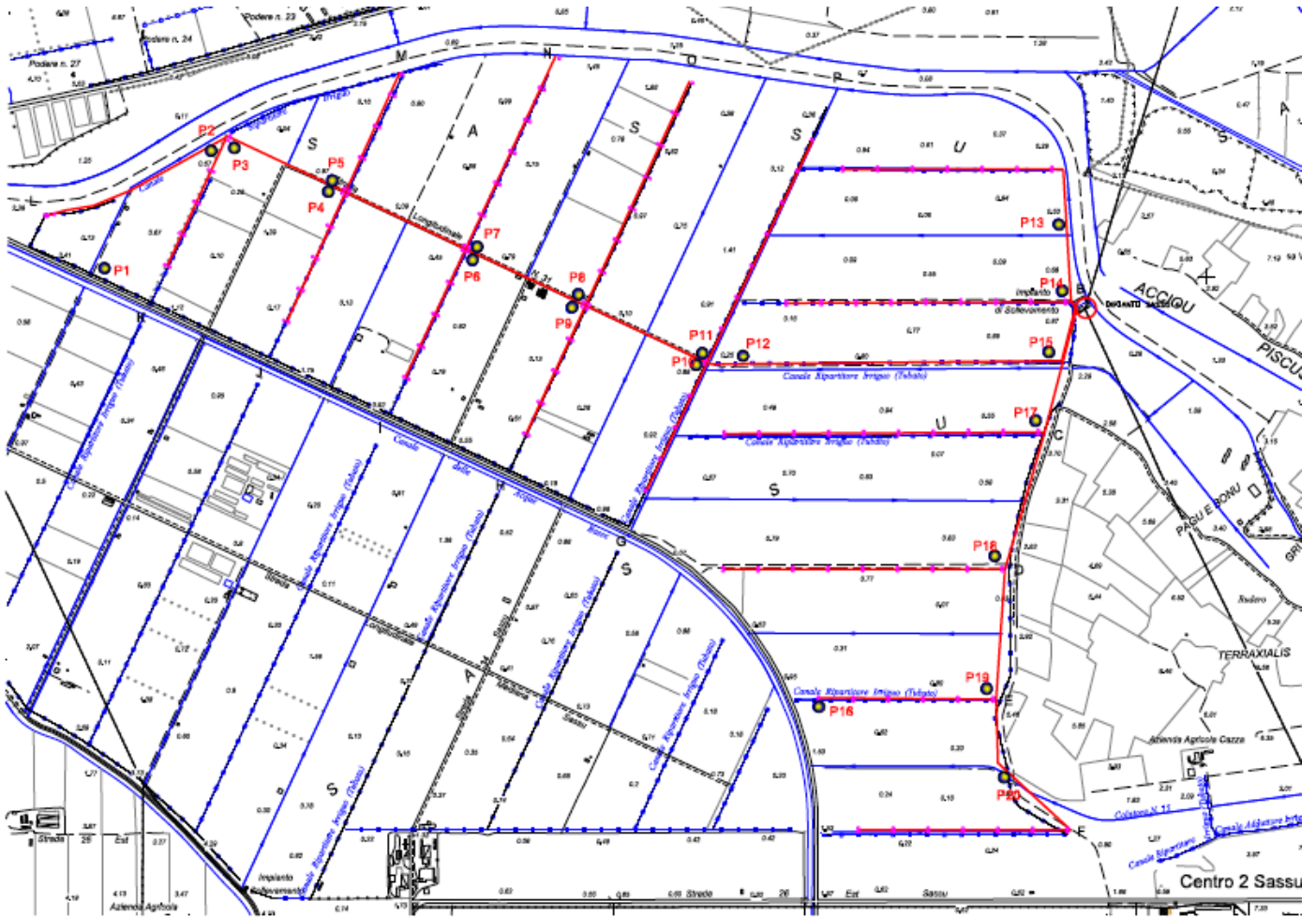
Regione Autonoma della Sardegna

Circolare 9 Gennaio 1996, n. 218/24/3 Ministero dei Lavori Pubblici

Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal progetto insiste sul territorio Comunale di Arborea e più precisamente nel settore settentrionale rispetto al centro abitato. Nel dettaglio l'area ricade nel Foglio N°528 160 della Carta Tecnica Regionale in scala 1 : 10.000.



Stralcio Carta Tecnica Regionale in scala 1 : 10.000



Veduta aerea dell'area d'intervento

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area ricade nell'estrema porzione settentrionale della piana del Campidano, in una vasta regione morfologicamente depressa che, da un punto di vista geologico-strutturale, identifica un'area di grande importanza nel quadro dell'evoluzione geodinamica della Sardegna.

Il settore occupa infatti la porzione settentrionale di una vasta fossa tettonica di età Plio-Quaternaria che, con andamento NW-SE, si estende da Cagliari a Oristano. L'attuale configurazione geologica e geomorfologica del territorio è il risultato di complesse fasi di evoluzione geodinamica e geomorfologica: le prime responsabili di fenomeni di sprofondamento tettonico, le altre connesse con le note oscillazioni climatiche e relative regressioni e trasgressioni marine che hanno dato luogo a processi deposizionali di potenti coltri sedimentarie in ambiente marino, marino-litorale e fluvio-deltizio.

Tuttavia l'intero settore non può prescindere dalle attività antropiche finalizzate alla bonifica idraulica avvenuta nel '900, che hanno sostanzialmente modificato l'assetto originario.

Prima della bonifica il Rio Mogoro attraversava le pianure di Terralba e di Marrubiu per poi sfociare nello Stagno di Sassu, che veniva inoltre alimentato dalle acque provenienti dalle falde del versante occidentale del Monte Arci.

Nei periodi di piena le campagne di Terralba, Uras e Marrubiu venivano fortemente danneggiate. I lavori hanno previsto :

- arginatura e deviazione del Rio Mogoro con scarico nello Stagno di San Giovanni;
- arginatura del Flumini Mannu;
- costruzione del canale allacciante delle Acque Alte di Uras;
- costruzione del canale allacciante delle Acque Alte di Marrubiu;
- costruzione del canale allacciante delle Acque Alte di Santa Giusta;
- costruzione del canale principale delle Acque Medie;
- costruzione del canale allacciante occidentale delle Acque Medie;
- costruzione del canale collettore di Sassu;
- prosciugamento meccanico dello Stagno di Sassu;
- prosciugamento delle Paludi Estius, Luri ed Arba;
- costruzione delle strade della Bonifica.

Il Rio Mogoro fu deviato a valle della linea ferroviaria (in località Isca de Uras) per essere immesso nel Flumini Mannu e fatto sfociare in mare attraverso gli stagni di San Giovanni e Marceddì. I torrenti provenienti dalle falde del Monte Arci furono allacciati in un canale delle Acque Alte all'orlo del Monte Arci, tra le quote di 50 e 60 metri sul livello del mare. Questo canale fu diviso in due parti, una con pendenza verso Nord che sboccava nello Stagno di Santa Giusta, l'altra verso Sud, dove confluiva il Rio Mogoro, il quale fu deviato a mare attraverso un diversivo della lunghezza di 15 km e larghezza sul fondo di 20 m, fino allo Stagno di San Giovanni nei pressi di Santa Maria di Neapolis. Inoltre per la regimazione del Rio Mogoro fu costruito un serbatoio moderatore che poteva contenere fino a 12 milioni di metri cubi d'acqua e capace di farne defluire a valle fino a 720 al secondo, mediante una diga con un punto di altezza

massima di 30 m circa; il Rio Mogoro, rallentato grazie alla diga, si allacciava ora con il canale delle Acque Alte.

Arginato il problema delle acque provenienti dal Rio Mogoro e dal Monte Arci si è proceduto al prosciugamento di 177 stagni. Prima di tutto si procedette alle colmate degli stessi stagni con il terreno asportato dalle dune dei litorali, facendo anche defluire le acque in mare attraverso i canali di colo, tracciati contestualmente alle colmate; in alcuni casi l'impiego di pompe idrovore portatili fu un valido ausilio nel prosciugamento generale delle aree palustri. In definitiva gli stagni minori vennero bonificati mediante colmate e canali di colo.

Diversi furono gli interventi per il prosciugamento dei più estesi stagni di Luri e di Sassu. Per prosciugare lo Stagno di Luri fu necessario costruire un edificio idrovoro;

Per quanto riguarda la bonifica dello stagno di Sassu, l'intervento fu più importante (11 milioni di m³ d'acqua con un'estensione di circa 2.300 ha). Per questo veniva predisposto l'innalzamento meccanico mediante una centrale idrovora da ubicare nella peschiera Sassu, chiudendo la comunicazione dello Stagno di Sassu con la Laguna di S'Ena Arrubia e facilitando il collegamento di quest'ultima con il mare.

L'idrovora di Sassu era posta alla fine del nuovo canale, lungo 11,5 km, costruito proprio nell'asse dello stesso stagno di Sassu e denominato Canale delle Acque Basse (che attualmente drena un territorio di 50 km²). Il canale si trova sotto il livello del mare e pertanto le acque, in parte anche di falda, devono essere immesse in laguna con un sistema di pompe (idrovore del Sassu).

Arginate le acque alte sulla pedemontana del Monte Arci, e quelle del Rio Mogoro, e prosciugati gli stagni di Luri e Sassu, a Nord rimanevano da prosciugare due torrenti. Questi furono inalveati in un canale lungo 7 km chiamato Diversivo Sant'Anna (al limite Nord del Sassu) dal nome di uno dei torrenti, allo scopo di fungere da moderatore sulla velocità delle acque. Per non far rientrare le acque salate all'interno del diversivo Sant'Anna allo sbocco era stato costruito un ponte con 4 paratoie le quali, in caso di difficile

smaltimento in mare, venivano aperte e funzionavano da collegamento sotterraneo con il canale delle Acque Basse e successivamente le acque venivano riprese dall'idrovora del Sassu. Attualmente nel diversivo Sant'Anna confluiscono numerosi torrenti che sottendono complessivamente un territorio di circa 74,5 km².

Attualmente si riconoscono due settori distinti dal punto di vista geolitologico, la Piana di Arborea, costituita prevalentemente da depositi sabbiosi, e la Piana del Sassu, costituita da depositi limosi ed argillosi.

Tali depositi richiamano l'origine geomorfologica delle superfici: infatti Arborea costituiva, prima della bonifica, un ampio campo dunare sviluppatosi sulle antiche formazioni alluvionali terrazzate del Tirso; la Piana del Sassu invece costituiva una vasta depressione stagnale connessa geneticamente con la colmata olocenica dell'antico tracciato fluviale del Rio Mogoro e dei numerosi corsi d'acqua che drenano il versante occidentale del Monte Arci.

Agli effetti della bonifica i due territori hanno richiesto azioni ed opere differenti: la Piana di Arborea è stata bonificata grazie allo spianamento delle formazioni dunari ed al relativo colmamento delle depressioni umide; per la bonifica del Sassu c'è voluto un grande sforzo tecnico ed economico in quanto il drenaggio dei terreni, molto impermeabili per via dell'alto contenuto argilloso, è stato ottenuto grazie alla realizzazione di una fitta rete di canali colatori che definiscono un efficiente sistema di drenaggio superficiale.

Oggi la Piana di Arborea e quella del Sassu rappresentano un esempio di bonifica idraulica e conseguente organizzazione fondiaria unici in Sardegna e gli interventi realizzati hanno principalmente la funzione di rendere i terreni coltivabili, ma presentano delle criticità, come la perdita progressiva dell'efficienza idraulica del sistema dei canali colatori e la scomparsa degli stessi in seguito ad iniziative di privati.

Dal punto di vista strettamente geologico la serie Plio Quaternaria è stata studiata nel dettaglio grazie all'interpretazione delle stratigrafie dei pozzi

Oristano 1 ed Oristano 2 siti rispettivamente a Sassu e a Riola, realizzati negli anni 1961-1962 per la ricerca di idrocarburi.

– Pliocene

- Conglomerati, arenarie e marne siltose;
- Alluvioni ciottolose;
- Sabbie ciottolose alluvionali con lenti argillose;

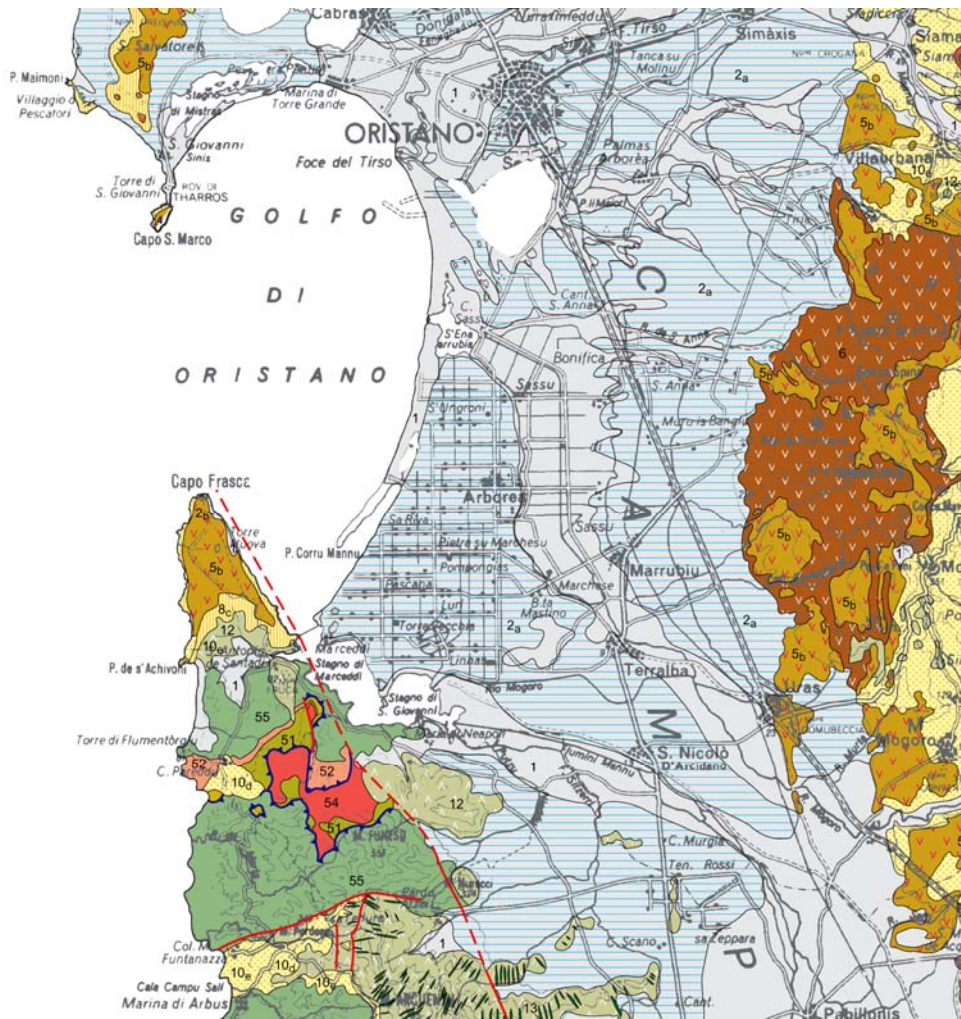
– Pleistocene

- Depositi terrazzati ciottolosi con intercalazioni argillose; o Depositi alluvionali ciottolosi con intercalazioni sabbiose; o Depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi;
- Arenarie, conglomerati e sabbie ("Panchina a Strombus") del Tirreniano;
- Calcari e argille;
- Sabbie dunali più o meno cementate del Wurmiano;
- Crostoni calcarei, per lo più palustri;

– Olocene

- Complessi eluvio-detritici di pendio sabbioso-limosi o ghiaioso-terrosi recenti;
- Alluvioni ciottoloso-sabbiose o argillose e depositi limo-argillosi palustri o salmastri recenti ed attuali;
- Sabbie attuali e recenti delle spiagge passanti a dune litoranee.

Il territorio in generale presenta un sistema idrografico fortemente condizionato dagli interventi di bonifica effettuati nel passato. Le caratteristiche idrogeologiche di un territorio sono strettamente connesse con l'assetto geolitologico i cui caratteri tessiturali e strutturali definiscono la velocità di attraversamento delle acque all'interno dell'ammasso roccioso. La permeabilità, intesa appunto come la proprietà delle rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua sottoposta a un carico idraulico, si distingue in due grandi tipologie, quella per porosità e quella per fessurazione. La prima si manifesta in rocce porose, più o meno cementate, caratterizzate da numerosi piccoli vuoti intergranulari e intercomunicanti, mentre la seconda, invece, è tipica di rocce coerenti e compatte ma solcate da diverse famiglie di fessure e giunti.



