

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei Lavori Pubblici



Ente acque della Sardegna  
Servizio Gestione Sud



Riassetto e risanamento funzionale del canale adduttore principale  
alimentato dai laghi del medio Flumendosa - II° Lotto II° stralcio

Finanziamento L.R. 05.03.2008 n°3 - D.G.R. 32/15 del 04.06.2008 e Decr. Ass. LL.PP. n° 68 dle 07.08.2008

Approvato con det. D. S.IN./LL.PP.  
Prot. 8336 rep. 236 del 07 MAR. 2014

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geologica - geotecnica

Allegato :

16.1

scala:

nome file:  
16.1 Relazione geologica-geotecnica

**Progettisti:**

Ing. Maurizio Meloni  
Geom. Bernardino Pitzalis

**Relazione geologica:**

Dott. ssa Geologo Barbara Mascia

**Collaboratori:**

Ing. Marcello Ligas  
Ing. Simona Solinas

**Il Responsabile del Procedimento**

Ing. Sandra Bachis



**Il Direttore Generale f.f.**

Ing. Franco Ollargiu

**Il Direttore del Servizio Gestione Sud**

Ing. Felice Soda

CAGLIARI, Settembre 2010 - Agg. Dicembre 2012

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
3	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
3.1	Descrizione dell'intervento.....	3
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO.....	4
4.1	Geologia e geomorfologia a scala d'intervento .....	5
4.2	Idrografia e idrogeologia dell'area interessata dal progetto.....	5
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE E RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA .....	6
6	CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI RILEVATI.....	8
6.1	Prove di laboratorio .....	8
6.1.1	Determinazione della massa volumica apparente con paraffinatura (CNR. BU n.63).....	8
6.1.2	Prova di taglio diretto (ASTM D3080 – 90).....	8
6.1.3	Classificazione delle terre (C.N.R. – UNI 10006).....	8
6.1.3.1	Analisi granulometrica per setacciatura (C.N.R. – anno V, n.23 Dic. 1971).....	8
6.1.3.2	Limiti di Atterberg (C.N.R. – UNI 10014) .....	8
6.1.3.3	Classificazione C.N.R. – UNI 10006 .....	9
6.1.4	Resistenza a compressione monoassiale (ASTM D 2938 – 95).....	9
7	DEFINIZIONE E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEI LITOTIPI .....	9
8	CONCLUSIONI.....	12

## ALLEGATI

- CARTA GEOLOGICA E PROFILO LITOLOGICO – scale varie
- STRATIGRAFIE DEI POZZETTI - 1:50
- CERTIFICATI DI LABORATORIO

## 1 PREMESSA

In data 2 novembre 2010 la sottoscritta, Dott.ssa Geol. Barbara Mascia<sup>(1)</sup>, ha ricevuto dall’Ente acque della Sardegna (EnaS), formale incarico per uno studio geologico e geotecnico a corredo del progetto definitivo “Riaspetto e risanamento funzionale del canale adduttore principale alimentato dai laghi del medio Flumendosa – II° Lotto II° stralcio” (Finanziamento L.R. 05.03.2008 n°3 - D.G.R. 32/15 del 04.06.2008 e Decr. Ass. LL.PP. n° 68 dle 07.08.2008).

Scopo della presente relazione è fornire un adeguato inquadramento geologico, geomorfologico e geotecnico dell’area d’imposta del manufatto, con particolare attenzione alle tematiche di seguito elencate:

- individuazione di frane in atto o potenziali;
- presenza di discontinuità tettoniche e loro giacitura;
- situazione idrogeologica.
- natura e potenza dei litotipi *in situ*;
- parametrizzazione dei medesimi mediante prove di laboratorio volte a definirne le proprietà indice e geotecniche;
- definizione di un adeguato modello geologico e geotecnico del sottosuolo.

A tale scopo lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

- acquisizione di dati bibliografici;
- rilevamento *in situ*;
- valutazione dell’impatto dell’opera nel contesto geologico-geomorfologico dell’area;
- realizzazione di n.2 pozzetti geognostici mediante escavatore cingolato;
- campionamento disturbato dei litotipi prevalenti da sottoporre a prove di laboratorio;
- elaborazione dei parametri geotecnici e delle proprietà indice;
- redazione della Relazione Geologica - Geotecnica

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. LL.PP 11 marzo 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- Circolare LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 – Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla 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;
- Delib.G.R. 30 marzo 2004, n. 15/31 - Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del

---

<sup>(1)</sup>Albo Geologi della Regione Sardegna N. 599

DOTT.SSA GEOL. BARBARA MASCIA Viale Monastir, 219- 09122 Cagliari Cell 320 3513099 P.I. 02905170920

territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

- D.M. LL.PP 14 gennaio 2008 - “Nuove norme tecniche sulle costruzioni”;
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni». In tale testo, al paragrafo 2.7, secondo capoverso, si legge quanto segue: “Per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d’uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili. Per tali verifiche si deve fare riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. LL. PP. 14.02.92, per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al D.M. LL. PP. 20.11.87, per le strutture in muratura e al D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici”.

### **3 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 il progetto ricade nel Foglio 547 Sezione 547040 Furtei (*All.12.2 – Carta Geologica e Profilo Litologico*).

Per l’inquadramento geologico regionale si fa riferimento alla Carta Geologica 1:50.00, Foglio 547 “Villacidro” redatta da ISPRA - Progetto CARG - Cartografia geologica e geotematica e alla Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000 redatta a cura del Comitato per il Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotecnica della Sardegna.

#### **3.1 Descrizione dell’intervento**

Per una dettagliata visione dei particolari costruttivi si rimanda agli elaborati tecnici.

L’opera in progetto è ricompresa in un piano di manutenzione straordinaria del Canale Adduttore Principale Flumendosa che si sviluppa, con andamento est-ovest, dallo sbocco della galleria Uvini-Sarais in agro di Siurgus Donigala, dove raccoglie le acque provenienti dallo schema idrico Flumendosa-Campidano-Cixerri, all’invaso di Sa Forada de S’acqua - Casa Fiume in agro di Furtei, da cui si dipartono il sistema di canali che alimenta il Campidano.

Ha una lunghezza complessiva di 18.079 m, ed è suddiviso in tre tronchi della lunghezza rispettivamente di 8.107,55 m, 7.190,95 m e 2.780,55 m, di cui circa 14.185 m a cielo aperto, 769.70 m di ponti canale, 2.157.46 m di gallerie rivestite e 966.84 m di sifone.

Tra la sezione di sbocco della galleria “Uvini-Sarais” e la sezione di imbocco di “Coronas Arrubias”, ha un dislivello di circa 11.88 m ed una pendenza media pari a 0.657 ‰.

L’intervento, afferente al II° Lotto II° stralcio del progetto, riguarda la messa in sicurezza del tratto di canale realizzato con sifone in corrispondenza dello scatolare che convoglia le acque del rio Sa Mela verso l’abitato di Segariu (*All.3 – Planimetria Generale*).

La necessità di realizzare un’opera di mitigazione è scaturita in conseguenza dei danni causati alle canne del sifone dall’alluvione del 04.11.2008 che ha interessato tutto il Medio Campidano e la Marmilla e che, nella fattispecie, ha messo in evidenza l’inadeguato dimensionamento dello scatolare per il sottopasso del corso d’acqua.

In particolare, le acque del rio Sa Mela, non più confinate nel letto del fiume e convogliate solo parzialmente all'interno del sottopasso, hanno prima formato un piccolo invaso a monte delle canne dei sifoni e successivamente hanno scavalcato le stesse causando la locale asportazione del rivestimento in terra che si è rivelato non idoneo a svolgere la funzione di protezione al canale cui era preposto.

Il progetto prevede i seguenti interventi (*All.1.1 – Relazione Tecnico descrittiva e All.7.1 - Opera di messa in sicurezza del sifone di Segariu: planimetria e sezioni*):

- posa di un nuovo rivestimento delle canne del sifone da realizzare con gabbioni a scatola e materassi tipo Reno, per uno sviluppo di circa 80 m, tra monte e valle dell'esistente pozzetto di scarico, finalizzati alla messa in sicurezza delle due tubazioni del Ø 3200 mm in c.a.p. esistenti onde evitare il ripetersi di fenomeni di sifonamento e scalzamento della copertura con conseguente danneggiamento delle tubazioni del sifone.

Le intercapedini tra le tubazioni e le gabbionate laterali, a monte e a valle, nonché tra le canne del sifone, saranno riempite con calcestruzzo magro Rck 100 N/mm<sup>2</sup>;

- ulteriori opere di potenziamento del sottopasso consistenti nella realizzazione, in affiancamento allo scatolare esistente 3,00 x 2,00 m, di due tubazioni in acciaio di Ø 2200 mm e spessore di 30 mm posate con la tecnica dello spingitubo e la realizzazione di due nuovi manufatti in c.a., in corrispondenza dell'imbocco e dello sbocco, finalizzati a favorire il deflusso delle portate convogliate dal rio sa Mela (*All. 7.2 - Opere di adeguamento del sottopasso del rio sa Mela: pianta e sezioni dei manufatti di imbocco e sbocco*), con conseguente mitigazione del rischio connesso ad un eventuale accumulo d'acqua a monte delle canne del sifone.

#### **4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO**

Dal punto di vista geografico l'area ricade in agro di Segariu, in corrispondenza del limite settentrionale della Piana del Campidano al confine con la Marmilla ed il bacino sedimentario della Trexenta.

I litotipi prevalenti nell'area sono connessi ai due cicli sedimentari sintettonici (I e II Ciclo Miocenico) che caratterizzano l'apertura del suddetto bacino in un arco di tempo compreso tra l'Aquitano ed il Langhiano medio. Si tratta generalmente di sequenze di marne siltitico-arenacee e siltiti marnose, arenarie e conglomerati, talora con l'intercalazione di litofacies bio-calcarenitiche e frequente presenza di prodotti effusivi del ciclo calcareo alla base del I ciclo di sedimentazione.

Il litotipo marnoso-arenaceo, che caratterizza il primo ciclo del citato bacino di sedimentazione, è riconducibile alla Formazione della Marmilla (Aquitano – Burdigaliano inf.) e presenta un'elevata componente vulcanoclastica rimaneggiata.

Il rapido alternarsi di livelli marnosi teneri ed erodibili a strati più competenti, arenaceo-conglomeratici, favorisce frequenti fenomeni di erosione differenziale innescati dall'azione degli agenti atmosferici sulle superfici affioranti, che si manifestano soprattutto sulle scarpate sub-verticali, nelle quali non di rado gli strati arenacei e litoidi formano “mensole” aggettanti tra quelli marnosi alterati e dilavati.

Il paesaggio locale è evidentemente condizionato dal massiccio affioramento della suddetta formazione e si caratterizza per l'orografia dolce con versanti ben raccordati al fondovalle da profili concavi a tratti con cenni di gradonatura derivanti, anch'essi, dalla presenza di livelli arenacei più competenti alternati ai teneri litotipi marnosi.

I tratti di fondovalle si caratterizzano per la presenza di litotipi alluvionali a prevalente matrice fine, spesso spiccatamente argillosa, organizzati in più ordini di terrazzi i cui lembi si protraggono, entro le modeste incisioni sottese agli impluvi secondari.

#### **4.1 Geologia e geomorfologia a scala d'intervento**

Gli interventi compresi nel II lotto II stralcio del progetto di risanamento del Canale Adduttore si inseriscono in un'area piuttosto omogenea sia dal punto di vista geomorfologico che litostratigrafico (*All.12.2 - Carta Geologica e Profilo Litologico*).

Si tratta di un ampio fondovalle a morfologia pianeggiante o subpianeggiante, costituito da depositi alluvionali quaternari rappresentati, in particolare, da litologie argilloso-limose e subordinatamente sabbiose, con ciottoli paleozoici e clasti a spigoli smussati di arenaria marnosa siltitica miocenica.

Tali materiali si rinvencono entro un metro di profondità dal piano di riferimento attuale (chiamato in seguito p.r.) (*cfr. Cap.5 – Indagini geognostiche e ricostruzione stratigrafica*) e si presentano talora in forma di grosse zolle dotate di elevata coesione.

Deposito di spessore non elevato, tra 3.00-3.50 metri, e frequentemente di colore nocciola-giallastro, tende al nerastro nelle frazioni torbose anossiche ed è spesso attraversato da striature rossastre e nerastre, rispettivamente per ossidi di Fe e Mn, nonché di precipitati di carbonato di calcio in patine e noduli duri biancastri.

Immediatamente al tetto di tale formazione affiora una coltre di riporto limoso-argilloso-sabbiosa che, disposta a sezione trapezia sopra le canne del sifone, svolge attualmente una insufficiente funzione di protezione alle stesse. Tale copertura, che si estende per alcuni metri dalla base della scarpata, passa lateralmente ad un suolo bruno limoso-sabbioso litologicamente simile al precedente ma *in situ*.

Tali sedimenti lasciano il passo in profondità ad un'arenaria siltitica marnosa miocenica grigiasta, ricca in quarzo miche e minerali femici, a giacitura sub orizzontale, da semilapidea a lapidea. Suddivisa in lastre talora sottili si presenta localmente friabile e scarsamente tenace.

I processi geomorfologici in atto si limitano ad un ruscellamento areale diffuso, caratterizzato comunque da modesta erosione superficiale ad opera delle acque meteoriche stagionali, mentre la degradazione superficiale porta alla formazione di suoli più o meno profondi.

#### **4.2 Idrografia e idrogeologia dell'area interessata dal progetto**

Il reticolo idrografico mostra una geometria semplice con un ridotto numero di aste brevi e rettilinee.

L'area in studio non si discosta dal suddetto pattern, con pochi impluvi scarsamente incisi che confluiscono con pendenze ridotte nei collettori principali in sub-bacini di modesta estensione.

Da segnalare l'importante opera di bonifica idraulica operata nel decennio a cavallo tra gli anni '60 e '70, a seguito della quale sono stati realizzati interventi di regimazione talora finalizzati a garantire l'irrigazione dei campi e favorire lo sviluppo delle aree agricole.

Il corso d'acqua principale ad orientazione NW-SE, denominato rio Sa Mela, si origina in corrispondenza del Monte Piano Lasina Nord Est ad una quota di 323,71 m e si immette nel Rio Lanessi immediatamente alla periferia settentrionale del nucleo urbano di Segariu.

Procedendo verso il comune tale corso d'acqua raccoglie le acque provenienti da modesti impluvi secondari ed in particolare, in destra idrografica, di un piccolo affluente che si immette in loc. Corti Beccia, chiamato Sa Gora su Riu sa Mela e di Sa Gora de Arruinedda, che confluisce nel rio in corrispondenza dello sbocco dell'attuale sottopasso.

In sinistra idrografica si immettono le acque provenienti da Sa Gora de sa Scala Piccia e da Riu di Monti Ollastu.

La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata da falde superficiali di scarsa entità, fatte salve alcune sacche detritiche che svolgono la funzione di acquiferi da poco a mediamente permeabili, sebbene con produttività trascurabile. Localmente, quindi, si potranno avere livelli piezometrici raccordati ad una superficie freatica prossima al piano di campagna, spesso in equilibrio con gli apporti meteorici raccolti negli impluvi.

Le falde profonde, anch'esse discontinue e strettamente legate alla variabilità lateroverticale dei litotipi terziari, sono spesso caratterizzate da un'elevata salinità riconducibile all'ambiente di sedimentazione dei suddetti litotipi.