Stralcio Schema geo-strutturale della Sardegna (Carnignani et alii)

Nel territorio si è rilevata, proprio per via della presenza costante di sedimenti alluvionali, una scarsa variabilità in termini di unità idrogeologiche, come si può evincere dalla carta idrogeologica; di seguito si riportano le tre classi di permeabilità riscontrate:

- permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione
- permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio alta nei livelli a matrice più grossolana
- permeabilità per porosità complessiva medio-alta corrispondenti rispettivamente alle 3 unità idrogeologiche individuate:
- Unità detritico-carbonatica quaternaria
- Unità delle alluvioni plio-quaternarie
- Zone caratterizzate da materiali di riporto eterogenei e aree bonificate

Gli acquiferi presenti sono riconducibili a 4:

- acquifero superficiale sabbioso o sabbioso ciottoloso sino a 6m circa, limitato alla base da livelli argillosi, spesso semi permeabili o a drenaggio lento, alimentato dalle piogge efficaci, dall'irrigazione e da eventuali perdite dei canali; mediamente vulnerabile all'inquinamento;
- acquifero multistrato compreso tra il livello argilloso del tetto e uno di letto, con intercalari alluvionali, compreso da 6 a 25-30m, caratterizzato da un elevato numero di perforazioni che mettono in comunicazione le falde, già di per se comunque collegate da strati semi permeabili o a drenaggio lento; mediamente vulnerabile all'inquinamento;
- acquifero continuo delle sabbie, con intercalari di sabbioni e orizzonti ciottolosi, da 30 a 35m circa. E' interessato da un numero inferiore di perforazioni. Dai dati a disposizione non vi sono elementi per considerare questo strato completamente isolato geologicamente dai livelli superiori. L'area di alimentazione prevalente é la fascia pedemontana del Monte Arci; mediamente vulnerabile all'inquinamento
- acquifero profondo, costituito da livelli sabbiosi e ciottolosi intercalati a strati di argille grigie. si ritrovano fra 40 e 60 m circa. Sono interessati da poche perforazioni e caratterizzate da un buon isolamento a tetto e a letto. L'area di alimentazione di questo acquifero non é definibile con precisione ma gli apporti si individuano principalmente nelle infiltrazioni e nei flussi profondi che si sviluppano ai piedi del monte Arci; poco vulnerabile all'inquinamento. Le principali aree di alimentazione si individuano nel Monte Arci, nel bacino originario del rio Mogoro e infine nell'area S. Nicolò d'Arcidano - Flumini Mannu.

La rete idrografica risulta pertanto caratterizzata attualmente da una forte connotazione antropica, in considerazione delle importanti opere di regimazione idraulica condotte nell'ambito della grande bonifica. Quanto al reticolo naturale, esso è individuabile oggi soltanto in pochi compluvi irrilevanti che scorrono verso la piana e che raccordano le acque del ruscellamento superficiale che si imposta durante il periodo piovoso. Il Rio Mogoro, che

costituiva il principale corso d'acqua naturale del territorio, è stato anch'esso sottoposto ad un importante intervento di regimazione, volto a deviarne l'alveo naturale che costeggiava ad est il centro abitato di Terralba. L'alveo attuale si trova oggi a sud del centro abitato di Terralba e sfocia nello Stagno di San Giovanni. E' interamente ricoperto in calcestruzzo ed è dotato di argini e controfossi laterali.

Tra gli elementi idrografici di origine antropica di particolare rilevanza deve essere segnalato il Canale delle Acque Alte che riveste l'importante funzione di convogliare le acque che scorrono dal Monte Arci e il Canale Adduttore del Tirso-Arborea, che raccoglie le acque per l'irrigazione della piana di Arborea - Terralba - Marrubiu. Nella parte meridionale del territorio scorrono inoltre il Flumini Mannu, proveniente dai rilievi del Arburese-Linas, e il Rio Sitzzerri proveniente dall'area mineraria di Montevecchio.

Infine è presente tutta una serie di canali di drenaggio, costruiti per bonificare le antiche paludi, che nel periodo piovoso fungono da compluvi delle acque e le convogliano presso i canali più importanti sopra menzionati.

5. GEOMORFOLOGIA

Il territorio dal punto di vista geologico-strutturale, rappresenta la terminazione di una fossa tettonica, cioè di una grande depressione originata da movimenti distensivi della crosta terrestre, avvenuti in tempi relativamente recenti, connessi con i movimenti tettonici dell'orogenesi ercinica. Questa fossa tettonica, che nella terminologia tedesca prende il nome di Graben, corrisponde alla pianura del Campidano.

La più estesa ed importante pianura della Sardegna è pertanto una vasta area depressa colmata da potenti coperture alluvionali, accumulate nel corso di circa 2 milioni di anni ad opera dei numerosi corsi d'acqua drenanti i rilievi che delimitano la piana stessa. Questa condizione morfo-strutturale del Golfo di Oristano ha determinato la formazione di un'ampia fascia di transizione, posta

tra mare e continente, dominata dalla presenza di ampie aree stagnali e lagunari ed estese falcate sabbiose.

Nel Golfo di Oristano trovano sbocco alcuni tra i più importanti corsi d'acqua della Sardegna: il Tirso, il Rio Mogoro, il Rio Sitzzerri ed il Rio Flumini Mannu.

Il Rio Mogoro oggi sfocia nello stagno di Marceddì ma, prima degli interventi di bonifica e di regimazione idraulica trovava sbocco più a nord. Costituiva, infatti, il principale corso d'acqua che con le sue acque alimentava una vasta zona umida rappresentata dallo stagno di Sassu e da un'ampia area paludosa immediatamente a Sud dello stagno vero e proprio. Il Rio Mogoro, il cui bacino idrografico si estende dal massiccio vulcanico del Monte Arci, trae origine dalla confluenza del Rio Flumineddu e del Rio Mannu, quindi attraversa la Piana del Campidano per essere incanalato in prossimità dell'abitato di Uras e fatto defluire nello stagno di Marceddì. La superficie dell'intero bacino idrografico del Rio Mogoro è di 398 km².

I numerosi corsi d'acqua minori che si sviluppano dalle pendici occidentali del Monte Arci e che in origine alimentavano lo stagno di Sassu, in seguito agli interventi di bonifica, sono captati dal Canale delle Acque Alte.

Il territorio, come precedentemente descritto è stato interessato da massicci interventi di bonifica idraulica che hanno imposto profonde e radicali modifiche al territorio e hanno obliterato l'originaria morfologia e l'ambiente di sedimentazione.

L'area della bonifica comprende attualmente due settori distinti, uno riferibile alla Piana di Arborea, l'altro alla Piana dell'ex Stagno del Sassu.

La Piana del Sassu rappresentava in origine, una vasta depressione stagnale connessa geneticamente con la colmata olocenica dell'antico tracciato fluviale del Rio Mogoro, e soggetta a periodiche esondazioni ad opera delle acque del Rio stesso e dei numerosi corsi d'acqua che drenano il versante occidentale del Monte Arci. Nella Piana del Sassu gli interventi di bonifica hanno richiesto un grande sforzo tecnico ed economico in quanto il

drenaggio dei terreni, fortemente impermeabili in relazione al loro contenuto argilloso, è stato ottenuto attraverso la realizzazione di una fitta rete di canali colatori che definiscono un efficiente sistema di drenaggio che raccoglie le acque superficiali e sotterranee verso i corsi d'acqua principali.

6. ASSETTO STRUTTURALE

L'attuale assetto geo strutturale dell'area hanno inizio nel Terziario, nell'Oligocene medio, quando, per la collisione della placca africana con quella europea, si ebbe la rototraslazione del blocco sardo-corso e l'apertura del rift sardo, con la suddivisione del basamento cristallino paleozoico, strutturalmente già evoluto, in due horst. L'horst occidentale fu smembrato in blocchi, disposti in senso meridiano, rappresentati da.

L'horst orientale, apparentemente più omogeneo è costituito dal complesso granitico del nord Sardegna, dalla zona assiale della catena ercinica della Sardegna nord-orientale, dalla zona a falde della catena ercinica della Sardegna centrale e dall'intrusione ercinica del Sarrabus.

La formazione della "fossa sarda", che si sviluppava dal Golfo di Cagliari a quello dell'Asinara con una larghezza di circa 40 km, fu seguita da un'intensa attività vulcanica sintettonica, che portò al parziale riempimento della stessa, come testimoniano le estese coperture vulcaniche della Planargia, del Bosano, del Montiferru e quelle presenti ad est della dorsale del Grighini.

Per un lungo periodo fu attiva una lenta subsidenza all'interno della fossa, cosicché il mare Miocenico vi penetrò, come testimoniano i numerosi affioramenti di sedimenti marini miocenici nel Meilogu- Logudoro a nord e lungo i bordi della fossa campidanese a sud, nella Marmilla e nella Trexenta ad est e di Funtanazza e del Cixerri ad ovest. Nel settore meridionale della "fossa sarda" la serie Miocenica, ricostruita sulla base dei risultati di perforazioni profonde eseguite nel Campidano e delle indagini di superficie, presenta uno spessore di circa 1500 m, di cui circa 300-400 m di ambiente continentale ed il restante di ambiente marino.

In relazione ai movimenti tettonici che hanno generato il bacino sedimentario oligo-miocenico i materiali che si rinvenivano nella fossa sono stati suddivisi da Cherchi e Montardet (1982, 1984) in depositi pre-rift, syn-rift e post-rift, in funzione della loro posizione rispetto all'evoluzione della fossa stessa.

Durante il Messiniano il mare miocenico si ritirò e le aree precedentemente sommerse divennero sede di un'intensa attività erosiva, come evidenziato da una netta superficie di erosione che tronca la sequenza stratigrafica miocenica.

In concomitanza con la fase regressiva si passò gradualmente da un ambiente di mare aperto ad un ambiente di mare ristretto. Nel nuovo ambiente continentale, nelle aree più depresse vengono depositati i detriti asportati dagli atmosferici nelle aree altimetricamente più elevate. Si formano così i sedimenti continentali pliocenici della Formazione di Samassi.

Successivamente nel Plio-Quaternario una nuova fase tettonica a carattere distensivo, collegata con l'origine del bacino oceanico del Tirreno centro-meridionale, interessa l'isola, ed è responsabile dell'apertura del graben campidanese, che si sovrappone al settore centro-meridionale della fossa sarda, attraverso il ringiovanimento, lungo i bordi paleozoici, di una serie di faglie parallele con direzione NNO-SSE.

A questa fase tettonica è inoltre legata una nuova fase vulcanica, a carattere alcalino, alla quale sono legate le manifestazioni vulcaniche responsabili della formazione dei grandi edifici vulcanici della Sardegna (Montiferru e Monte Arci) e della messa in posto dei basalti di piattaforma.

Questi ultimi, spesso in evidente inversione di rilievo, andarono a colmare i bassi morfologici, ricoprendo i depositi detritici post-miocenici.

Lungo i bordi del graben questa situazione innescò un consistente regime erosivo che in parte smantellò i sedimenti miocenici.

Dal Pleistocene medio la Sardegna acquista una certa stabilità tettonica. Le oscillazioni climatiche del Quaternario, a partire dal Pleistocene, e il

susseguirsi delle variazioni eustatiche, generano nell'Isola degli evidenti mutamenti morfologici.

Nell'Olocene, infine, assistiamo alla deposizione di sedimenti (alluvioni, depositi litorali, dune etc.) che conferiscono alla Sardegna l'attuale aspetto morfologico.

La successiva ripresa dell'attività erosiva, guidata dalle discontinuità tettoniche, che ha agito con maggior intensità sulle litologie più erodibili, determinò la produzione di ingenti quantità di materiale detritico. Il materiale eroso, trasportato a valle dalle acque superficiali, incanalate e non, venne depositato nella fossa del Campidano fino a colmarla, con la formazione di potenti depositi detritici.

Nel Campidano la continua subsidenza e la mancanza di pendenze adeguate, ha localmente consentito il permanere di vaste zone depresse, come per esempio lo stagno di Sanluri e l'anello "lacustre" attorno al Golfo di Oristano e quello attorno a quello di Cagliari.

La pianura si affaccia sul Golfo di Oristano con una costa bassa e sabbiosa ad arco, che termina con due promontori alti e rocciosi rappresentati da Capo Frasca verso SO e Capo San Marco verso NO. Si tratta di una spiaggia di considerevoli dimensioni, sia per larghezza sia per lunghezza, interrotta localmente dalla foce del Tirso e dalle bocche a mare delle lagune costiere.

Proprio agli apporti del Tirso, rappresentati prevalentemente da sabbie e ghiaie quarzofeldspatiche debolmente limose, ridistribuiti dalle correnti litoranee e dal moto ondoso, si deve l'origine della spiaggia.

Una serie di stagni e paludi, oggi per lo più bonificati, e campi dunali di retrospiaggia, per buona parte rimboschiti a pino, evidenziano il passaggio tra la piana costiera e la spiaggia.

I corpi idrici, relitti di bracci fluviali e meandri abbandonati del Tirso e dei suoi affluenti, oggi in parte bonificati, ed i terrazzi fluviali testimoniano le fasi evolutive dei corsi d'acqua, mentre le lagune costiere e gli stagni retrodunali testimoniano le diverse fasi evolutive della linea di costa, entrambe legate a

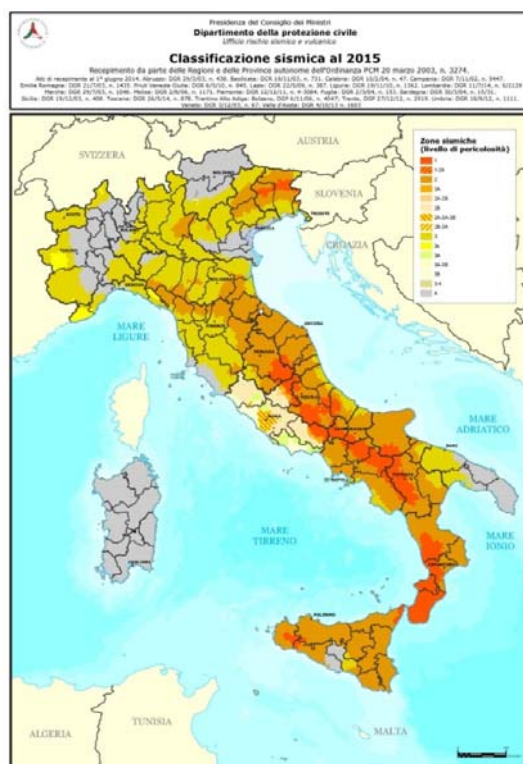
periodi di sedimentazione alternati a fasi di erosione, conseguenti sia a fenomeni di subsidenza tettonica sia al glacio-eustatismo quaternario.

7. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA'

L'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 classifica l'intero territorio nazionale dal punto di vista sismico, attribuendo al Comune in esame la zona 4.

A tale zona corrisponde un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni inferiore a 0,05 (ag/g). Questo si traduce in un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,05 (ag/g) riferita a suoli molto rigidi.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05



Classificazione sismica del territorio nazionale al 2015

- Zona 1 - È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti. Comprende 708 Comuni o porzioni di essi per i quali $[a_g/g] \geq 0,25g$.
- Zona 2 - Nei 2.345 Comuni o porzioni di essi per i quali $0,25g > [a_g/g] \geq 0,15g$ possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
- Zona 3 - Nei 1.560 Comuni o porzioni di essi per i quali $0,15g > [a_g/g] \geq 0,05g$ possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
- Zona 4 - È la meno pericolosa. Nei 3.488 Comuni o porzioni di essi per i quali $[a_g/g] < 0,05g$ le possibilità di danni sismici sono basse.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito d'intervento, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Il territorio del Comune in argomento e tutta la Sardegna, come sopra riportato, è classificato in Zona 4 come zona sismica di riferimento, caratterizzata da un valore a_g dell'accelerazione massima al suolo con probabilità di superamento al 10% in 50 anni pari a $a_g = 0.05g$.

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali ed una verticale

A seconda delle diverse categorie di suolo ed in ordine all'amplificazione stratigrafica sono da considerare i seguenti Coefficienti S_s e S_c

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	S_s	S_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T^*c) - 0.20$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T^*c) - 0.33$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T^*c) - 0.50$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T^*c) - 0.40$

I valori dei parametri caratteristici dello spettro di risposta elastico per il calcolo delle azioni sismiche orizzontali secondo le Norme tecniche per le costruzioni sono quelli di seguito indicati :

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	S	T _B	T _C	T _D
A B C D E	1	0.05	0.15	1

dove S è il fattore amplificativo e T_B, T_C e T_D sono i tempi (durate) relativi ai vari tratti dello spettro di risposta corrispondente a ciascuna categoria di profilo stratigrafico.

8. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

La normativa sismica vigente evidenzia, per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio V_{sh} all'interno delle coperture.

I valori dei parametri che definiscono la forma dello spettro di risposta al sito dovrebbero derivare da accurate indagini di risposta sismica locale: in mancanza di tali studi nelle Norme tecniche per le costruzioni si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità V_{s30} (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
Suolo A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V _{S30} (velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio) superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m
Suolo B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero N _{SPT,30} > 50 nei terreni a grana grossa e c _{u,30} > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Suolo C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di mediaconsistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
Suolo D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/sec ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
Suolo E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali caratterizzati da valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/sec.

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/sec
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite, da precedenti esperienze in aree limitrofe e dalle indicazioni bibliografiche è stato possibile stimare la categoria sismica di suolo.

In particolare il suolo di fondazione può essere assimilato alla **Categoria D**

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella seguente tabella (NTC 2008) in funzione delle categorie morfologiche e dell'ubicazione dell'intervento :

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	ST
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

L'intervento in progetto è posto in corrispondenza di una superficie debolmente acclive, pertanto viene assegnato un valore di S_T pari a 1.0.

La progettazione delle fondazioni riguarda generalmente anche la verifica nei confronti della liquefazione e della stabilità globale. Nel caso in questione tuttavia, vista la struttura litostratigrafica del sito, la verifica nei confronti della liquefazione può essere omessa non avendo riscontrato la presenza di terreni granulari sabbiosi saturi.

9. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (2008) prevedono l'assegnazione dei valori necessari per la determinazione delle azioni sismiche in ogni sito considerato, in particolare:

a_g = accelerazione massima orizzontale del sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Pertanto tutto il territorio comunale in argomento, come tutta la Sardegna, è collocato in zona sismica 4, con parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento T_r , riportati nella seguente tabella (Tabella2 D.M.14.01.2008):

TABELLA 2: Valori di a_u , F_o , T_c^* per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*	a_u	F_o	T_c^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremi	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

10. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO P.A.I. SARDEGNA

Nell'ambito della perimetrazione P.A.I., l'area in argomento non risulta insistere in aree a pericolosità e rischio idraulico e/o geomorfologico.

Il sito ricade nel Sub-Bacino n. 2 "Tirso" del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna.

11. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la caratterizzazione fisico meccanica dei terreni interessati dal progetto è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche.

La campagna è consistita nella realizzazione di N.20 pozzetti geognostici eseguiti con escavatore meccanico continuo disposti in maniera da avere un quadro significativo dell'intera area.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni sono state eseguite delle determinazioni specialistiche di laboratorio.

Nella seguente tabella si riepilogano le profondità raggiunte dai singoli pozzetti geognostici , la falda idrica e le quote di campionamento :

Pozzetti geognostici	Profondità (m da p.c.)	Falda idrica (m da p.c.)	Quota campionamento (m da p.c.)
P1	2.2	1.8	2.0
P2	2.2	1.7	1.9
P3	2.1	1.6	2.0
P4	2.1	2.1	1.0
P5	2.4	2.2	2.0
P6	2.2	1.7	1.1
P7	2.2	/	1.9
P8	2.2	/	1.1
P9	2.3	/	2.0
P10	2.0	/	2.0
P11	2.1	/	1.9
P12	2.0	/	2.0
P13	2.4	/	2.0
P14	2.3	0.9	2.0
P15	2.4	2.4	1.8
P16	2.1	/	2.0
P17	2.4	1.9	1.8
P18	2.2	2.0	1.9
P19	2.3	1.6	2.0
P20	2.1	/	1.8

L'ubicazione dei saggi geognostici è riportata nella allegata planimetria.

La numerazione seguita è stata dal numero 1 al numero 20.

Le allegate stratigrafie e la documentazione fotografica riassumono tutte le informazioni circa le variazioni litologiche.

12. INTERVENTO IN PROGETTO

L'ipotesi progettuale prevede la sostituzione di tutte le tubazioni principali e secondarie con condotte plastiche (PVC o vetroresina) in considerazione del fatto che nel comprensorio, territorio bonificato negli anni '30-'40, sono presenti terreni molto aggressivi. Le nuove opere ripercorrono il tracciato delle condotte esistenti in cemento amianto, affiancandole. Dalla nuova condotta secondaria vengono diramate le prese d'idrante, una per il campo destro ed una per il sinistro (senso acqua), in ragione di una ogni 108 m, dotate di misuratore a tessera. Il completamento per l'allaccio delle ali esistenti alle prese d'idrante, qualora alcuni utenti lo chiedessero, potrà essere completato dagli utenti (o dal CBO) a valle del contatore.

Il progetto prevede :

Condotte principali (PVC PN16 DN 600-315): 6'000 m circa

Condotte secondarie (PVC PN16 DN 280-160): 10'700 m circa

Totale: 16'700 m.

13. GEOTECNICA

Gli aspetti geotecnici riguardano la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dei terreni, ricavati dai risultati della campagna di accertamenti geognostici e geotecnici eseguiti nella zona interessata.

Negli allegati di progetto sono riportate le specifiche e le indicazioni in merito alla geometria, ai dettagli costruttivi e alle caratteristiche dei materiali da porre in opera.

14. CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI

I risultati dell'indagine geognostica consentono di avere un quadro attendibile circa la conformazione dei terreni di fondazione presenti in corrispondenza delle opere da realizzare.

L'esecuzione dell'indagine geognostica in situ ed in laboratorio ha permesso di determinare le caratteristiche stratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni.

15. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

I terreni presenti nell'area sono riferibili al complesso alluvionale Quaternario che caratterizza la piana costiera del Campidano di Oristano.

Si tratta di depositi di piana alluvionale e di origine prevalentemente palustre fortemente interessati dalle attività antropiche di bonifica idraulica con frequenti spianamenti, livellamenti, riporti e canalizzazioni artificiali.

In genere gli apporti alluvionali sono caratterizzati da diverse unità deposizionali, impostate a quote differenti e quale espressione morfologica di processi deposizionali ed erosivi indotti dalle variazioni eustatiche del livello marino e dei fattori paleoclimatici.

Escludendo il livello superficiale, di spessore generalmente compreso tra 0.2-0.4 m, costituito da terreno vegetale e da sottili coperture eluviali, i terreni in argomento sono riconducibili a depositi alluvionali a granulometria finissima, argillosi, tutti con basso grado di addensamento, generalmente coesivi e plastici.

Raramente si rinvenivano livelli sabbioso limosi anch'essi caratterizzati da basso grado di addensamento.

I terreni interessati dalle opere presentano la tipica morfologia pianeggiante o subpianeggiante.

In linea generale si evidenzia una discreta omogeneità dei materiali, tipica dei depositi di origine alluvionale, come quelli presenti nell'area.

Escludendo il livello superficiale costituito da terreno vegetale rimaneggiato misto a sabbia limosa, i terreni in argomento sono riconducibili a depositi alluvionali recenti fluvio-lacustri e palustri, prevalentemente argillosi.

I terreni interessati dalle opere potranno essere intesi come un unico livello litologico, costituito da una argille grigio e grigio bluastre talora con frequenti resti conchigliari. Solo raramente si potranno rinvenire granulometrie mediamente più grossolane, sabbioso-limose (P17, P18, P19, P20).

Si tratta di livelli francamente argillosi, mediamente compressibili a comportamento esclusivamente coesivo. In presenza dei livelli sabbiosi il comportamento sarà prevalentemente attritivo anche se dotati di una modesta coesione legata alla presenza della frazione limosa.

Le proprietà geotecniche dei livelli litologici, ottenute dall'elaborazione dei dati di campagna (indagini in situ), sono riassunte nella seguente Tabella e sono rappresentative della condizione litostratigrafica media dell'area.

QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI

	Pozzetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Prof.	2,00	1,90	2,00	1,00	2,00	1,10	1,90	1,10	2,00	2,00	1,90	2,00	2,00	2,00	1,80	2,00	2,00	1,90	2,00	1,80
DETERMINAZIONE																					
LIMITE DI LIQUIDITA'		29	42	25	59	71	59	65	61	67	67	67	64	28	24	20	64	57	21	26	27
LIMITE DI PLASTICITA'		18	19	18	36	44	38	42	39	42	43	41	38	16	16	N.D.	38	39	16	15	15
INDICE DI PLASTICITA'		11	23	7	23	27	21	23	22	25	24	26	26	12	8	N.P.	26	18	5	11	12
INDICE DI GRUPPO		1	2	0	16	19	15	18	17	18	18	18	20	1	0	0	18	15	0	0	1
Passante al setaccio 2 mm	%	89,8	99,0	97,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,8	100,0	100,0	100,0	100,0	87,6	95,7	97,4
Passante al setaccio 0,4 mm	%	67,8	68,5	80,5	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	100,0	100,0	100,0	100,0	62,5	65,2	71,3	100,0	95,6	68,5	66,9	75,4
Passante al setaccio 0,063 mm	%	24,8	27,2	22,0	89,9	89,6	84,4	87,2	87,9	91,3	90,1	91,7	95,4	20,8	20,2	22,6	87,6	83,9	19,1	16,5	28,0
CLASSIFICAZIONE CNR UNI	Gruppo	A2-6	A2-7	A2-4	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A2-6	A2-4	A2-4	A7-6	A7-6	A2-4	A2-6	A2-6
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	(°)	24,3	23,5	24,5	15,0	16,5	18,4	15,7	14,5	19,1	18,4	18,7	18,0	24,1	24,5	23,9	17,9	18,1	24,3	24,0	24,5
	(kPa)	5	2	4	4	12	18	15	9	11	12	14	15	10	11	10	15	16	6	8	9

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni rappresentativi hanno permesso di confermare quanto rilevato dalle osservazioni macroscopiche in merito alla composizione marcatamente argillosa dei terreni.

Nel dettaglio è stato riscontrato un passante al setaccio 2 mm nel 65% dei campioni analizzati pari al 100% e al setaccio 0.40 mm valori compresi tra 62.5÷100.0%.

Ad ulteriore testimonianza della natura prevalentemente argillosa dei terreni in argomento, anche il valore percentuale del passante al setaccio 0.063 mm nel 55% dei casi risulta superiore all'80%.

I valori del Limite Liquido LL sono compresi tra 20÷71, quelli del Limite Plastico LP, ad eccezione di un caso, tra 15 e 44.

La Classificazione CNR UNI identifica nel 45 % dei casi nel gruppo A7-6 “argille fortemente compressibili e fortemente plastiche”.

Dalle prove di taglio diretto si evidenziano valori di angolo di attrito interno $[\phi]$ compresi tra 14.5° ÷ 24.5° , mentre la coesione è compresa tra 2÷18 KPa.

I terreni interessati dalle operazioni di scavo per la posa delle tubazioni, saranno costituiti in prevalenza da argille e argille limose ed in subordine da sabbie limose.

Si ritiene che i terreni in argomento, quando sopra falda, possano garantire una sufficiente tenuta degli scavi.

Al contrario la presenza della falda potrà dare origine a sconvenienti interferenze durante le fasi di scavo e posa delle tubazioni.

I terreni presenti in questo tratto, in considerazione dell'origine alluvionale delle formazioni presenti, risultano caratterizzati da una buona escavabilità ed una buona propensione ad essere scavati con mezzi meccanici semplici (escavatore meccanico).

La falda idrica è stata rilevata a profondità variabile tra 0.9 e 2.2 m dal p.c.

Allo stato attuale si ritiene che sino alle profondità di scavo, la falda idrica non interferirà con gli scavi.

16. CONCLUSIONI

Non si rilevano allo stato attuale controindicazioni specifiche in merito agli aspetti geologici in generale ed altrettanto in rapporto alla stratigrafia, all'assetto strutturale, alla geomorfologia e all'idrogeologia.

Dallo studio risulta che la soggiacenza della falda dal p.c. si attesta intorno a 2.0 m dal p.c. (misurazioni giugno 2018), ma è prevedibile una discreta oscillazione.

In considerazione della natura argillosa dei terreni e della presenza della falda idrica, la tenuta degli scavi a breve e a lungo termine sarà da considerare scarsa.

Nel caso invece di formazioni sabbioso limose, la tenuta sarà assai bassa e quando in falda praticamente nulla.

Dovranno pertanto essere presi tutti gli accorgimenti del caso in relazione a possibili fenomeni di "sgrottamento" e di stabilità delle pareti di scavo, oltre ad interferenze della falda idrica.

Trattandosi di zona pianeggiante non si evidenziano eventi franosi in evoluzione e fenomeni di instabilità, come pure non esiste una copertura pedologica che possa essere compromessa dalla realizzazione delle opere.

Non sono presenti affioramenti di interesse geologico tale da poter essere inquadrati nella categoria "monumenti geologici" e come tali da sottoporre a salvaguardia.

Sulla scorta dei risultati delle indagini in situ ed in laboratorio, il profilo stratigrafico e geotecnico di riferimento del terreno risulta essere formato da strati di terreno a comportamento prevalentemente coesivo.

Il grado di addensamento in genere risulta assai scarso, ma comunque crescente con l'aumentare della profondità.

I terreni presenti in corrispondenza dell'area studiata, per la parte superficiale e oltre la copertura vegetale, sono costituiti da depositi a granulometria finissima poco consistenti.

Sulla base di quanto sopra specificato, si ritiene che le opere previste dal Progetto sono fattibili sotto il profilo geologico, geotecnico e idrogeologico.

La valutazione di tutti gli elementi raccolti nell'area in esame, nonché i risultati dell'indagine geognostica in situ ed in laboratorio, integrata da dati già noti e precedente acquisiti in aree limitrofe confermano la presenza nell'area in esame di terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche.

In ordine alla scavabilità dei terreni in argomento si ritiene che si possano prevedere scavi che comportano una buona "rippability" cioè una buona

propensione ad essere scavati con mezzi meccanici semplici (escavatore meccanico), con medio scarsa tenuta degli scavi (principalmente sotto falda).

Cagliari, Luglio 2018

Pozzetto geognostico N. 1	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale limoso argilloso di colore marrone scuro con resti conchigliari
0,2 ÷ 0,8	Argilla limosa di colore marrone con abbondanti resti conchigliari, debolmente consistente
0,8 ÷ 1,8	Argilla di colore grigio, poco o nulla consistente e molto plastica
1,8 ÷ 2,2	Sabbia limosa di colore grigio verdastro, debolmente addensata



Falda a -1,8 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 2	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale argilloso debolmente sabbioso di colore marrone scuro
0,2 ÷ 1,7	Argilla limosa di colore marrone grigio, poco o nulla consistente con abbondanti resti conchigliari
1,7 ÷ 2,2	Sabbia limosa di colore grigio verdastro, poco addensata



Falda a -1,7 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 3	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,3	Terreno vegetale argilloso sabbioso di colore nerastro
0,3 ÷ 1,4	Argilla limosa di colore grigio scuro con abbondanti resti conchigliari, poco o nulla consistente
1,4 ÷ 2,1	Sabbia limosa di colore verde e sfumature bluastre, poco o nulla addensata

Falda a -1,6 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 4	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,1	Terreno vegetale argilloso di colore marrone con resti conchigliari
0,1 ÷ 0,9	Argilla di colore marrone, debolmente consistente con abbondanti resti conchigliari
0,9 ÷ 2,1	Argilla grigia di colore grigio, maleodorante, con resti organici conchigliari, poco o nulla consistente



Falda a -2,1 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 5	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,1	Terreno vegetale di colore marrone, argilloso debolmente limoso rimaneggiato
0,1 ÷ 1,1	Argilla di colore marrone con abbondanti resti conchigliari debolmente consistente
1,1 ÷ 2,4	Argilla grigia con resti di conchiglie, poco o nulla consistente

Falda a -2,2 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 6	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale argilloso rimaneggiato, colore marrone nerastro
0,2 ÷ 1,6	Argilla limosa di colore marrone con abbondanti resti conchigliari, debolmente consistente
1,6 ÷ 2,2	Argilla grigio bluastra, con rari resti di conchiglie, poco o nulla consistente



Falda a -1,7 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 7	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale argilloso di colore marrone scuro
0,2 ÷ 1,3	Argilla limosa di colore marrone con abbondanti resti di conchiglie, poco o nulla consistente
1,3 ÷ 2,2	Argilla di colore grigio maleodorante poco o nulla consistente, a tratti presenti resti conchigliari

Pozzetto geognostico N. 8	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,1	Terreno vegetale rimaneggiato argilloso di colore bruno
0,1 ÷ 1,1	Argilla grigio bruna con abbondanti resti conchigliari, debolmente consistente
1,1 ÷ 2,2	Argilla grigio bluastra con rari resti conchigliari, maleodorante, poco o nulla consistente



Pozzetto geognostico N. 9	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,1	Terreno vegetale argilloso, di colore marrone scuro, rimaneggiato
0,1 ÷ 1,3	Argilla di colore marrone scuro con abbondanti resti conchigliari, poco consistente
1,3 ÷ 2,3	Argilla grigia di colore grigio con rari resti conchigliari, maleodorante e molto plastica



Pozzetto geognostico N. 10	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,1	Terreno vegetale argilloso rimaneggiato di colore marrone scuro
0,1 ÷ 0,6	Limo argilloso di colore marrone scuro con resti di conchiglie, debolmente consistente
0,6 ÷ 1,2	Argilla limosa di colore grigio debolmente consistente
1,2 ÷ 2,0	Argilla di colore grigio verdastra maleodorante, molto plastica, poco consistente



Pozzetto geognostico N. 11	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,1	Terreno vegetale argilloso, rimaneggiato, di colore marrone
0,1 ÷ 1,1	Argilla di colore marrone con abbondanti resti conchigliari, debolmente consistente
1,1 ÷ 2,1	Argilla di colore grigio bluastra, molto plastica e maleodorante

Pozzetto geognostico N. 12	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale argilloso limoso rimaneggiato, colore marrone scuro
0,2 ÷ 0,7	Argilla limosa di colore marrone scuro con abbondanti resti conchigliari, poco o nulla consistente
0,7 ÷ 2,0	Argilla debolmente limosa, poco o nulla consistente, maleodorante

Pozzetto geognostico N. 13	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale argilloso limoso rimaneggiato di colore marrone scuro
0,2 ÷ 0,7	Argilla di colore marrone grigio, a tratti debolmente sabbiosa, debolmente consistente
0,7 ÷ 1,0	Argilla di colore grigio di scarsa consistenza
1,0 ÷ 2,4	Sabbia limosa di colore grigio chiaro talora argillosa, con striature di colore ocre, con abbondanti resti conchigliari, discretamente addensata



Pozzetto geognostico N. 14	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale limoso argilloso di colore marrone scuro
0,2 ÷ 0,9	Limo sabbioso di colore marrone grigio con resti di conchiglie, moderatamente consistente
0,9 ÷ 2,3	Sabbia limosa di colore grigio poco addensata, instabilità delle pareti di scavo



Falda: -0,9 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 15	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,4	Terreno vegetale argilloso di colore marrone scuro
0,4 ÷ 2,0	Sabbia di colore marrone chiaro con striature ocra, a tratti limosa, discretamente adensata
2,0 ÷ 2,4	Argilla di colore grigio verde di scarsa consistenza

Falda: -2,4 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 16	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale argilloso rimaneggiato, colore marrone scuro
0,2 ÷ 0,9	Argilla limosa di colore marrone bruno, con abbondanti resti di conchiglie
0,9 ÷ 2,1	Argilla di colore grigio scuro, poco consistente



Pozzetto geognostico N. 17	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,4	Terreno vegetale argilloso limoso di colore marrone scuro
0,4 ÷ 1,7	Sabbia limosa di colore marrone chiaro moderatamente addensata
1,7 ÷ 2,4	Argilla di colore marrone chiaro, debolmente consistente



Falda a -1,9 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 18	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,3	Terreno vegetale sabbioso limoso di colore marrone
0,3 ÷ 2,2	Sabbia limosa di colore marrone con sottili livelli di colore ocra, debolmente addensata



Falda a -2,0 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 19	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale sabbioso di colore marrone
0,2 ÷ 2,3	Sabbia limosa di colore marrone e ocra, debolmente addensata, le pareti dello scavo sono instabili



Falda a -1,6 m da p.c.