Nell'area in oggetto la falda freatica, alimentata dal Rio sa Mela, è stata rinvenuta ad una quota compresa tra 3,30 m dal p.r. nel pozzetto P2 e 4,30 m dal p.r. nel pozzetto P1 e denota un andamento sub parallelo alla giacitura delle litologie semilapidee arenaceo marnose.

## **5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA**

Al fine di operare la necessaria caratterizzazione geomeccanica dell'area d'imposta è stata pianificata una campagna d'indagine geognostica, eseguita il 4 novembre 2010, che consentisse di esplorare con sufficiente approssimazione le caratteristiche del terreno sul quale si interverrà con la tecnica dello *spingitubo*.

L'esecuzione tramite escavatore cingolato di due pozzetti (*All.12.2 – Carta Geologica e Profilo Litologico*), denominati P1 e P2, (*Stratigrafie dei pozzetti* allegate), la cui profondità massima raggiunta in fase di scavo è stata pari a circa m 4,50 dal p.r. attuale (P1), ha permesso di indagare, fino ad una profondità sufficientemente rappresentativa, il volume di terreno interessato dall'intervento il quale, come si evince dai log stratigrafici dei pozzetti, si caratterizza per una sostanziale uniformità dei litotipi.

Entrambi i pozzetti hanno messo a giorno, tra 0,50 m dal p.r. (P2) e 0,80 m dal p.r. (P1), un tipico deposito alluvionale medio-fine argilloso-limoso da nocciola giallastro a nero nelle frazioni torbose,

mediamente plastico e molto consistente con rari ciottoli e clasti a spigoli smussati. Procedendo in profondità il materiale si arricchisce in frazione sabbiosa che, in particolare in corrispondenza del pozzetto P1 a 3,40 m dal p.r., a contatto con la frangia capillare, conferisce al deposito una minore coesione con conseguente scavamento delle pareti dello scavo sature d’acqua.

Tra 4,30 m dal p.r. (P1) e 3,30 m dal p.r. (P2), il deposito alluvionale lascia il passo ad un’arenaria siltitica marnosa da semilitoide a litoide grigiastra la cui giacitura suborizzontale rende difficoltoso lo scavo per sezioni troppo ristrette ma che si mostra facilmente *rippabile*, lungo frequenti piani di discontinuità e a tratti tenera e friabile.

Tali livelli sono uniformemente ricoperti da terreno di riporto passante a suolo sabbioso limoso ciottoloso per una potenza variabile da 0,50 metri (P2) a 0,80 metri (P1).

La falda freatica, affiorante tra 3,30 m dal p.r. (P2) e 4,30 m dal p.r. (P1), emerge al contatto tra i materiali coesivi e la roccia semilapidea benché, come precedentemente anticipato, il terreno si presenta saturo da 2,70 m dal p.r. nel P2 e da 3,40 m dal p.r. nel P1.

Dal pozzetto P2, tra 3,30-3,70 m dal p.r., è stato prelevato un campione, contraddistinto con la sigla C1, rappresentativo del litotipo arenaceo semilapideo mentre dal pozzetto P1 sono stati prelevati due campioni denominati C2 e C3, rispettivamente ad una profondità compresa tra 0,80-3,40 m dal p.r. e 3,40-4,30 m dal p.r. corrispondente al litotipo argilloso mediamente consistente.

Le prove geotecniche eseguite, volte a definire proprietà indici e parametri di riferimento dei campioni prelevati *in situ*, sono state eseguite presso il laboratorio ufficiale *Geosystem – Quartucciu (CA)* ed i relativi certificati sono riportati in allegato alla presente.

Al fine di una corretta interpretazione dei risultati è da sottolineare la natura disturbata dei campioni prelevati, condizione ascrivibile prevalentemente alla metodica di prelievo che comunque determina un’influenza non trascurabile sul risultato delle prove di laboratorio previste dal piano delle indagini.

Di seguito si riporta lo schema a consuntivo dei pozzetti realizzati ed i principali litotipi rilevati:

POZZETTO	PROFONDITA' (m)	CAMPIONE
P1	4,50	P1-C2; P1-C3
P2	3,70	P2-C1

LITOTIPO	DESCRIZIONE	P1	P2
		metri da p.r. attuale	
<b>A</b>	Terreno di riporto passante a suolo sabbioso limoso	0,00	0,00
<b>B</b>	Argilla limosa a tratti sabbiosa mediamente poco compressibile con clasti e ciottoli < 2cm	0,50	0,80
<b>C</b>	Roccia sedimentaria da semilapidea a lapidea	4,30	3,30



## **6 CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI RILEVATI**

La campagna di indagini ha consentito, oltre al riconoscimento dei litotipi, anche la definizione dei principali parametri geotecnici che li caratterizzano mediante le seguenti prove in laboratorio.

### **6.1 Prove di laboratorio**

#### **6.1.1 Determinazione della massa volumica apparente con paraffinatura (CNR. BU n.63)**

La teoria di calcolo della portanza necessita della conoscenza della massa volumica naturale del terreno di fondazione. Si è disposto, quindi, affinché la determinazione avvenisse mediante la paraffinatura di 3 campioni, consistenti in aggregati coesivi, e la successiva pesata idrostatica dalla quale sono state ricavate le rispettive masse volumiche, successivamente mediate nel dato finale riportato nel consuntivo dei parametri.

#### **6.1.2 Prova di taglio diretto (ASTM D3080 – 90)**

Allo scopo di rilevare i valori di angolo di attrito interno  $\phi$  e coesione  $c$ , il campione è stato sottoposto ad una prova di taglio diretto con Apparecchio di Casagrande. Come previsto dalla normativa (ASTM) il campione è stato vagliato allo scopo di escludere i granuli aventi  $\phi > 0,5$  mm (pari a 1/12 del lato interno della Scatola di Casagrande) e riportato all'originario valore di peso di volume su banco di consolidazione. La determinazione dei parametri è stata ottenuta mediante l'interpolazione dei carichi  $\sigma - \tau$  sul piano di Mohr-Coulomb.

#### **6.1.3 Classificazione delle terre (C.N.R. – UNI 10006)**

##### **6.1.3.1 Analisi granulometrica per setacciatura (C.N.R. – anno V, n.23 Dic. 1971)**

Per valutare nel dettaglio la composizione granulometrica del campione è stata condotta, un'analisi per setacciatura. La prova consiste nella vagliatura del campione attraverso una pila di setacci con maglie a passo decrescente e la successiva pesatura del trattenuto di ciascun vaglio, che conduce alla determinazione del peso della frazione passante per il vaglio precedente espresso in percentuale. I risultati vengono poi inseriti su un diagramma semi-logaritmico ( $\log \Phi - \% \text{ passante}$ ) sul quale si genera una curva granulometrica che esprime la distribuzione percentuale dei sedimenti esaminati.

##### **6.1.3.2 Limiti di Atterberg (C.N.R. – UNI 10014)**

I limiti di consistenza o di Atterberg definiscono la variazione delle proprietà meccaniche di un terreno in funzione del suo contenuto d'acqua ( $w$  %). Nella fattispecie, sono stati determinati, come richiesto dalla UNI-C.N.R. 10006, il limite liquido ( $W_L$ ) ed il limite plastico ( $W_P$ ) dei campioni. Il primo segna il contenuto d'acqua al passaggio fra lo stato fluido e lo stato plastico del campione, il secondo fra lo stato plastico e quello semisolido o pulverulento.

I due limiti possono essere posti in relazione tra loro ricavando l'indice di plasticità

$$I_p = W_L - W_p$$

il quale definisce l'intervallo di umidità entro il quale il campione si mantiene plastico.