Pozzetto geognostico N. 20	
Profondità in m da p.c.	Descrizione
0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale sabbioso di colore marrone
0,2 ÷ 2,1	Sabbia fine limosa debolmente argillosa di colore marrone chiaro con sfumature ocra e verdastro, debolmente addensata



DETERMINAZIONI DI LABORATORIO

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11919**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P1
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

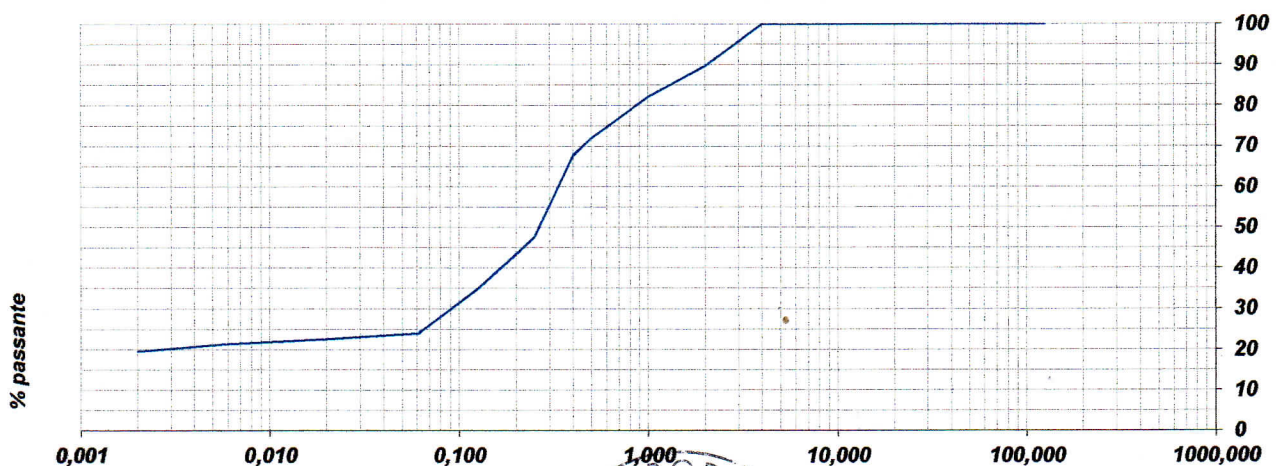
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	89,83
1	82,20
0,5	72,03
0,4	67,80
0,25	47,46
0,125	34,75
0,063	24,58
0,061	23,98
0,020	22,54
0,006	21,47
0,002	19,62

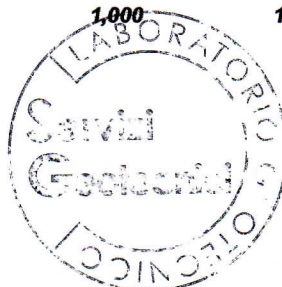
LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	29
Limite Plastico	18
Indice Plastico	11
Indice di gruppo	1
CLASSIFICAZIONE	A2-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N.

Data 06.07.2018

11920

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

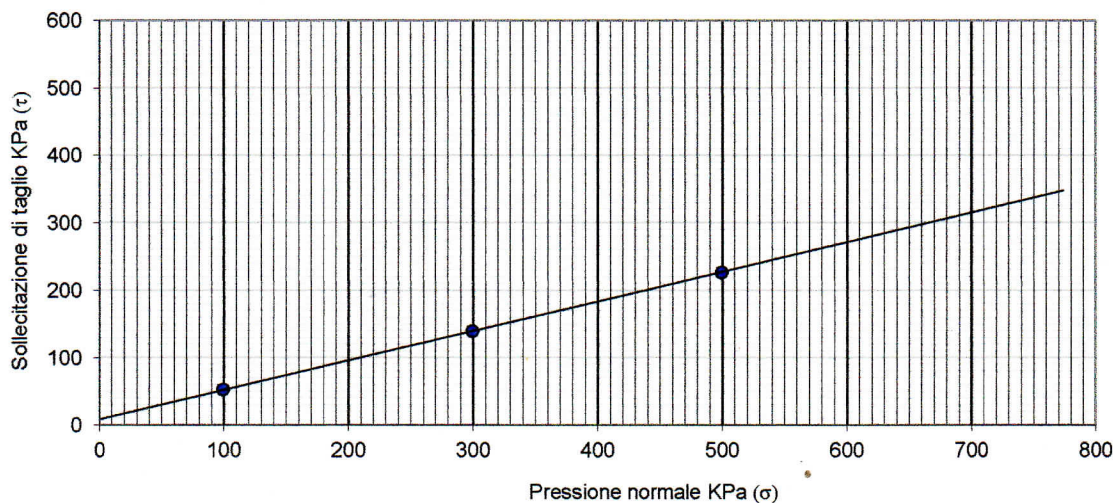
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P1
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,139	0,251	0,392

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	51,5	138,8	225,9

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,72



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

24,3 °

5 KPa

Note:

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

11921

Certificato N.
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P2
Profondità prelievo: -1,9 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

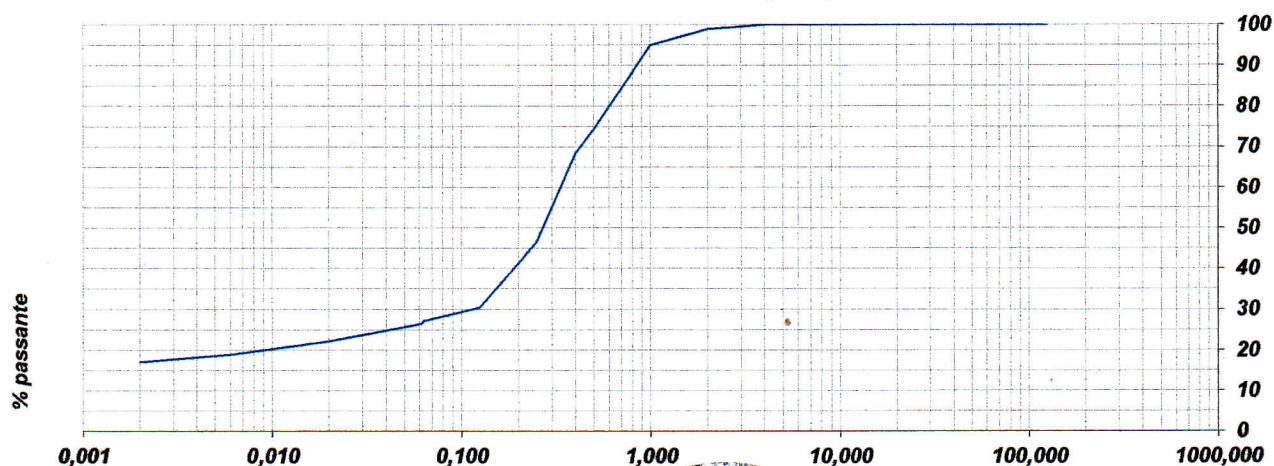
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,0
63	100,0
31,5	100,0
16	100,0
8	100,0
4	100,0
2	99,0
1	95,08
0,5	74,43
0,4	68,52
0,25	46,56
0,125	30,49
0,063	27,21
0,061	26,52
0,020	22,24
0,006	18,96
0,002	17,14

LIMITI DI ATTERBERG

Boll. Uff. C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	42
Limite Plastico	19
Indice Plastico	23
Indice di gruppo	2
CLASSIFICAZIONE	A2-7
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. G. Modigale



IL COORDINATORE
Dott. S. M. M. M. M.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11922**
Data 06.07.2018

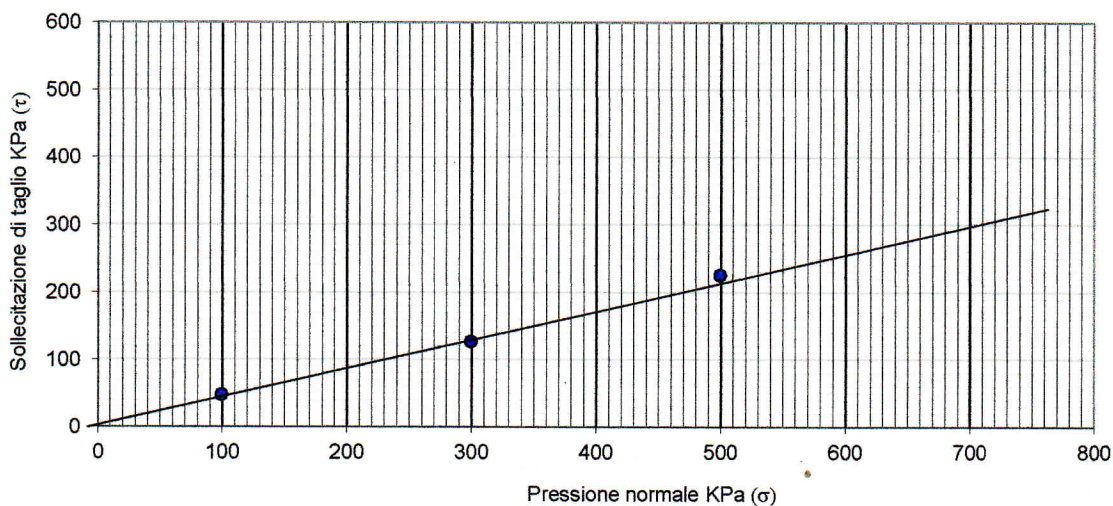
Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P2
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,9 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE			1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ	KPa	100	300	500
CEDIMENTO		mm	0,129	0,263	0,405

ROTTURA					
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ	KPa	46,5	125,7	224,8

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,75



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

23,5 °

2 KPa

Note:

IL TECNICO
Dott. Ing. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. C. O. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N.

Data 05/07/2018

11923

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P3
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

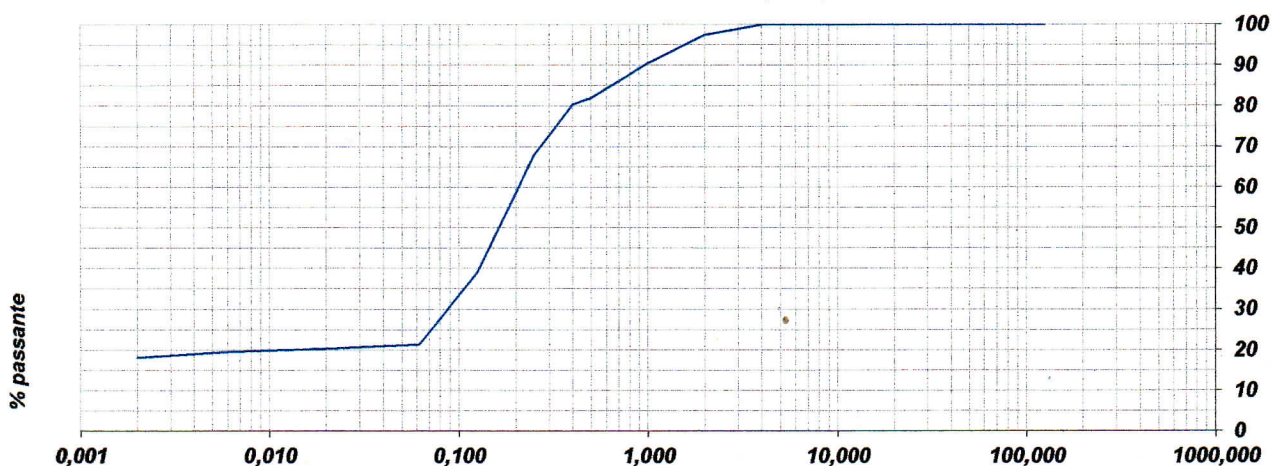
Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,0
63	100,0
31,5	100,0
16	100,0
8	100,0
4	100,0
2	97,5
1	90,50
0,5	82,00
0,4	80,50
0,25	68,00
0,125	39,00
0,063	22,00
0,061	21,39
0,020	20,42
0,006	19,63
0,002	18,07

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014

Limite Liquido	25
Limite Plastico	18
Indice Plastico	7
Indice di gruppo	0
CLASSIFICAZIONE	A2-4
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. *[Signature]* Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. *[Signature]* Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11924**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

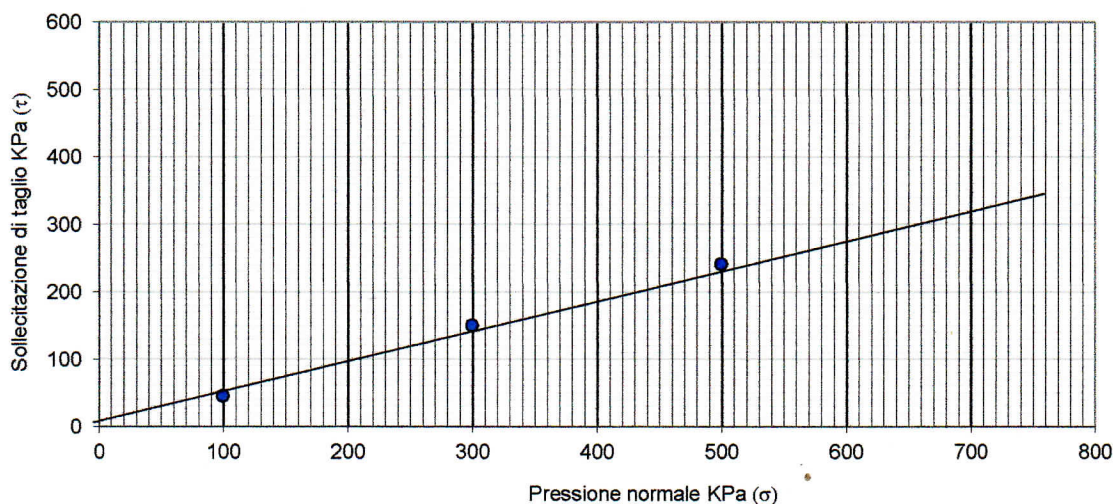
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P3
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,119	0,251	0,362

ROTTURA				
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	44,7	149,8	240,5

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,69



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

24,5 °

Note:

IL TECNICO
Dott. Gaetano Modigale



IL COORDINATORE
Dott. Carlo Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11925**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P4
Profondità prelievo: -1,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

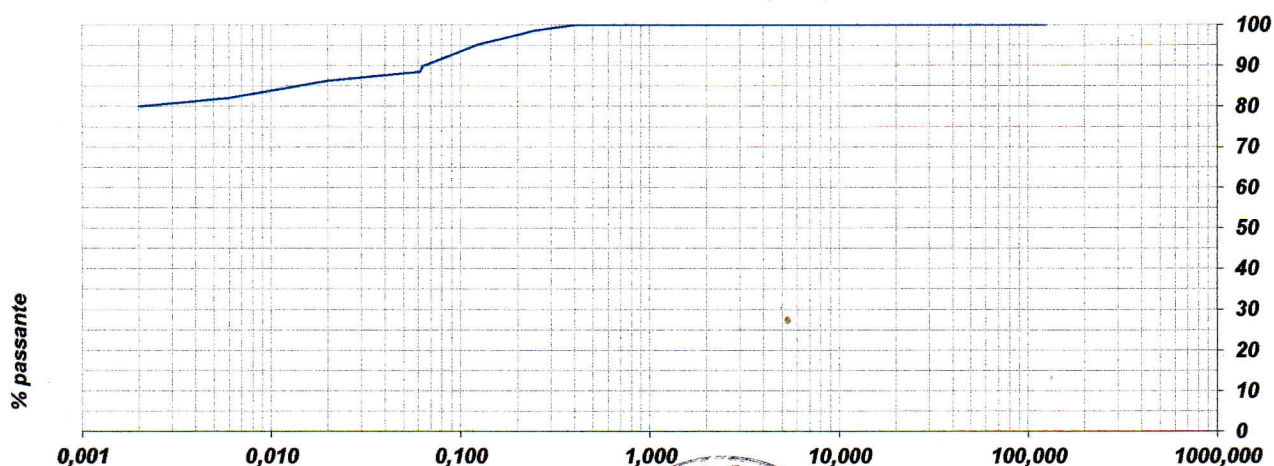
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	98,66
0,125	95,30
0,063	89,93
0,061	88,64
0,020	86,39
0,006	82,19
0,002	80,05

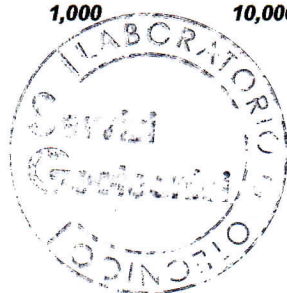
LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	59
Limite Plastico	36
Indice Plastico	23
Indice di gruppo	16
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. C. L. Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11926**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

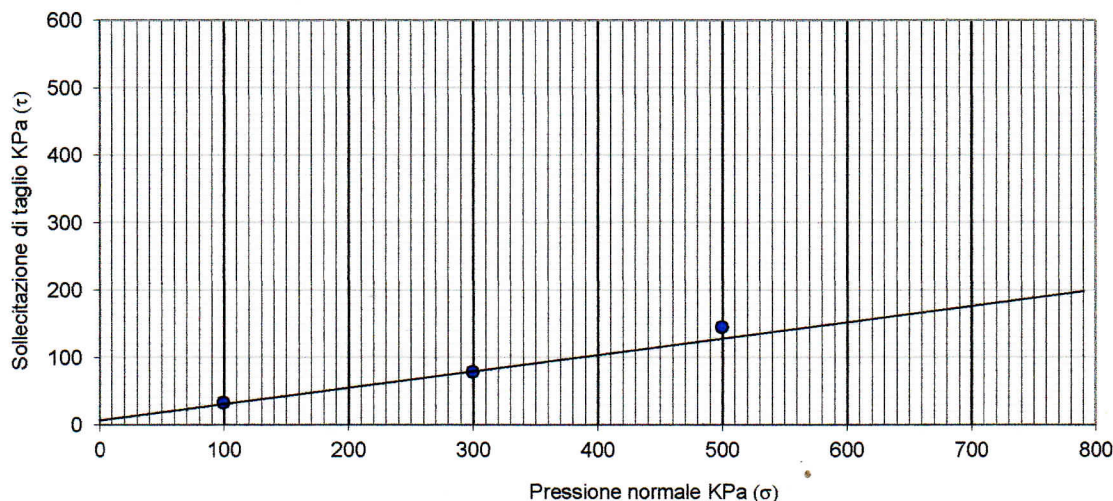
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P4
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,100	0,199	0,258

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	31,8	77,5	143,7

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,69



Angolo di resistenza al taglio 15°
Coesione efficace 4 KPa

Note:

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Co. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11927**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

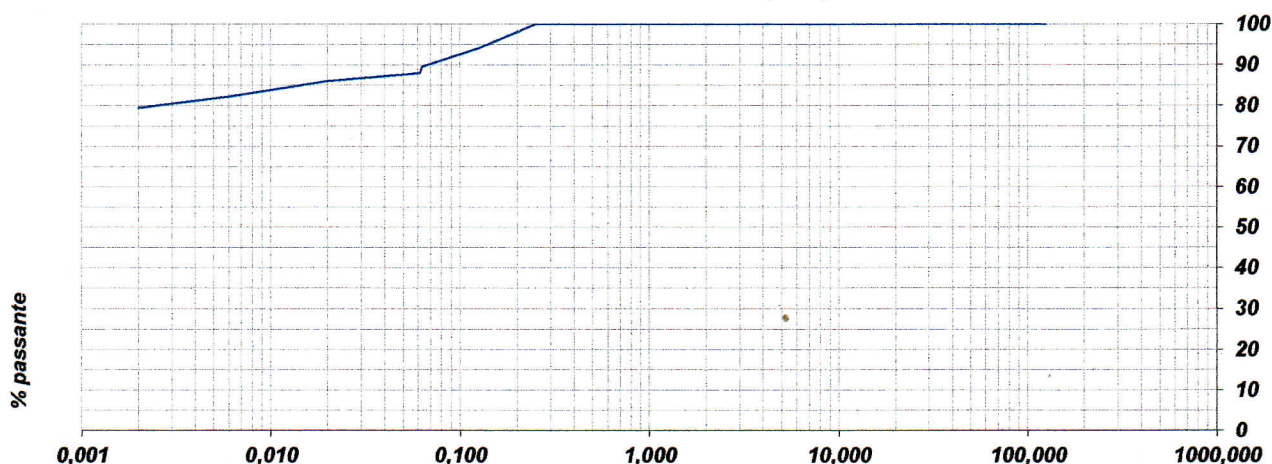
Pozzetto: P5
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	100,00
0,125	94,09
0,063	89,66
0,061	88,12
0,020	86,14
0,006	82,23
0,002	79,56

LIMITI DI ATTERBERG	
Boll. Uff. C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	71
Limite Plastico	44
Indice Plastico	27
Indice di gruppo	19
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Atelis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

11928

Certificato N.

Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

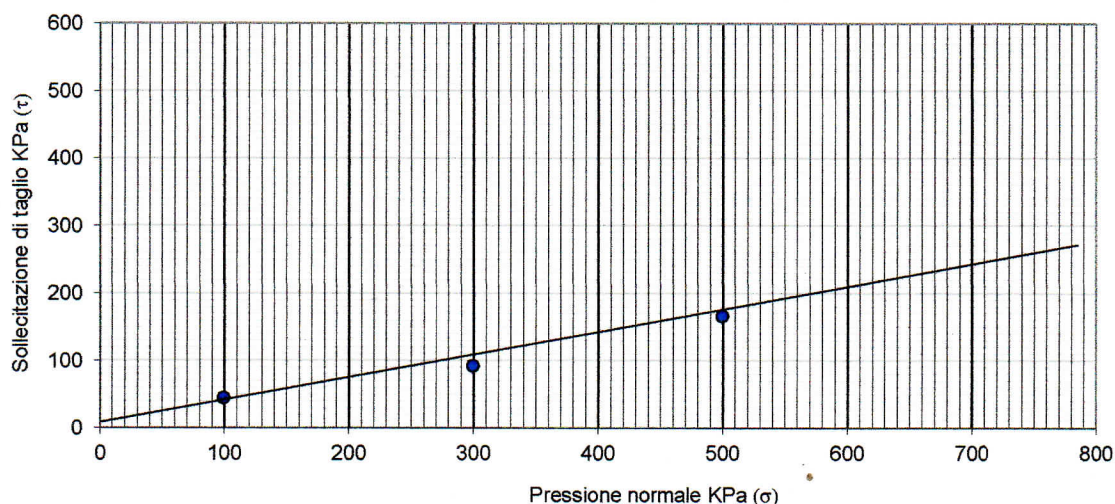
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P5
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,112	0,219	0,277

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	43,7	91,5	165,2

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,81



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

16,5 °
12 KPa

Note:

IL TECNICO
Dott. Carlo Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Giulio Alessandro Ivellis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11929**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P6
Profondità prelievo: -1,1 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

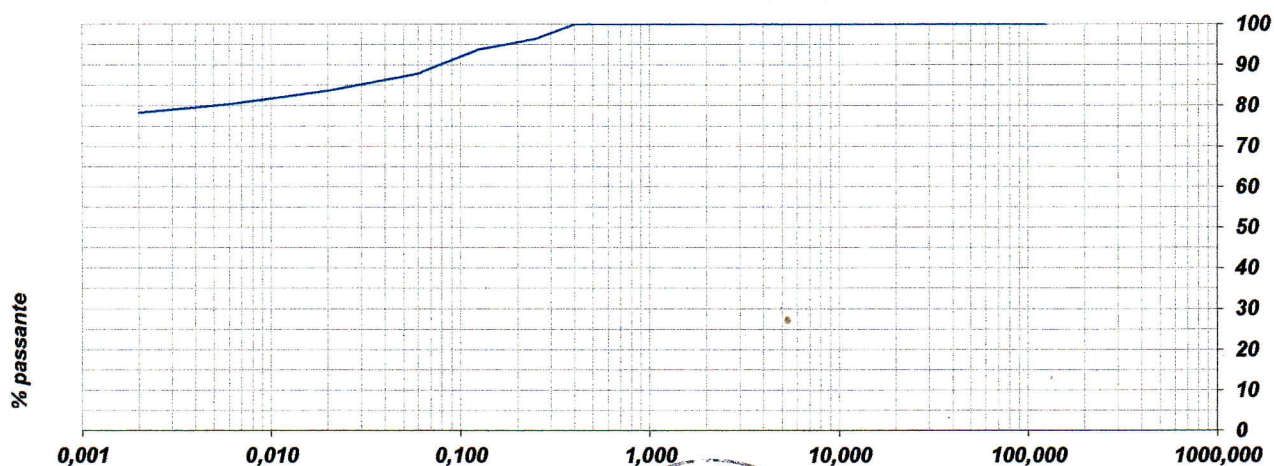
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	96,44
0,125	93,78
0,063	88,44
0,061	88,12
0,020	83,73
0,006	80,49
0,002	78,34

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	59
Limite Plastico	38
Indice Plastico	21
Indice di gruppo	15
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
IL TECNICO
Dott. Carlo Giorgio Madrigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Carlo Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11930**
Data 06.07.2018

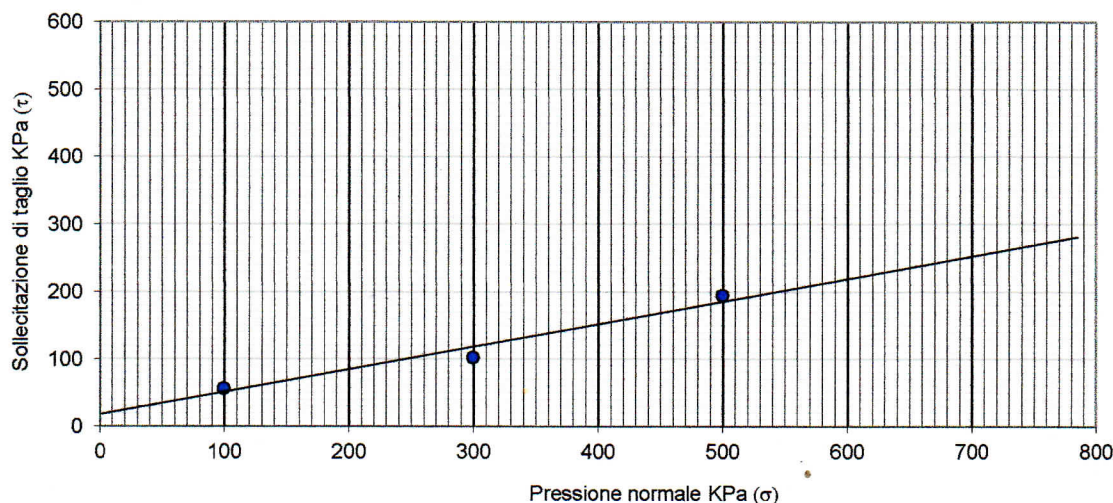
Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P6
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,1 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,131	0,208	0,293

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	55,2	101,4	193,7

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,86



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

18,4 °
18 KPa

Note:

[Signature]
Geotecnico
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Sandro Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11931**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P7
Profondità prelievo: -1,9 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

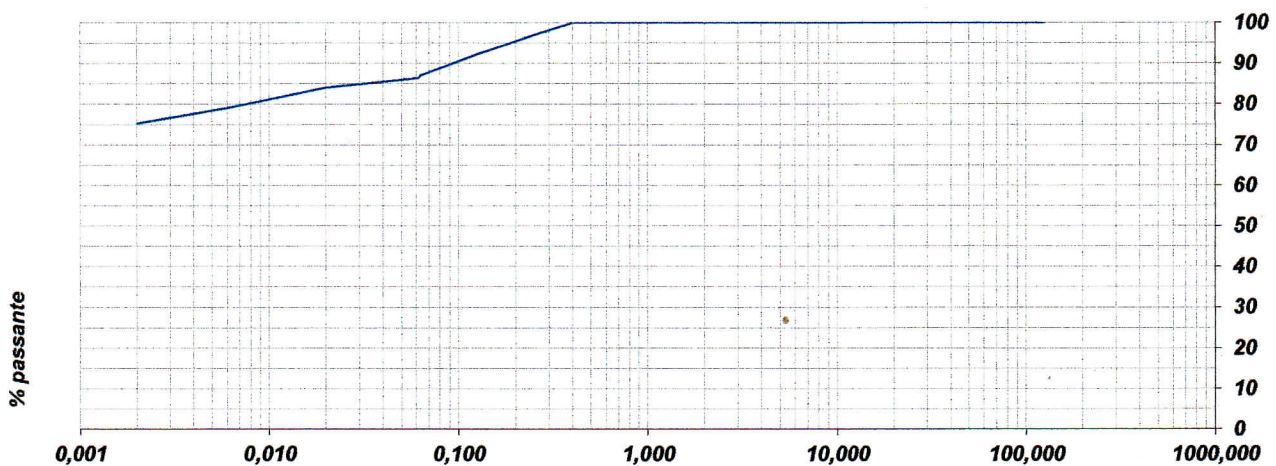
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	97,01
0,125	92,31
0,063	87,18
0,061	86,53
0,020	84,12
0,006	79,21
0,002	75,33

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	65
Limite Plastico	42
Indice Plastico	23
Indice di gruppo	18
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
Dott. Carlo Giorgio Madrigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Carlo Giorgio Madrigale

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11932**
Data 06.07.2018

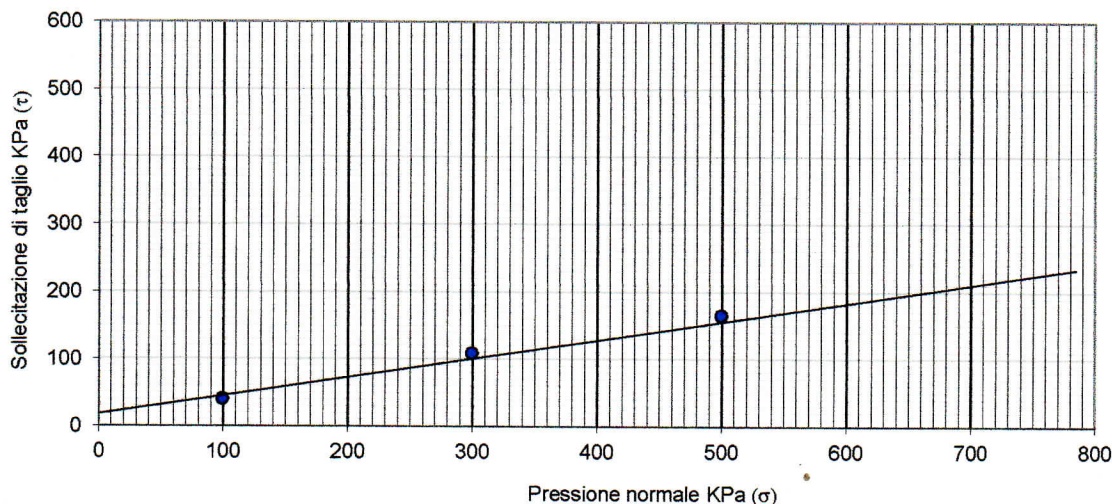
Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P7
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,9 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,121	0,224	0,302

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	39,8	108,0	164,8

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cm ³)	1,79



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

15,7 °

16 KPa

Note:

[Signature]
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



[Signature]
COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Anelis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11933**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P8
Profondità prelievo: -1,1 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

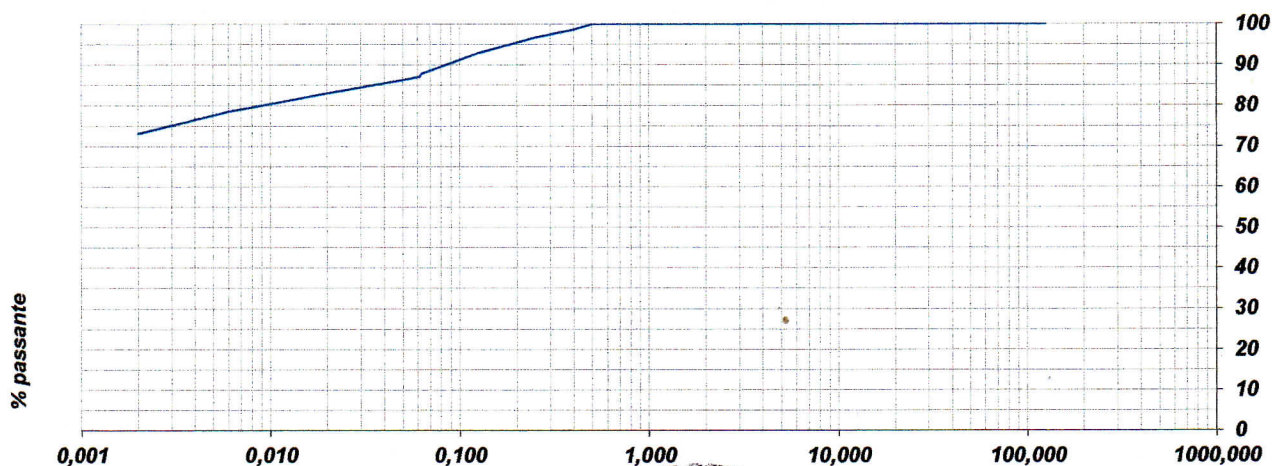
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	98,76
0,25	96,68
0,125	92,95
0,063	87,97
0,061	87,11
0,020	83,09
0,006	78,64
0,002	73,21

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	61
Limite Plastico	39
Indice Plastico	22
Indice di gruppo	17
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Nelli

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11934**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

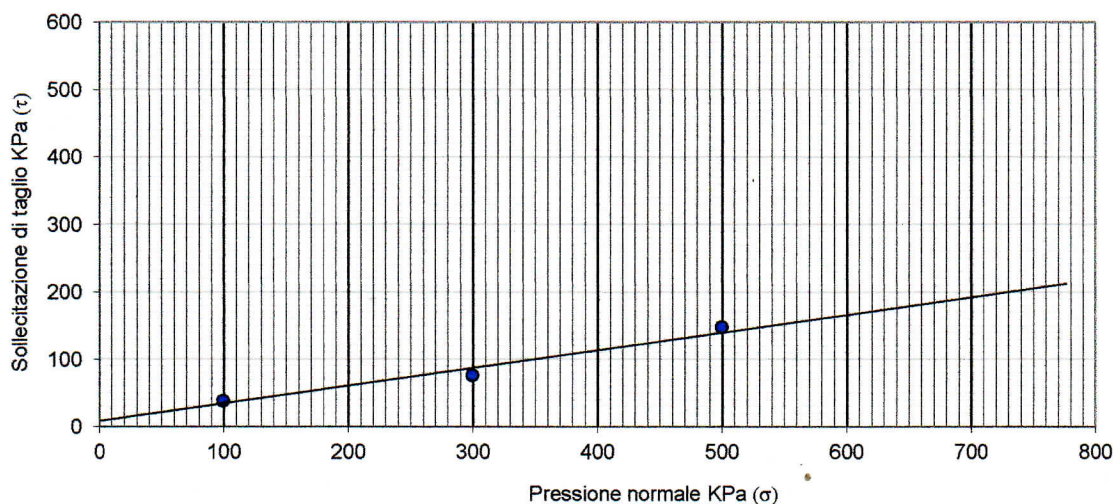
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P8
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,1 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,118	0,256	0,287

ROTTURA				
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	37,1	75,4	147,0