#### 6.1.3.3 Classificazione C.N.R. – UNI 10006

La classificazione UNI-CNR 10006 si fonda sull'analisi granulometrica e sulla determinazione dei limiti di consistenza del campione, sintetizzati attraverso l'indice di gruppo (IG):

$$I_G = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

Dove:

- $a$  = passante al setaccio 200 ASTM meno 35 (val. max = 40);
- $b$  = passante al setaccio 200 ASTM meno 15 (val. max = 40);
- $c = W_L - 40$  (min = 0, max = 40);
- $d = I_p - 10$  (min = 0, max = 20).

#### 6.1.4 Resistenza a compressione monoassiale (ASTM D 2938 – 95)

La prova deve essere eseguita su provini cilindrici ottenuti con operazioni di carotaggio, taglio e rettifica da spezzoni di carota o da campioni di forma irregolare in accordo allo standard ASTM D 4543 - 85 (91) - Standard Practice for Preparing Rock Core Specimens and Determining Dimensional and Shape Tollerances. I provini avranno diametro non inferiore a 10 volte la dimensione massima dei grani costituenti la roccia e comunque non inferiori a 50 mm, con rapporto altezza/diametro compreso tra 2 e 3. La superficie laterale dei provini deve essere liscia e priva di irregolarità superiori a 0,5 mm e le facce laterali devono essere perpendicolari all'asse del provino con tolleranza massima di 0,25°. Il campione così preparato viene portato a rottura impiegando una pressa idraulica di adeguata rigidità e capacità di carico, in ogni caso non inferiore a 1500 kN, ed incrementando la pressione applicata con continuità ad una velocità di applicazione costante. La velocità di incremento del carico sarà scelta in modo che il campione giunga a rottura in un tempo compreso tra 2 e 15 min.

## 7 DEFINIZIONE E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEI LITOTIPI

Sulla scorta delle indagini *in situ* e delle prove di laboratorio sono stati distinti tre litotipi caratterizzanti l'area in studio.

### Litotipo A - Terreno di riporto e suolo

Si tratta di un terreno di riporto, talora antropico, passante a suolo sabbioso-limoso, con pochi ciottoli e clasti. Lo spessore rilevato durante le indagini è compreso fra 0,50 e 0,80 metri dal p.r., rispettivamente nel pozzetto P2 e nel P1. I parametri geotecnici caratteristici riportati in Tabella n.1 sono stati desunti da letteratura, secondo stime cautelative:

Massa Volumica Apparente $\gamma_{nat}$ (kg/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito interno ( $\varphi^\circ$ )	Coesione drenata $C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1400	20	0,00

Tabella n.1

**Litotipo B - Depositi alluvionali**

Argilla limoso sabbiosa con ciottoli paleozoici e clasti a spigoli arrotondati di arenaria siltitica e deposizioni carbonatiche biancastre. Mediamente plastico e coesivo, tenace allo stato umido. Da debolmente permeabile nelle frazioni più sabbiose a impermeabile nei termini schiettamente argillosi. Facilmente scavabile e dotato di buon autosostegno delle pareti verticali. Di seguito si riportano i parametri caratteristici ricavati dalle prove di laboratorio (Tabella n.2 e 3)

CAMPIONE N°	Umidità naturale W(%)	Massa Volumica Apparente $\gamma_{nat}$ (kg/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito interno ( $\varphi^\circ$ )	Coesione non drenata $C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )
P1C2		1929,5		
P1C3	26,20	1919,4	23,75	0,21

Tabella n.2

CAMPIONE N°	CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006						Gruppo
	Contenuto in ghiaia (2mm < $\Phi$ < 100mm)	Contenuto in sabbia (0,075mm < $\Phi$ < 2mm)	Contenuto in limo e argilla ( $\Phi$ < 0,075mm)	Limite Liquido $W_L$ (%)	Liquido Plastico $W_P$ (%)	Indice Plastico $I_P$	
P1C2	27,57	27,76	44,67	39	18	21	A6
P1C3	20,31	31,06	51,37	38	17	21	

Tabella n.3

Le prove effettuate sui campioni prelevati dal pozzetto P2 hanno prodotto risultati di poco difforni che consentono di definire analoghe le litologie indagate.

In particolare, si osserva che la percentuale in ciottoli decresce con la profondità mentre aumenta il tenore in sabbia benché le variazioni siano pressoché trascurabili ai fini di una differente ripercussione sul comportamento meccanico dei materiali.

Preponderante in entrambi i campioni è invece la frazione fine che, oscillando tra il 44, 67% nel P1C2 ed il 51,37% nel P1C3, si pone ben oltre il limite del 35 % imposto dalla classificazione CNR UNI 10006 per distinguere le terre limo-argillose da quelle ghiaio-sabbiose.

In riferimento al campione C3 la percentuale d'acqua rilevata, attestandosi tra il 38% di  $W_L$  ed il 17% di  $W_P$ , indica un terreno dotato di consistenza il cui valore può essere meglio rappresentato dall'*indice di consistenza* definito come segue

$$(I_c) = (W_L - W_N)/I_P \text{ dove:}$$

$W_L$  = limite liquido

$W_N$  = contenuto d'acqua naturale

$I_p$  = indice plastico =  $W_L - W_P$

$W_P$  = limite plastico

Da cui avremo  $W_N \leq W_P \rightarrow (I_C) \geq 1$  Terreno molto consistente

$W_N \geq W_L \rightarrow (I_C) \leq 0$  Terreno inconsistente

Il parametro complementare all'indice di consistenza è rappresentato dall'*indice di liquidità* definito come:

$$(I_L) = (W_N - W_P) / I_p = 1 - I_C$$

Ne consegue che un terreno molto consistente presenta un indice di liquidità negativo.

Nel caso specifico, per il campione P1C3 si ottengono i valori riportati nella Tabella n.4 i quali possono essere estesi al campione P1C2 ed al primo strato di terreno rinvenuto nel pozzetto P2 ad una profondità compresa tra 0,50-3,30 metri dal p.r.

P1C3	
$I_C$	$I_L$
0,56	0,44

Tabella n.4

Si evince che il materiale campionato, ascrivibile al gruppo A6 nella classificazione CNR UNI 10006, è discretamente consistente e poco compressibile.

Presenta scarsa capacità portante ed essendo fortemente igroscopico è tendenzialmente soggetto a fenomeni di rigonfiamento e ritiro.

L'angolo d'attrito e il valore di coesione rilevati sono altresì compatibili con i dati precedenti, identificando un materiale argilloso dotato di buona coesione ma scarsa componente attritiva.

#### **Litotipo C - Arenaria siltitica marnosa**

Roccia sedimentaria, da semilapidea a lapidea, costituita da sabbie fini e subordinati ciottoli millimetrici. Litotipo praticamente incompressibile, da poco permeabile a impermeabile, complessivamente con buone proprietà geomeccaniche.

Facilmente scavabile nella frazione più alterata o meno cementata è progressivamente più tenace con la profondità.

La caratteristica di fragilità che contraddistingue le frazioni più marnose, accompagnata alla tipica fissilità di questa roccia, ha reso particolarmente difficoltosa la realizzazione dei provini sui quali effettuare la prova di compressione.

La variabilità nelle caratteristiche geomeccaniche ha trovato conferma nei dati in uscita (Tabella n.5) che si presentano dispersi oscillando tra un valore minimo di 38,50 MPa ed uno massimo di 59,46 MPa, il quale se non può certo ritenersi elevato in senso assoluto, è comunque congruente rispetto ad altri valori registrati su materiali analoghi campionati in aree limitrofe.

CAMPIONE N°	Id provino	Massa Volumica Apparente $\gamma_{\text{nat}}$ (kg/m <sup>3</sup> )	Resistenza Unitaria MPa
P2C1	1a	2419,4	50,62
	1b	2358,6	59,46
	1c	2388,3	38,50
	1d	2358,6	39,62

Tabella n.5

Ai fini dell'intervento in progetto si ritiene più cautelativo prendere in considerazione il valore massimo ottenuto corrispondente a 59,46 MPa.