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,80



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

Note:

Geotecnico
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



Il COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11935**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P9
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

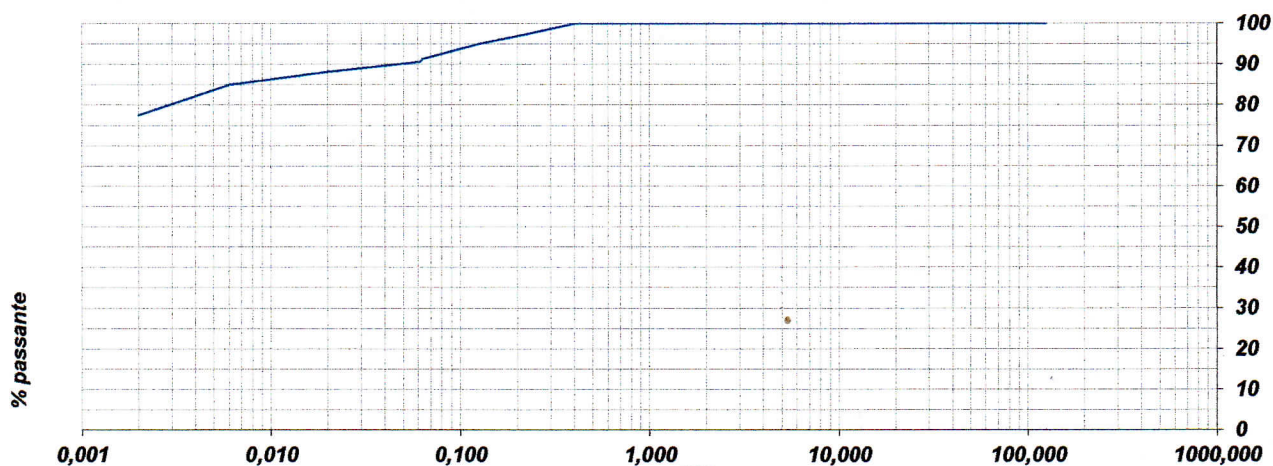
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	97,93
0,125	95,02
0,063	91,29
0,061	90,74
0,020	88,21
0,006	85,11
0,002	77,63

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	67
Limite Plastico	42
Indice Plastico	25
Indice di gruppo	18
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
Il TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandra Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11936**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

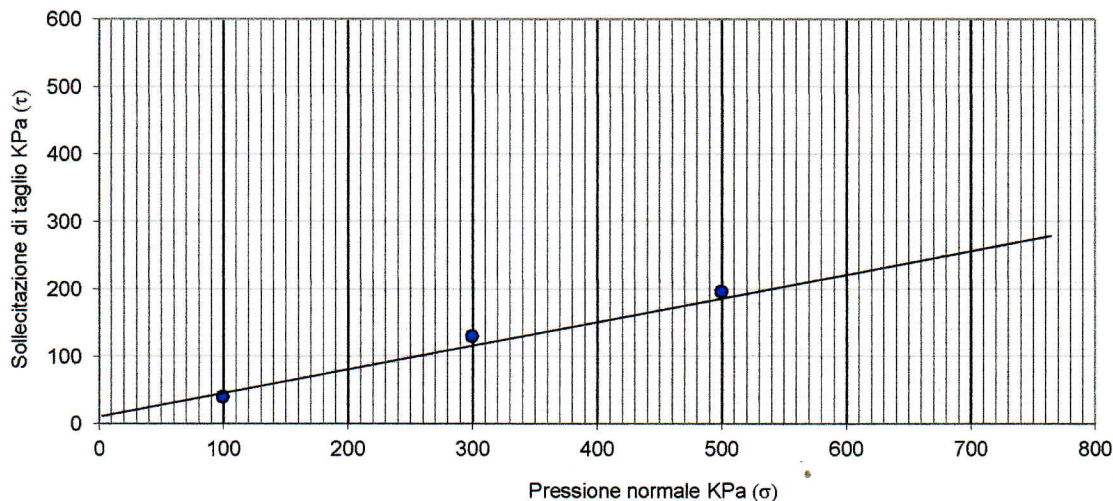
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P9
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,247	0,298	0,386

ROTTURA				
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	38,8	128,7	195,6

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,84



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

Note:

Il TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



Il COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11937**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P10
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

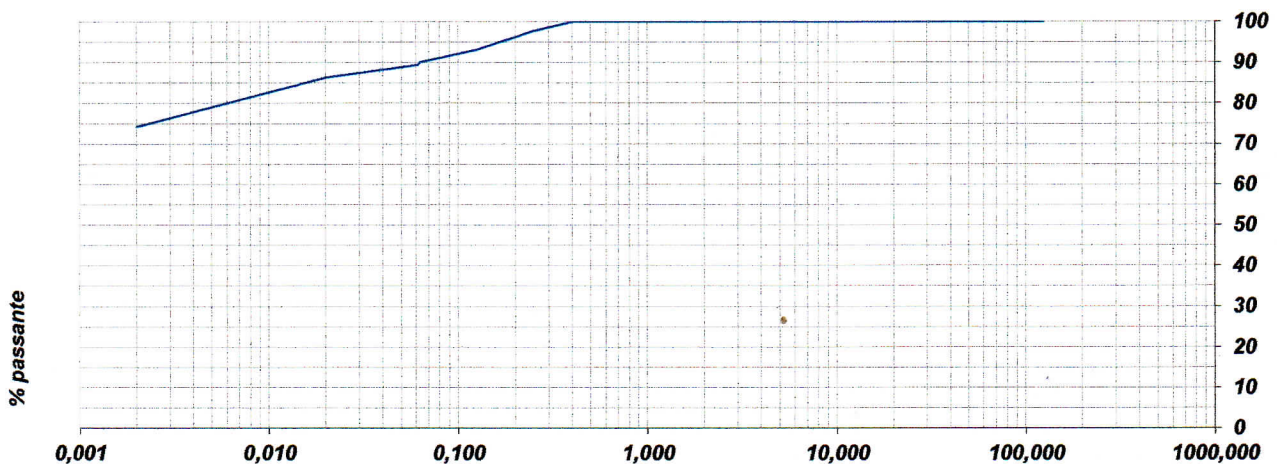
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	97,72
0,125	93,16
0,063	90,11
0,061	89,45
0,020	86,32
0,006	80,08
0,002	74,33

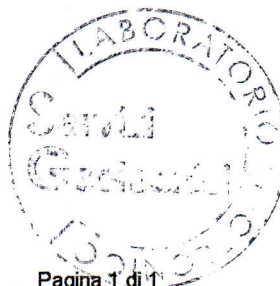
LIMITI DI ATTERBERG

Boll. Uff. C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	67
Limite Plastico	43
Indice Plastico	24
Indice di gruppo	18
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11938**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

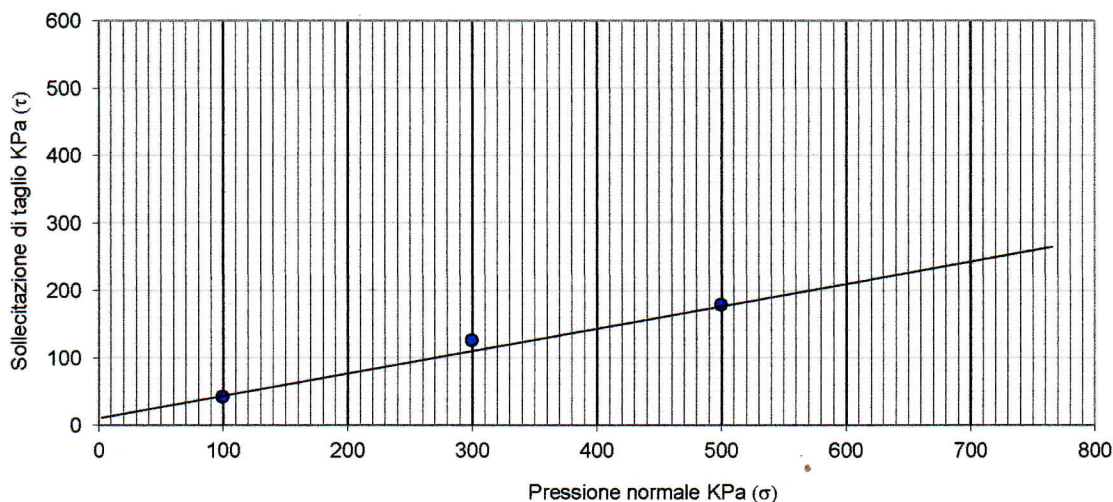
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P10
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,205	0,263	0,359

ROTTURA				
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	41,2	124,9	178,0

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,87



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

18,4 °

12 KPa

Note:

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11939**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P11
Profondità prelievo: -1,9 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

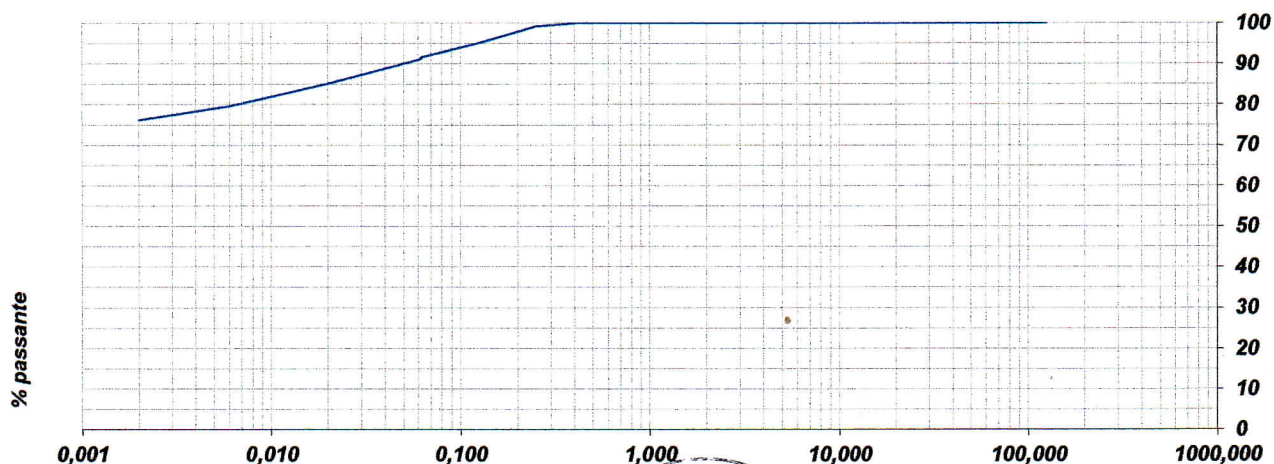
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	99,25
0,125	95,09
0,063	91,70
0,061	91,20
0,020	85,14
0,006	79,65
0,002	76,31

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	67
Limite Plastico	41
Indice Plastico	26
Indice di gruppo	18
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N° **11940**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

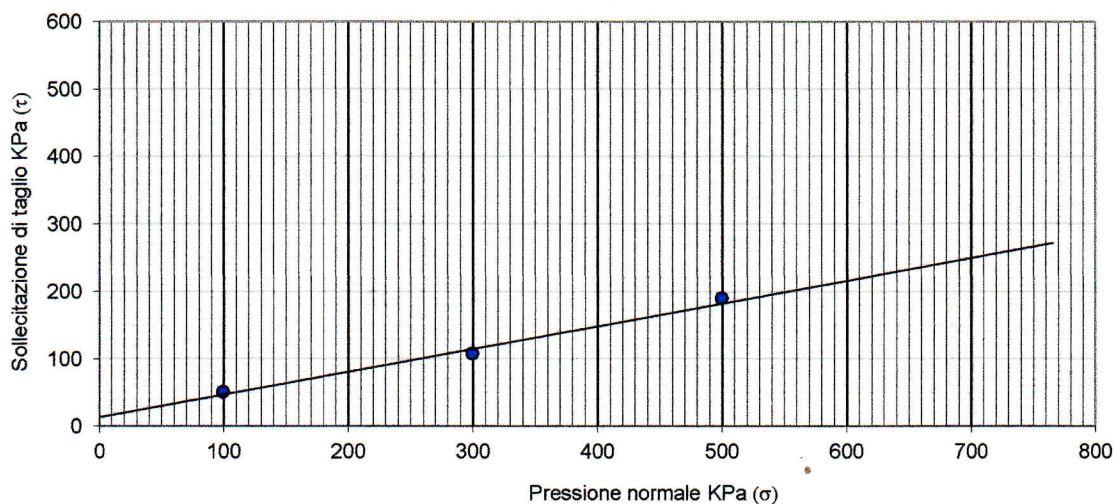
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P11
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,90 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,187	0,249	0,361

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	49,8	106,8	189,4

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cm ³)	1,87



Angolo di resistenza al taglio **18,7 °**
Coesione efficace **14 KPa**

Note:

[Signature]
Il TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



[Signature]
Il COORDINATORE
Dott. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11941**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P12
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

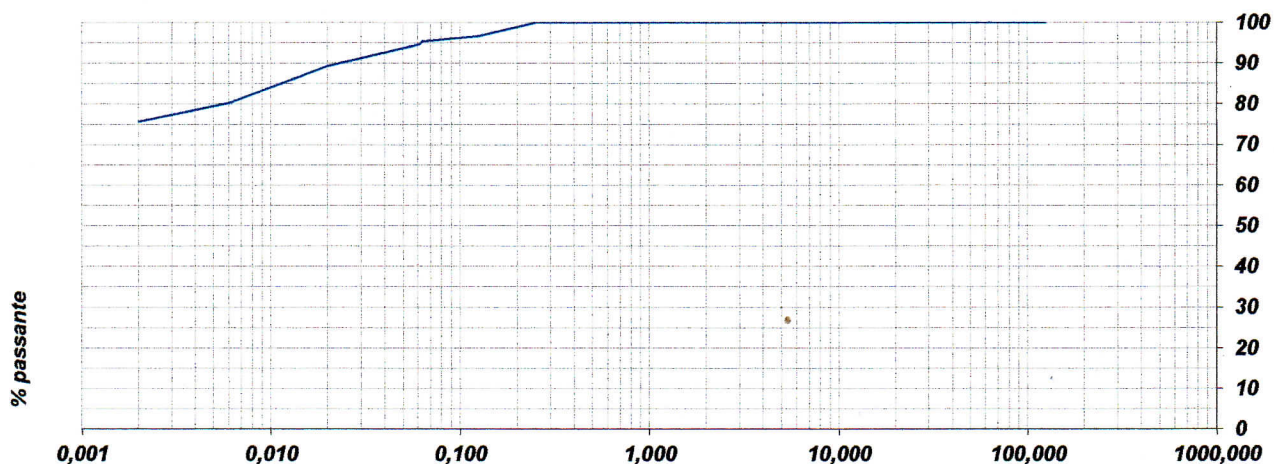
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	100,00
0,125	96,69
0,063	95,36
0,061	94,74
0,020	89,43
0,006	80,30
0,002	75,71

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	64
Limite Plastico	38
Indice Plastico	26
Indice di gruppo	20
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. Carlo Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11942**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

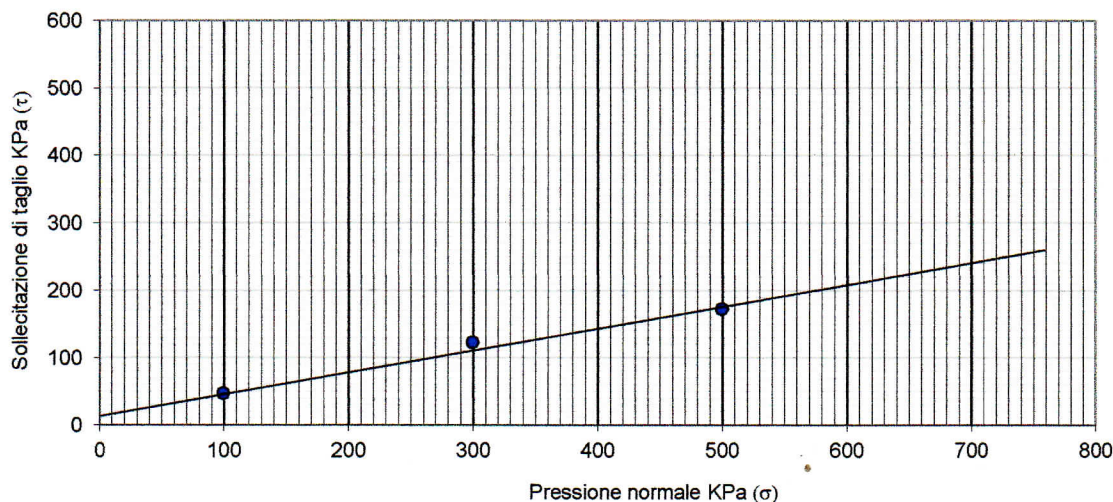
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P12
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,171	0,302	0,476

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	45,8	121,5	171,4

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,80



Angolo di resistenza al taglio 18°
Coesione efficace 15 KPa

Note:

Il TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Mudigale



Il COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11943**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P13
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

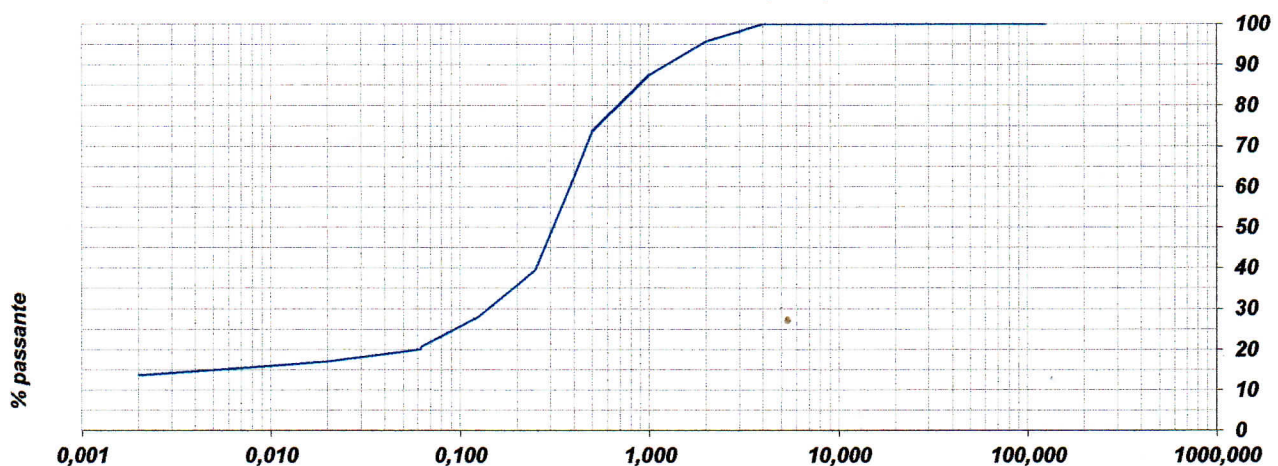
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	95,83
1	87,50
0,5	73,96
0,4	62,50
0,25	39,58
0,125	28,13
0,063	20,83
0,061	20,14
0,020	17,14
0,006	15,20
0,002	13,70

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	28
Limite Plastico	16
Indice Plastico	12
Indice di gruppo	1
CLASSIFICAZIONE	A2-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. C. Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. A. Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N° **11944**
Data 09.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

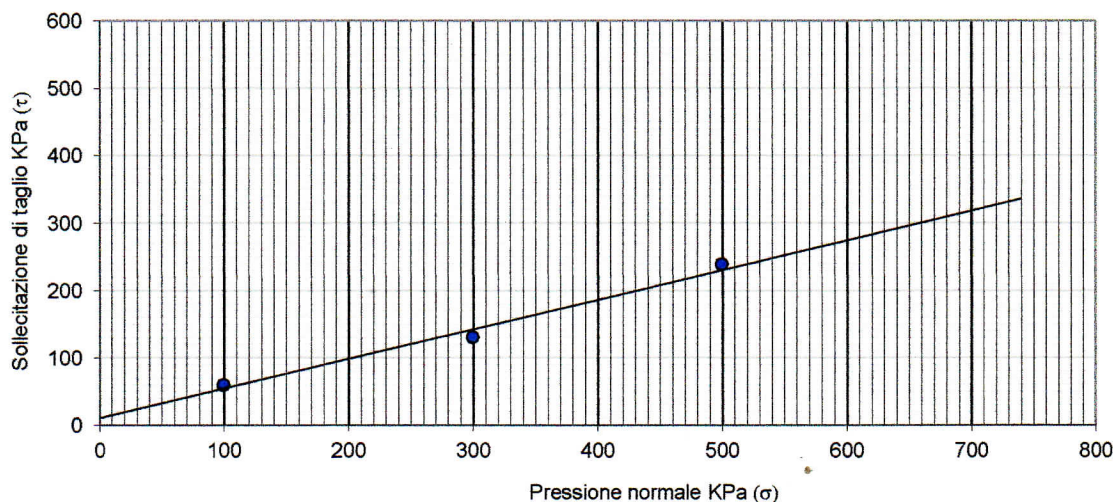
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P13
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

CONSOLIDAZIONE				1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ	KPa		100	300	500
CEDIMENTO		mm		0,101	0,187	0,224

ROTTURA						
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ	KPa		58,7	130,2	238,5

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,74



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

24,1 °

10 KPa

Note:

[Signature]
Dott. Carlo Giorgio Madrigale



[Signature]
COORDINATORE
D. Alessandra Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato **11945**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P14
Profondità prelievo: -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

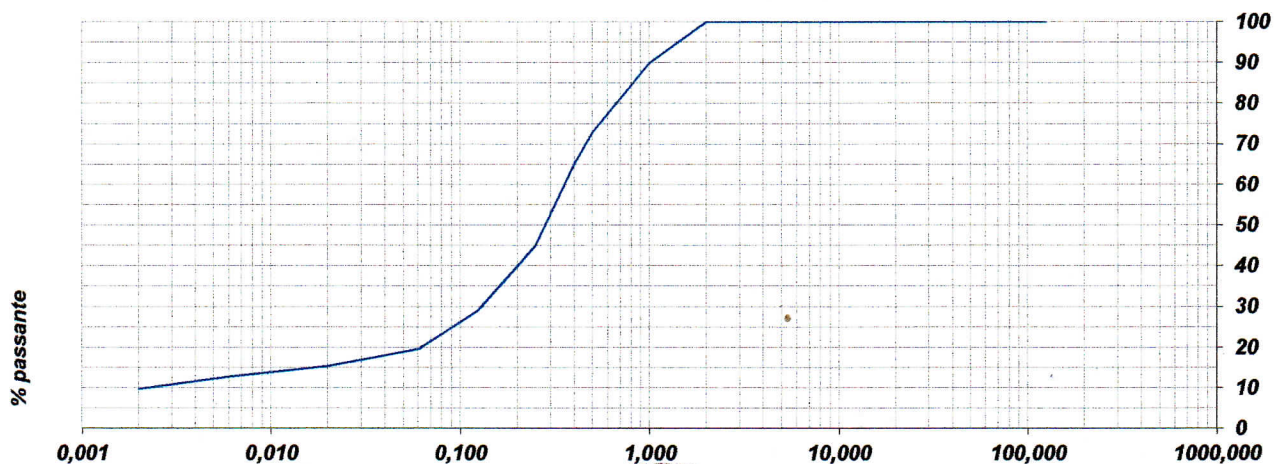
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	89,89
0,5	73,03
0,4	65,17
0,25	44,94
0,125	29,21
0,063	20,22
0,061	19,64
0,020	15,31
0,006	12,80
0,002	9,72

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	24
Limite Plastico	16
Indice Plastico	8
Indice di gruppo	0
CLASSIFICAZIONE	A2-4
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
Dott. *[Name]*



[Signature]
Il COORDINATORE
D. *[Name]*

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11946**
Data 09.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

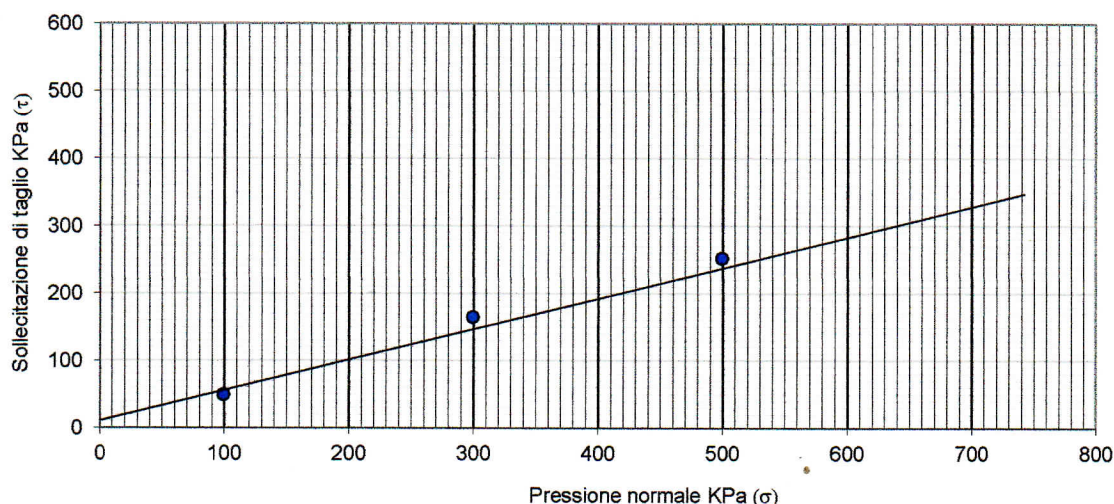
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P14
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,098	0,169	0,231

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	48,7	163,7	251,9

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,78



Angolo di resistenza al taglio **24,5 °**
Coesione efficace **11 KPa**

Note:

[Signature]
R. TECNICO
Dott. Paolo Giorgio Madrigale



[Signature]
IL COORDINATORE
Dott. Alessandro Nelli

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11947**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P15
Profondità prelievo: -1,8 m da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

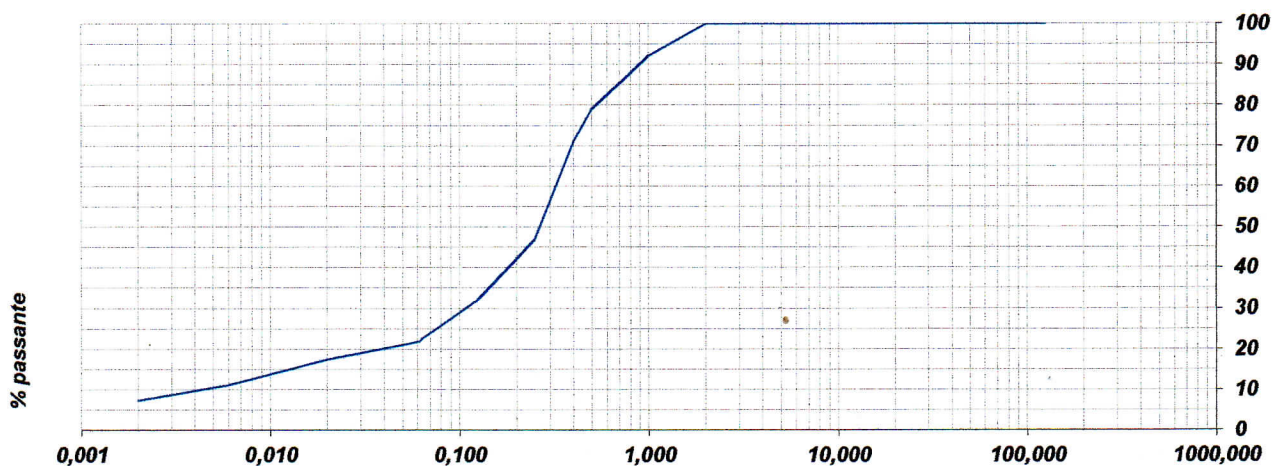
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	92,17
0,5	79,13
0,4	71,30
0,25	46,96
0,125	32,17
0,063	22,61
0,061	21,89
0,020	17,43
0,006	11,14
0,002	7,31

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	20
Limite Plastico	N.D.
Indice Plastico	N.P.
Indice di gruppo	0
CLASSIFICAZIONE	A2-4
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
Dott. Carlo Giorgio Madrigale



[Signature]
COORDINATORE
Dott. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11948**
Data 09.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

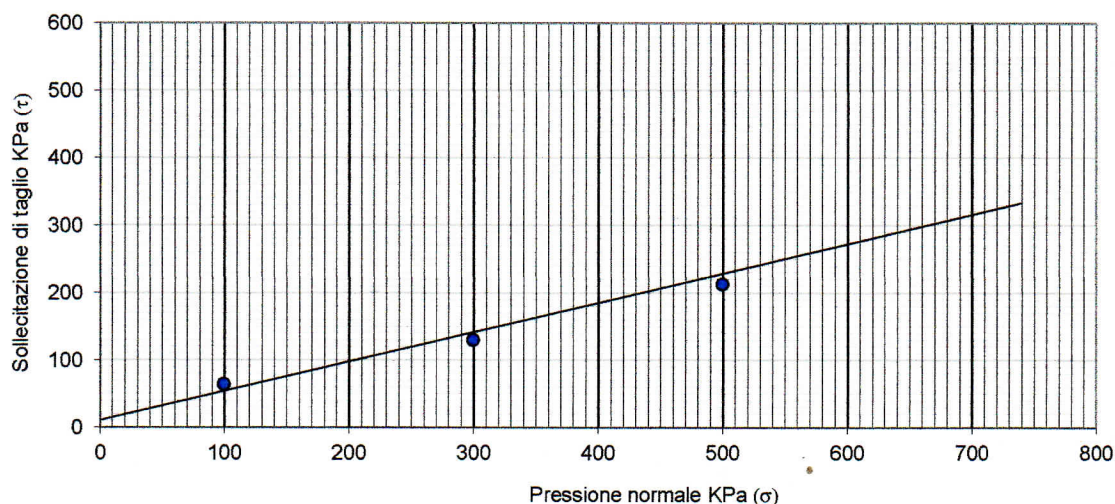
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P15
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,8 m da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,096	0,163	0,244

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	63,4	129,2	212,1

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cm ³)	1,77



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

23,9 °

10 KPa

Note:

Dot. Gabr. Giorgio Madrigale



COORDINATORE
Alessandro Nicolis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11949**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P16
Profondità prelievo: -2,0 da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

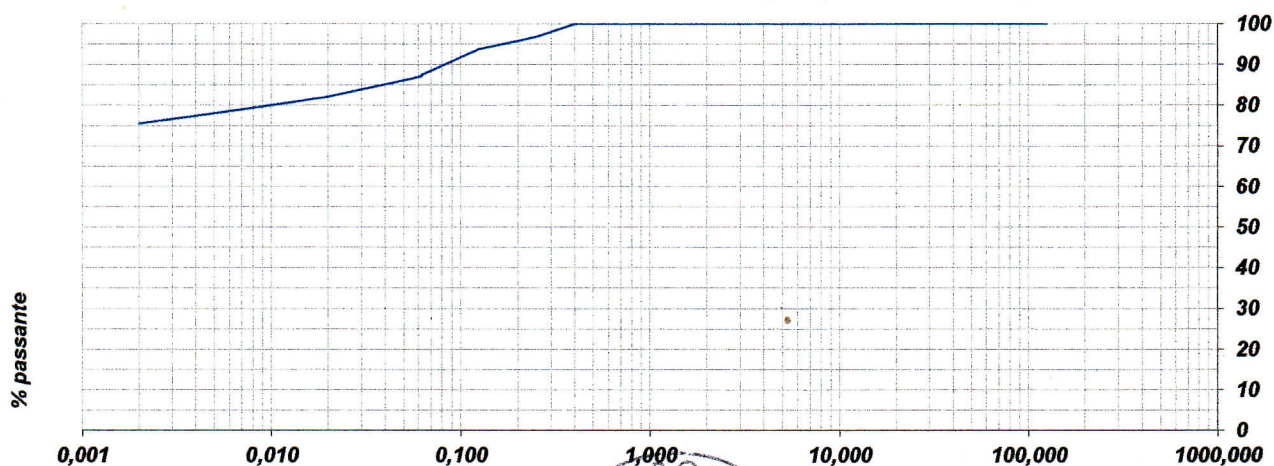
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	100,00
0,5	100,00
0,4	100,00
0,25	96,91
0,125	93,81
0,063	87,63
0,061	87,19
0,020	82,14
0,006	78,60
0,002	75,63

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	64
Limite Plastico	38
Indice Plastico	26
Indice di gruppo	18
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



Dott. *Giorgio Madrigale*



Il COORDINATORE
Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11950**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

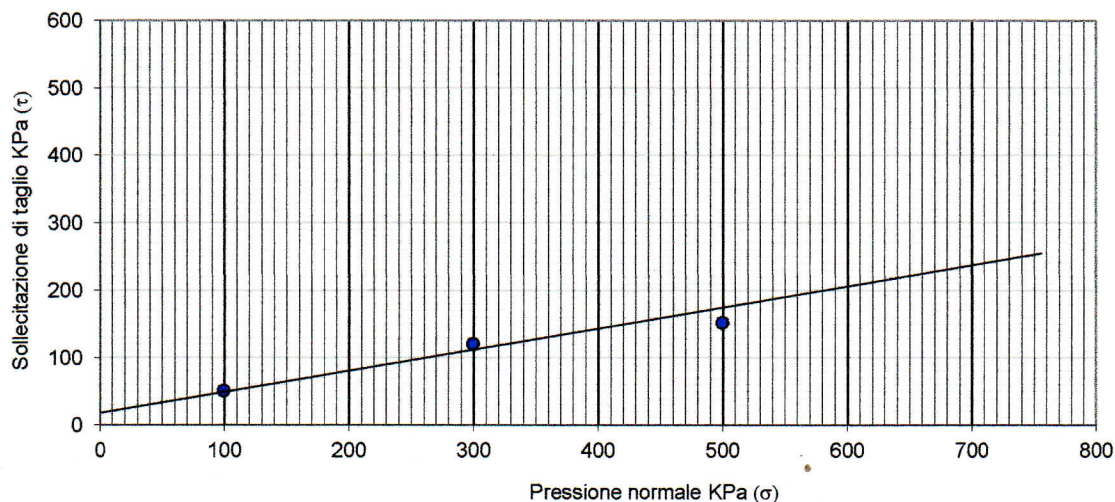
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P16
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,187	0,365	0,689

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	49,8	119,8	151,2

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,83



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

17,9 °

15 KPa

Note:

Don. Gedi Giorgio Madrigale



Alessandro Nicolis
COORDINATORE

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N° **11951**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P17
Profondità prelievo: -2,0 da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