## 8 CONCLUSIONI

I danni causati dall'alluvione del 04.11.2008 alle canne del sifone del Canale Adduttore Principale Flumendosa in agro di Segariu, hanno messo in evidenza le carenze dimensionali dello scatolare all'interno del quale vengono convogliate le acque del rio Sa Mela che interferisce ortogonalmente con la struttura.

L'esigenza di mantenere in esercizio il Canale Adduttore, ed al contempo operare il necessario potenziamento del sottopasso, hanno determinato la scelta di realizzare due nuove tubazioni in acciaio del Ø 2200 mm e spessore di 30 mm con la tecnica dello spingitubo da affiancare allo scatolare esistente 3,00 x 2,00 m.

Al fine di fornire le adeguate conoscenze stratigrafiche dell'area d'imposta del manufatto è stata realizzata una campagna geognostica consistita nella realizzazione di due pozzetti denominati P1 e P2, ubicati rispettivamente in prossimità della sezione di imbocco e di sbocco dell'attuale canale, che hanno consentito la ricostruzione di un adeguato modello geologico e geotecnico di riferimento.

Nella sezione litologica riportata nell'*All.12.2 – Carta Geologica e Profilo Litologico* è possibile osservare che l'intervento interesserà principalmente terreni coesivi facilmente scavabili e solo subordinatamente l'arenaria siltitica marnosa.

In particolare, la successione stratigrafica del pozzetto P2 ha messo in evidenza che in corrispondenza della sezione d'imbocco saranno attraversate litologie ascrivibili alle terre per uno spessore pari a circa 3,30 m e solo per circa 0,20 metri la roccia da semilapidea a lapidea, mentre in corrispondenza della sezione di sbocco il pozzetto P1 consente di prevedere il solo attraversamento delle argille-limose con poco scheletro.

E' altresì evidente che lo spessore di roccia da attraversare sarà proporzionale alle dimensioni della camera di spinta da realizzare e del primo anello di tubo (“scudo”) la cui messa in esercizio, che precede l'inserimento del tubo camicia contenente il tubo di impianto in progetto, consentirà di contrastare le spinte del terreno soprastante.

In entrambi i pozzetti è stata rivenuta la falda freatica la cui quota è di circa 3,30 m dal p.r. nel P2 e 4,30 m dal p.r. nel P1; si ricava che solo in corrispondenza della sezione d'imbocco, dove il fondo del canale si

attesta a circa 3,45 m, si dovrebbe avere interferenza con la tavola d'acqua.

Non si ravvisano particolari problematiche connesse alla realizzazione dell'intervento fatte salve le necessarie opere provvisorie per l'esecuzione dei lavori in asciutto ed in completa sicurezza.

La messa in opera delle gabbionate e dei materassi tipo Reno a protezione delle canne del sifone dovrà essere effettuata in ottemperanza alle linee guida emanate dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nel rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 Settembre 2005 ed in coerenza le altre normative europee riguardanti l'utilizzo di questi materiali.

In particolare, in riferimento al materiale di riempimento, sarà cura della Direzione Lavori accertare che il pietrame di cava sia sufficientemente duro, di elevato peso specifico, di natura non geliva e non soggetto a degradazione ad opera degli agenti esogeni con i quali verrà a contatto.

Dovrà essere eterometrico, con dimensioni comprese fra 100 e 150% rispetto alla maggiore dimensione della maglia della rete, al fine di garantire un elevato grado di compattazione ed un indice di porosità compreso tra 0,3 e 0,4 (*Capitolato speciale d'appalto-Norme Tecniche ANAS - Ente Nazionale per le Strade*).

Come previsto anche nell'*All.1.1 Relazione Tecnico-Descrittiva*, l'intervento dovrà essere realizzato per brevi tratte ( $\leq 20,00$  m) al fine di consentire un costante monitoraggio finalizzato a garantire la stabilità dell'intera struttura e la sicurezza degli operatori.

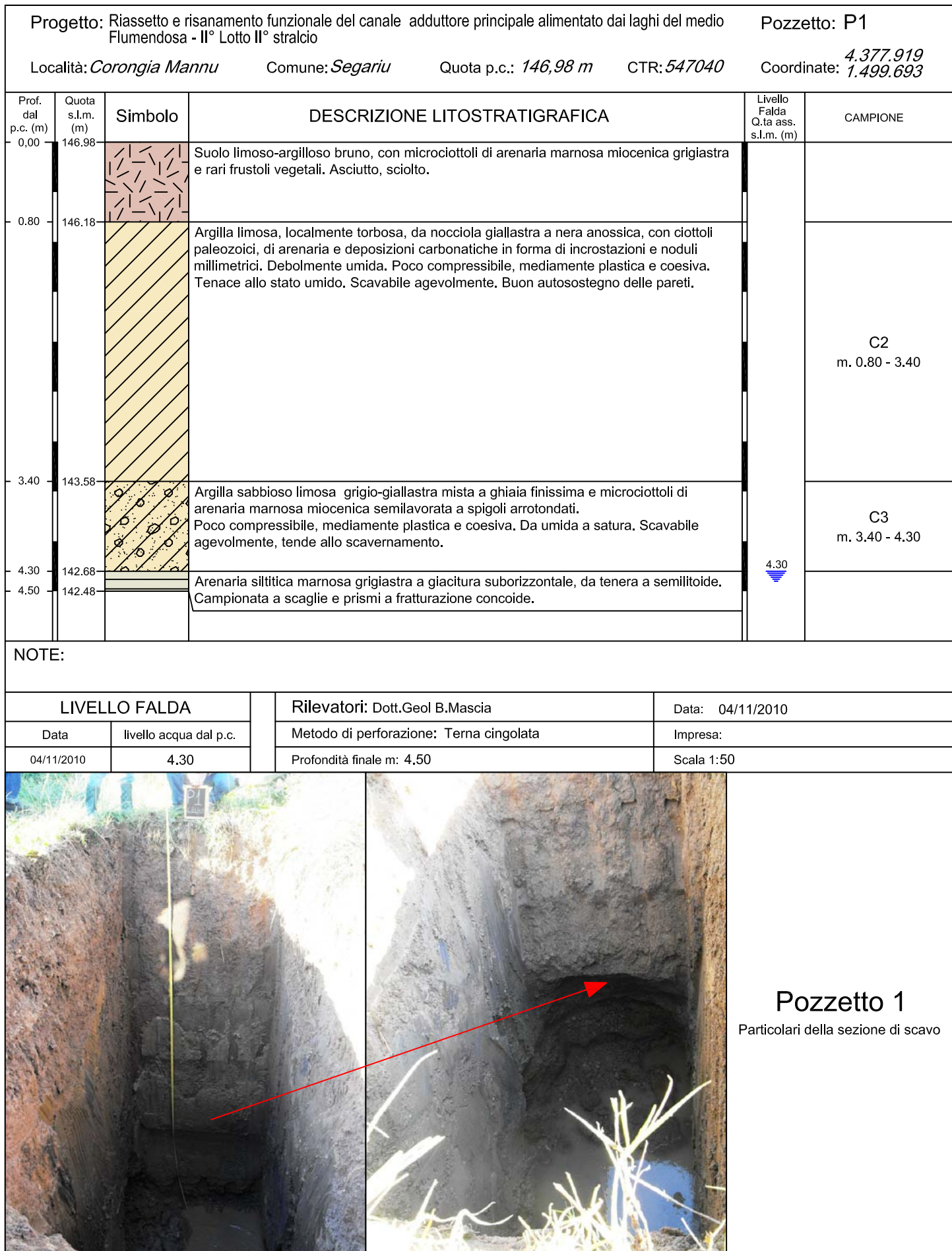
*Si rammenta che il modello geotecnico descritto nella presente è frutto di indagini puntuali che, per quanto approfondite, incorporano errori ed approssimazioni difficilmente quantificabili. La definizione del suddetto modello, pertanto, andrà continuamente affinata in corso d'opera adottando, se necessario, correttivi e varianti al progetto che possano migliorarne l'efficacia e l'aderenza al contesto che si andrà a rilevare a cantiere aperto.*

Cagliari, 16.12.2010

**Il geologo**

Barbara Mascia

## ALLEGATI





Progetto: Riassetto e risanamento funzionale del canale adduttore principale alimentato dai laghi del medio Flumendosa - II° Lotto II° stralcio

Pozzetto: P2

Località: *Corongia Mannu*

Comune: *Segariu*

Quota p.c.: *147,07 m*

CTR: *547040*

Coordinate: *4.377.898*  
*1.499.704*

Prof. dal p.c. (m)	Quota s.l.m. (m)	Simbolo	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA	Livello Falda Q.ta ass. s.l.m. (m)	CAMPIONE
0,00	147,07		Terreno di riporto sabbioso limoso bruno misto a poco materiale antropico. Asciutto, sciolto.		
0,50	146,57		Argilla limosa nocciola giallastra con ciottoli paleozoici, di arenaria e deposizioni carbonatiche in forma di incrostazioni e noduli da pochi mm a 1cm. Asciutta. Poco compressibile, mediamente plastica e coesiva. Tenace allo stato umido. Scavabile agevolmente. Buon autosostegno delle pareti.		
2,30	144,77		Argilla sabbioso limosa grigio-giallastra con rari microciottoli carbonatici. Poco compressibile, mediamente plastica e coesiva. Da umida a satura. Scavabile agevolmente. Buon autosostegno delle pareti.		
3,30	143,77		Arenaria siltitica marnosa grigiasta a giacitura suborizzontale, da semilitoide a litoide. Campionata a scaglie e prismi a fratturazione concoide.		
3,70	143,37				C1 m. 3.30 - 3.70

NOTE:

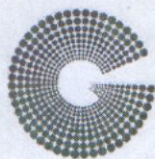
LIVELLO FALDA		Rilevatori: Dott.Geol B.Mascia	Data: 04/11/2010
Data	livello acqua dal p.c.	Metodo di perforazione: Terna cingolata	Impresa:
04/11/2010	3.30	Profondità finale m: 3.70	Scala 1:50



**Pozzetto 2**

Particolari della sezione di scavo



**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU /CA) - TEL 070 852509 - FAX 070 852424  
E mail: geosystemca@yahoo.it - www.geosystem.ca.it

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

(Art. 20 della L. 1086 del 05.11.71)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 54313 del 19.12.05

PROVE GEOTECNICHE

(Settore a Circ. N. 349/STC del 16.12.99)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 52487 del 11.10.04

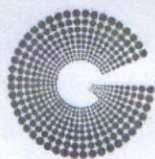
V.D.A. N°	2317/1	DEL	04/11/10	CAMPIONE	P2 C1
COMMITTENTE	Dott.Geol. Mascia Barbara			DATA PRELIEVO	04/11/10
CANTIERE	Segariu - Canale adduttore			DATA PROVA	18/11/10
CERTIFICATO N.	024027	DEL	22 NOV. 2010		

**PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE SU CAROTE DI ROCCIA**  
**(ASTM D2938-95)**

Identificativo	Profondità	Dimensioni (mm)		Umidità	G.Saturaz.	Massa volumica	Res.Unit.	NOTE
	m	Diametro	Altezza	%	%	Kg/m <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
1a	3,30-3,70m	74,0	75,0	\	\	2419,4	50,62	provino frantumato
1b	3,30-3,70m	74,0	72,0	\	\	2358,6	59,46	provino frantumato
1c	3,30-3,70m	74,0	75,0	\	\	2388,3	38,50	provino frantumato
1d	3,30-3,70m	74,0	72,0	\	\	2358,6	39,62	provino frantumato
\	\	\	\	\	\	\	\	\
\	\	\	\	\	\	\	\	\
\	\	\	\	\	\	\	\	\
\	\	\	\	\	\	\	\	\

**Attrezzatura di Prova :** Pressa 3000 KN Controls, Unità di Comando MCC88 Controls, bilancia, calibro,**Velocità di prova :** 0,50 (N/mm<sup>2</sup>)/sec**Note :** Campioni consegnati a cura del CommittenteIL TECNICO  
P.M. Roberto AsteIL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis





# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA) - TEL 070 852509 - FAX 070 852424  
E mail: geosystemca@yahoo.it - www.geosystem.ca.it

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

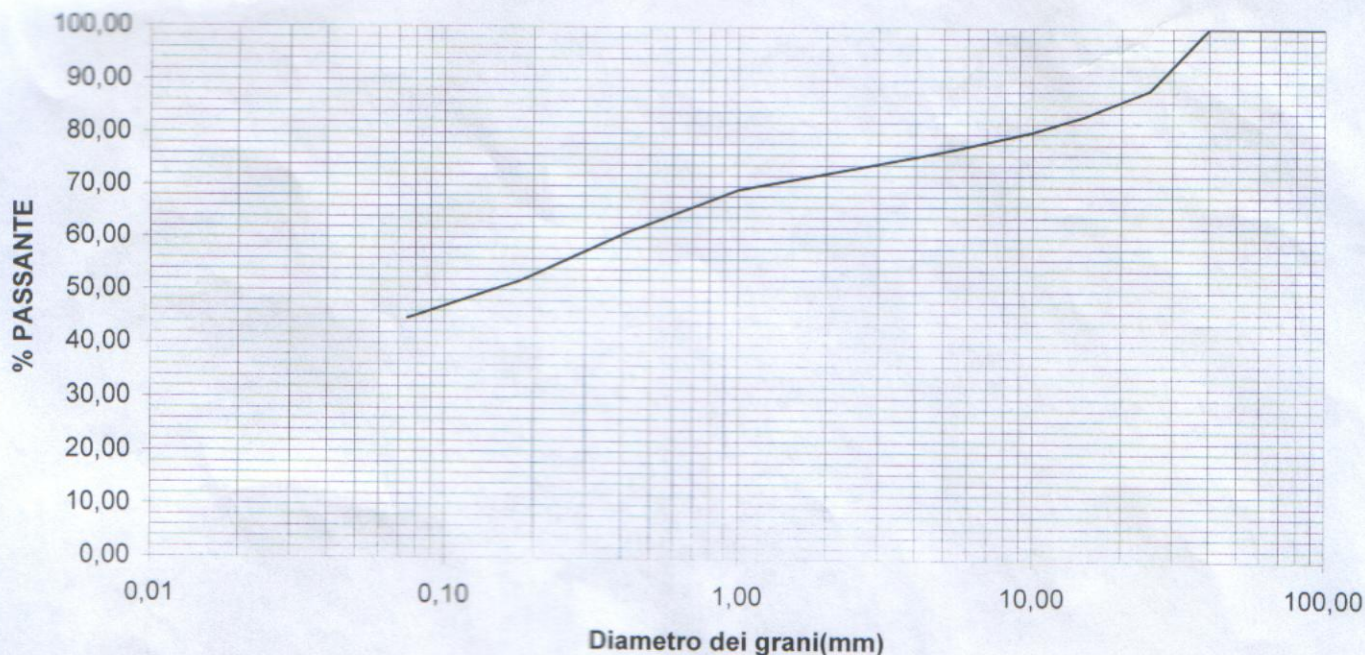
(Art. 20 della L. 1086 del 05.11.71)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 54313 del 19.12.05

PROVE GEOTECNICHE

(Settore a Circ. N. 349/STC del 16.12.99)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 52487 del 11.10.04