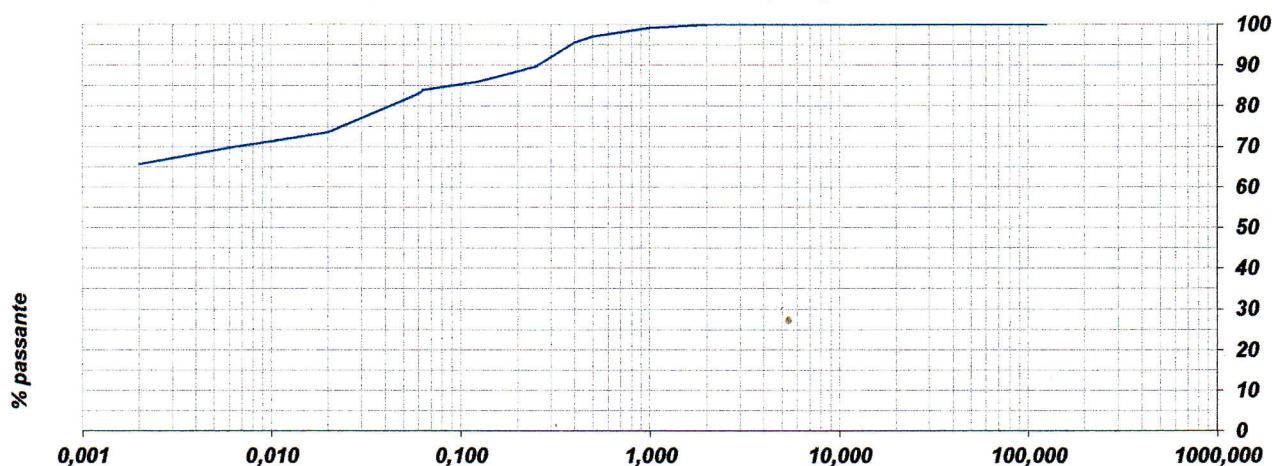
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	100,00
1	99,27
0,5	97,08
0,4	95,62
0,25	89,78
0,125	86,13
0,063	83,94
0,061	83,39
0,020	73,65
0,006	69,82
0,002	65,78

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	57
Limite Plastico	39
Indice Plastico	18
Indice di gruppo	15
CLASSIFICAZIONE	A7-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



Don. Geo. Giorgio Madrigale



COORDINATORE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11952**
Data 09.07.2018

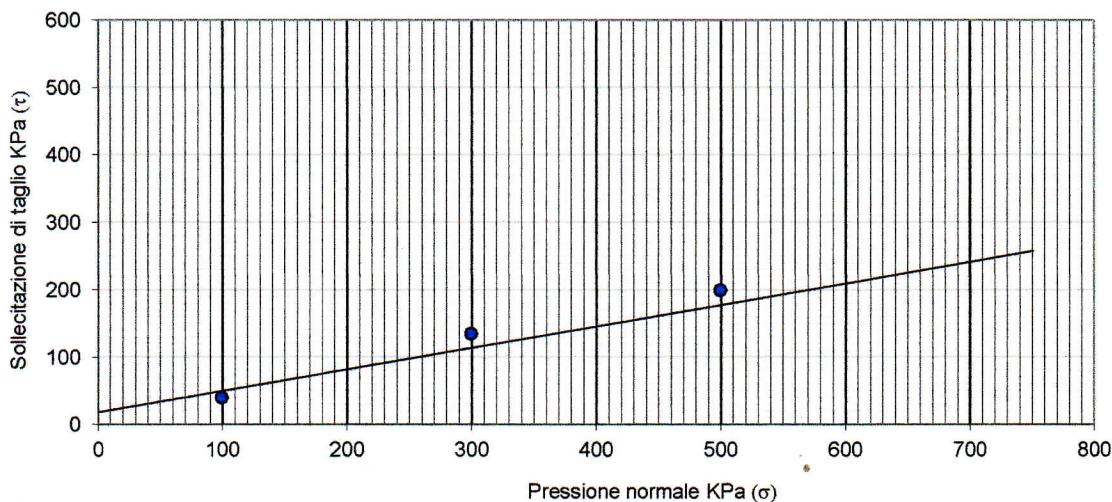
Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P17
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 21/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,156	0,344	0,693

ROTTURA				
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	38,9	133,7	198,4

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Argilla	
Peso di volume (g/cmc)	1,85



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

18,1 °
16 KPa

Note:

Dr. Ing. Giorgio Madrigale



COORDINATORE

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11953**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P18
Profondità prelievo: -1,9 da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

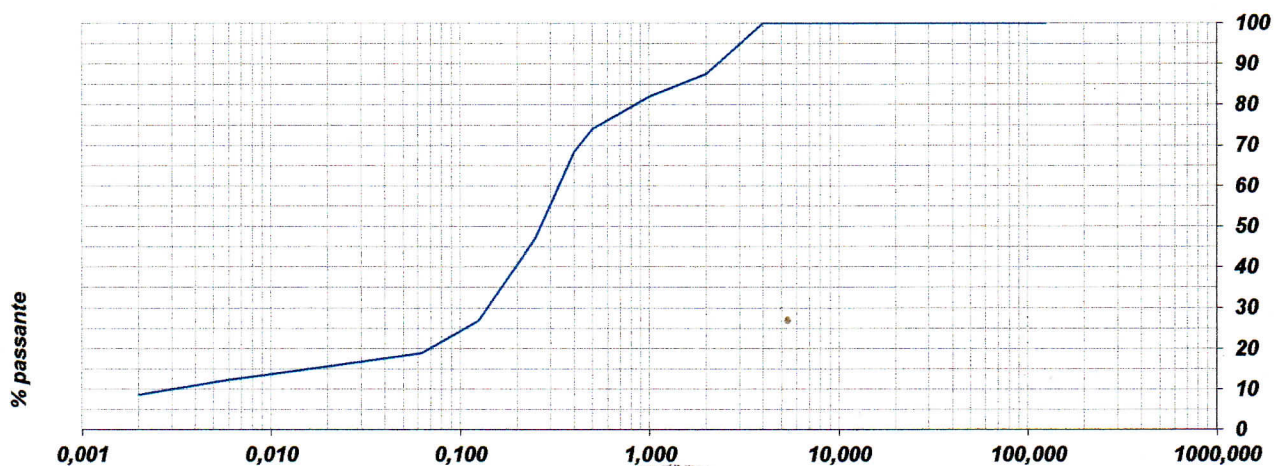
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	87,64
1	82,02
0,5	74,16
0,4	68,54
0,25	47,19
0,125	26,97
0,063	19,10
0,061	18,93
0,020	15,61
0,006	12,33
0,002	8,62

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	21
Limite Plastico	16
Indice Plastico	5
Indice di gruppo	0
CLASSIFICAZIONE	A2-4
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



Geol. Giorgio Madrigale



COORDINATORE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

11954

Certificato N.

Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

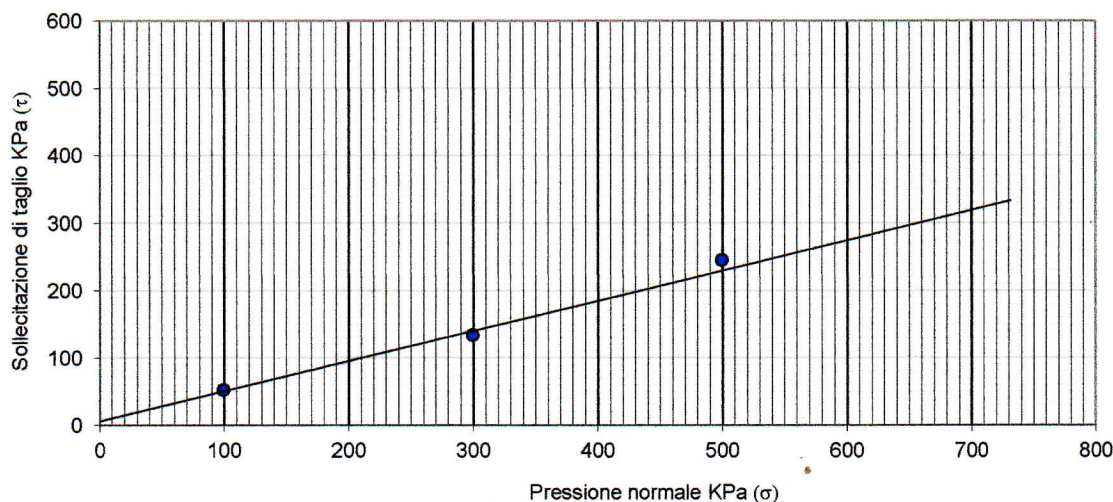
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P18
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,9 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,089	0,124	0,206

ROTTURA				
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	51,5	132,9	244,7

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,77



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

24,3 °

6 KPa

Note:

Dr. Geol. Giorgio Madrigale



COORDINATORE
Dr. Alessandro Melis

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11955**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P19
Profondità prelievo: -2, da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

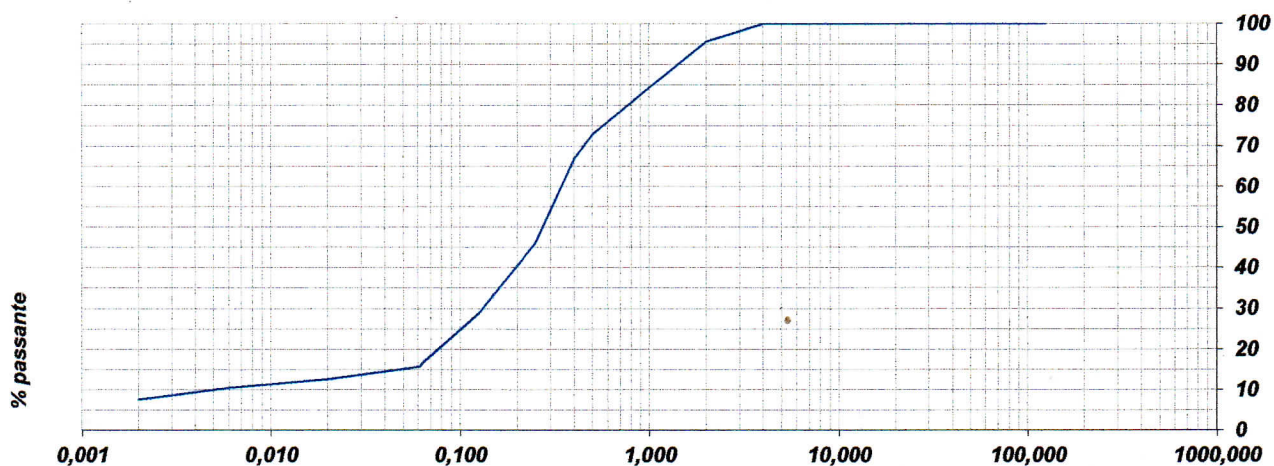
SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	95,65
1	84,35
0,5	73,04
0,4	66,96
0,25	46,09
0,125	28,70
0,063	16,52
0,061	15,73
0,020	12,56
0,006	10,47
0,002	7,62

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	26
Limite Plastico	15
Indice Plastico	11
Indice di gruppo	0
CLASSIFICAZIONE	A2-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Macchigallo



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Giancarlo Nicolis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

11956

Certificato N.

Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

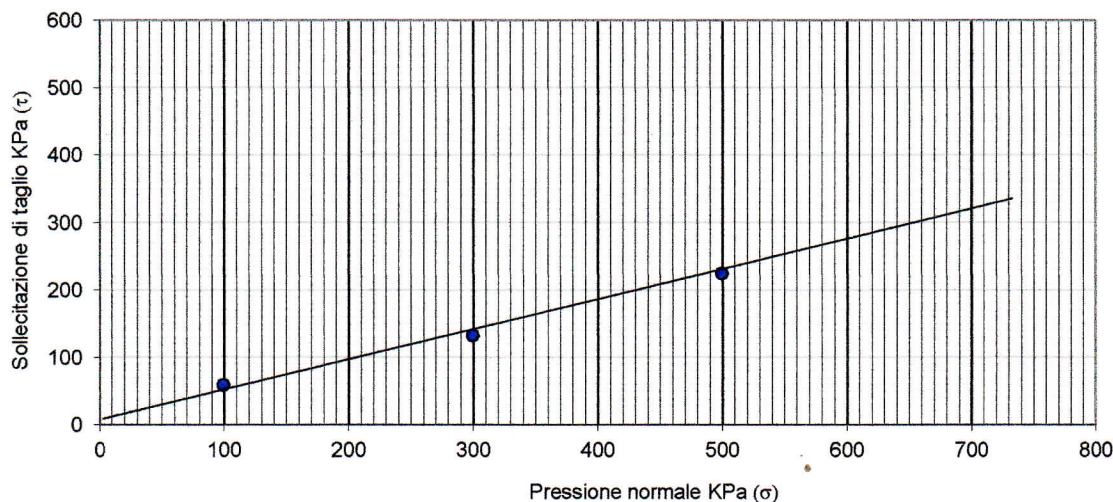
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P19
Profondità campionamento (m da p.c.): -2,0 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,093	0,118	0,197

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	57,6	131,4	224,3

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,75



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

24 °

8 KPa

Note:

Il Tecnico
Dott. Carlo Modigale



Il COORDINATORE
Dott. Carlo Modigale

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

UNI EN 933-1:1999 - ASTM D422-63

Certificato N. **11957**
Data 05/07/2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P20
Profondità prelievo: -1,8 da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

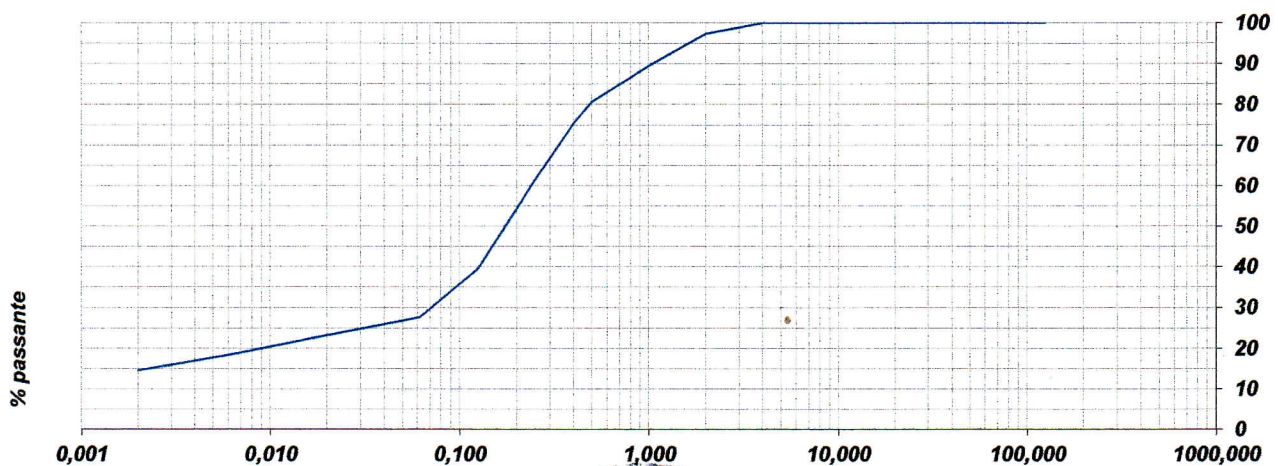
Setacci (mm)	Passante (%)
125	100,00
63	100,00
31,5	100,00
16	100,00
8	100,00
4	100,00
2	97,37
1	89,47
0,5	80,70
0,4	75,44
0,25	61,40
0,125	39,47
0,063	28,07
0,061	27,67
0,020	23,28
0,006	18,41
0,002	14,63

LIMITI DI ATTERBERG

Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014

Limite Liquido	27
Limite Plastico	15
Indice Plastico	12
Indice di gruppo	1
CLASSIFICAZIONE	A2-6
UNI 11531-1:2014	

DIAMETRO DEI GRANI (mm)



[Signature]
Doct. Carlo Giorgio Madrigale



II COORDINATORE
[Signature]
D. Alessandro Melis

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D3080-90

Certificato N. **11958**
Data 06.07.2018

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE - (OR)

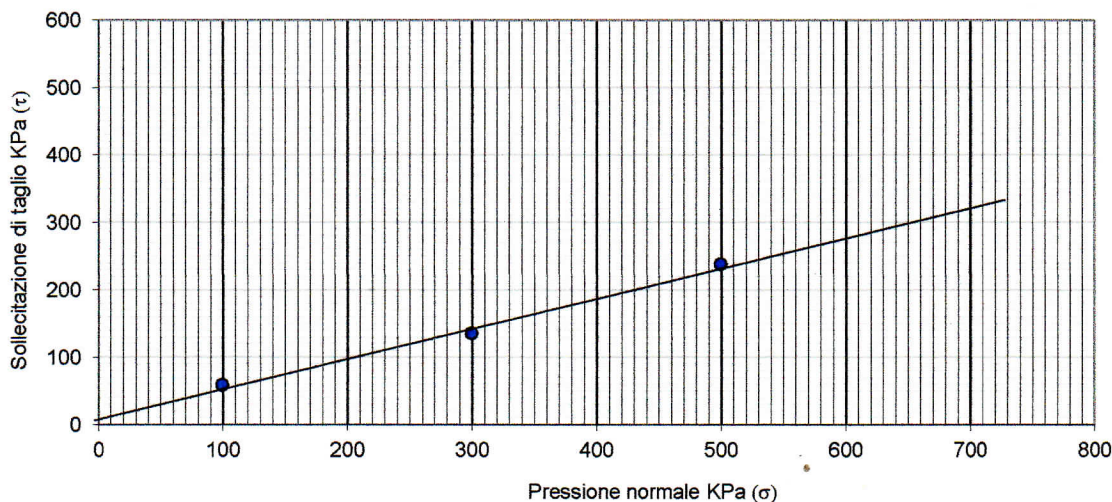
Cantiere: Revisione Distretto 4 di Arborea - Sostituzione reti vetuste

Pozzetto: P20
Profondità campionamento (m da p.c.): -1,8 m da p.c.
Data prelievo: 15/06/2018

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	100	300	500
CEDIMENTO	mm	0,101	0,122	0,207

ROTTURA		1	2	3
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	58,1	134,4	237,2

Tipo campionamento: Campione rimaneggiato ricostruito in laboratorio	
Descrizione: Sabbia limosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,79



Angolo di resistenza al taglio **24,5 °**
Coesione efficace **9 KPa**

Note:

Il TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madigale



Il COORDINATORE
D. Geol. Alessandro Melis