V.D.A. N.	2317/2	DEL	04/11/10	POZZETTO	P1
COMMITTENTE	Dott. Geol. Barbara Mascia			CAMPIONE	C2
CANTIERE	Segariu - Canale adduttore			UBICAZIONE	(0,80-3,40)m
				Data prelievo	04/11/10
CERTIFICATO N°	024028	DEL	22 NOV. 2010	Data prova	18/11/10

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA		LIMITI DI ATTERBERG	
Boll. Uff. C.N.R. - Anno v, n.23 -14 Dic 1971		Boll. Uff. C.N.R. - UNI 10014	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	39
100	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	18
71	100,00	INDICE PLASTICO	21
60	100,00	INDICE DI GRUPPO	5
40	100,00	CLASS. UNI-CNR 10006	A6
25	88,33	Peso Specifico KN/m3	/
15	83,48	Umidità naturale (%)	/
10	80,47		
5	76,68		
2	72,43		
1	69,32		
0,42	61,18		
0,18	51,77		
0,075	44,67		

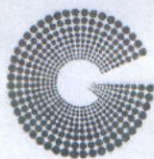


NOTE: Campioni consegnati a cura del Committente

IL TECNICO  
P.M. Roberto Aste

IL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis



**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA) - TEL 070 852509 - FAX 070 852424  
E mail: geosystemca@yahoo.it - www.geosystem.ca.it

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

(Art. 20 della L. 1086 del 05.11.71)

Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 54313 del 19.12.05

PROVE GEOTECNICHE

(Settore a Circ. N. 349/STC del 16.12.99)

Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 52487 del 11.10.04

V.D.A. N.	2317/2	DEL	POZZETTO	P1
COMMITTENTE	Dott. Geol. Mascia Barbara		CAMPIONE	C2
CANTIERE	Segariu - Canale Adduttore		PROFONDITA'	(0,80-3,40)m
CERTIFICATO N.	024029	DEL 22 NOV. 2010	Data prelievo	04/11/10
			Data prova	17/11/10

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE**

(CNR Anno VII n. 40-1973)

Il volume del conglomerato viene misurato mediante pesata in acqua a temperatura ambiente dopo aver provveduto ad impermeabilizzare il provino con paraffina.

UMIDITA' NATURALE

\

%

PESO DI VOLUME NATURALE

1929,5

Kg/m<sup>3</sup>

NOTE: Campione consegnato a cura del Committente

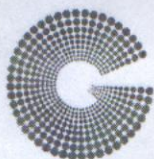
**IL TECNICO**

P.M. Roberto Aste

**IL DIRETTORE**

Dott. Geol. Guido Demontis





# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA) - TEL 070 852509 - FAX 070 852424  
E mail: geosystemca@yahoo.it - www.geosystem.ca.it

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

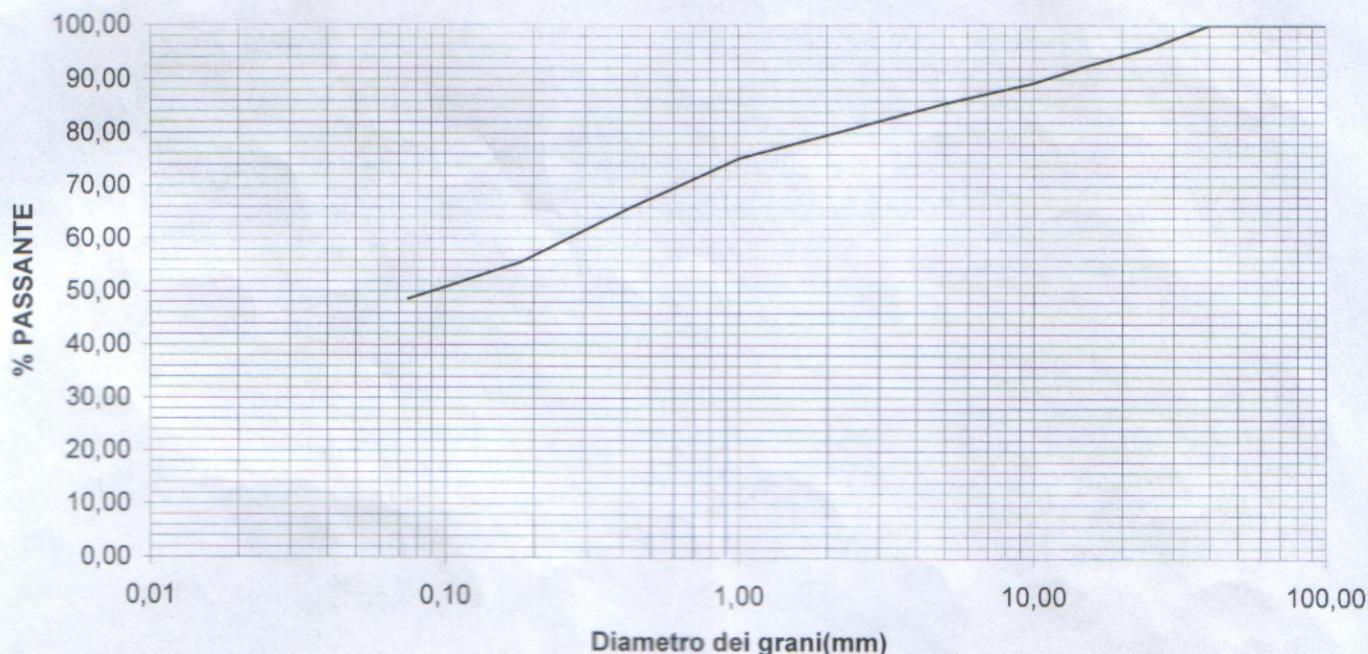
(Art. 20 della L. 1086 del 05.11.71)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 54313 del 19.12.05

PROVE GEOTECNICHE

(Settore a Circ. N. 349/STC del 16.12.99)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 52487 del 11.10.04

V.D.A. N.	2317/3	DEL	04/11/10	POZZETTO	P1
COMMITTENTE	Dott. Geol. Barbara Mascia			CAMPIONE	C3
CANTIERE	Segariu - Canale adduttore			UBICAZIONE	(3,40-4,30)m
CERTIFICATO N°	024030	DEL	22 NOV. 2010	Data prelievo	04/11/10
				Data prova	18/11/10

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA		LIMITI DI ATTERBERG	
Boll. Uff. C.N.R. - Anno v, n.23 -14 Dic 1971		Boll. Uff. C.N.R. - UNI 10014	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	38
100	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	17
71	100,00	INDICE PLASTICO	21
60	100,00	INDICE DI GRUPPO	6
40	100,00	CLASS. UNI-CNR 10006	A6
25	95,80	Peso Specifico KN/m3	/
15	92,45	Umidità naturale (%)	/
10	89,33		
5	85,58		
2	79,69		
1	75,32		
0,42	65,83		
0,18	55,64		
0,075	48,63		

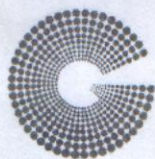


NOTE: Campioni consegnati a cura del Committente

IL TECNICO  
P.M. Roberto Aste

IL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis





# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA) - TEL 070 852509 - FAX 070 852424  
E mail: geosystemca@yahoo.it - www.geosystem.ca.it

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

(Art. 20 della L. 1086 del 05.11.71)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 54313 del 19.12.05

PROVE GEOTECNICHE

(Settore a Circ. N. 349/STC del 16.12.99)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 52487 del 11.10.04

V.D.A. N.	2317/3	DEL	POZZETTO	P1
COMMITTENTE	Dott. Geol. Mascia Barbara		CAMPIONE	C3
CANTIERE	Segariu - Canale Adduttore		PROFONDITA'	(3,40-4,30)m
CERTIFICATO N.	024031	DEL 22 NOV. 2010	Data prelievo	04/11/10
			Data prova	17/11/10

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE

(CNR Anno VII n. 40-1973)

Il volume del conglomerato viene misurato mediante pesata in acqua a temperatura ambiente dopo aver provveduto ad impermeabilizzare il provino con paraffina.

UMIDITA' NATURALE

\ %

PESO DI VOLUME NATURALE

1919,4 Kg/m<sup>3</sup>

NOTE: Campione consegnato a cura del Committente

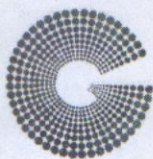
IL TECNICO

P.M. Roberto Aste

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis



**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA) - TEL 070 852509 - FAX 070 852424  
E mail: geosystemca@yahoo.it - www.geosystem.ca.it

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

(Art. 20 della L. 1086 del 05.11.71)

Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 54313 del 19.12.05

PROVE GEOTECNICHE

(Settore a Circ. N. 349/STC del 16.12.99)

Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 52487 del 11.10.04

V.D.A. N.	2317/3	DEL	04/11/10	SONDAGGIO	P1
COMMITTENTE	Dott. Geol. Mascia Barbara			CAMPIONE	C3
CANTIERE	Segariu-Canale adduttore			PROFONDITA'	3,40-4,30m
CERTIFICATO	024032	DEL	22 NOV. 2010	Data prelievo	04/11/10
				Data prova	11/11/10

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(Apparecchio di Casagrande) ASTM D3080-90

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE : Argilla rimaneggiata, in zolle

STATO DEL CAMPIONE Parzialmente ricostruito

VELOCITA'DI PROVA: 0,40 mm/min

## CARATTERISTICHE INIZIALI

Umidita' naturale

W %

1	2	3
26,20	26,20	26,20
26,20	26,20	26,20
1895,6	1908,9	1892,4
1496,9	1507,4	1494,3

Umidita' di prova

W %

Densità di prova

kg/m<sup>3</sup>

Densità secca

kg/m<sup>3</sup>

## CONSOLIDAZIONE

Carico verticale

KPa

Cedimento

mm

Densità secca

kg/m<sup>3</sup>

100	200	300
0,50	1,10	2,00
1540,5	1600,6	1666,1

## ROTTURA

Carico verticale (s)

KPa

Scorrimento orizzontale

mm

Sforzo al taglio (massimo)  $\tau$ 

KPa

Sforzo al taglio (residuo)  $\tau$ 

KPa

100	200	300
8,06	8,60	8,19
62,03	113,39	150,10
/	/	/

NOTE: Campioni consegnati a cura del Committente

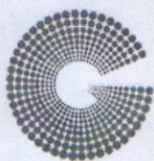
LO SPERIMENTATORE

P.M. Roberto Aste

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis





# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU /CA) - TEL 070 852509 - FAX 070 852424  
E mail: geosystemca@yahoo.it - www.geosystem.ca.it

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

(Art. 20 della L. 1086 del 05.11.71)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 54313 del 19.12.05

PROVE GEOTECNICHE

(Settore a Circ. N. 349/STC del 16.12.99)  
Aut. Min. Infr. e Trasp. N. 52487 del 11.10.04

## Dati del Cliente

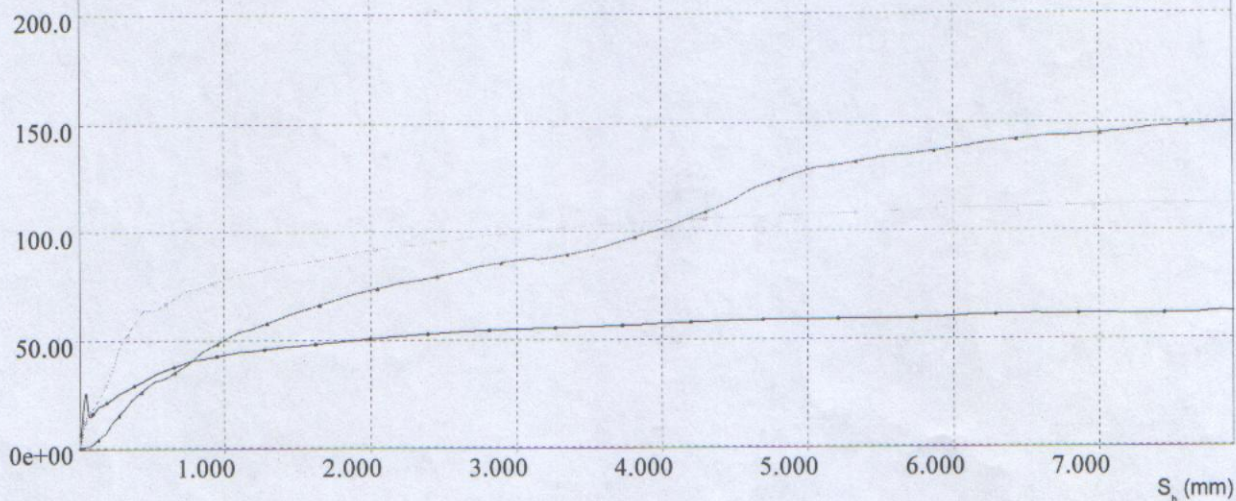
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Cliente	Dott. Geol. Mascia Barbara
Indirizzo	
Cantiere	Segariu-canale aduttore
Sondaggio	P1C3
Campione	2317-3
Profondità	3.40-4.30m

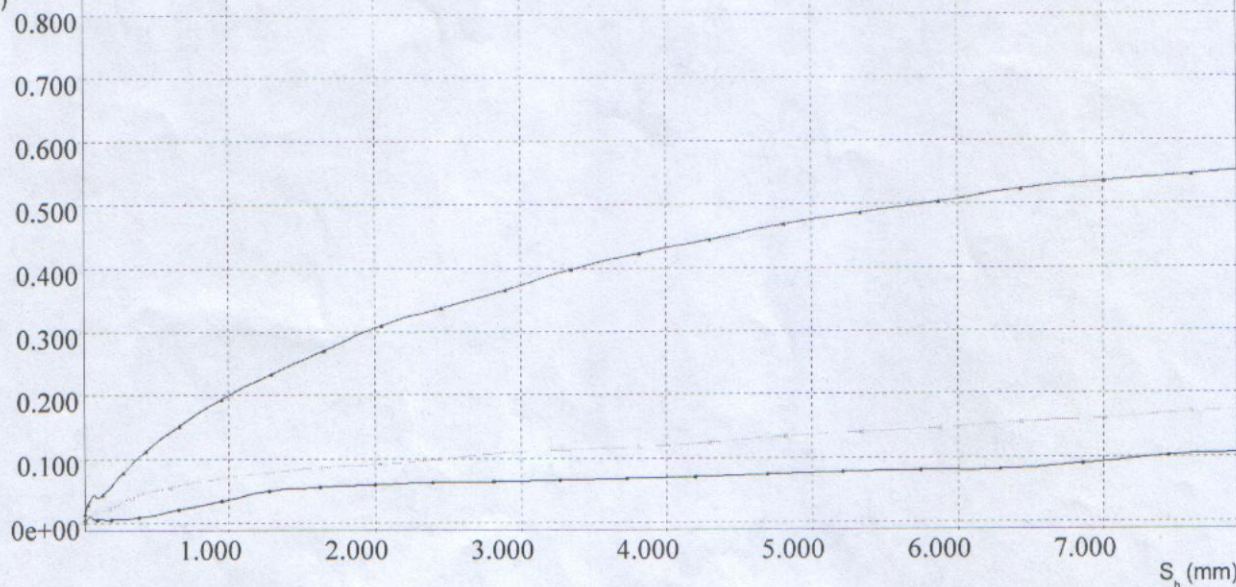
Certificato N° 024032

Data 22 NOV. 2010

$\tau$   
(kPa)



$S_v$   
(mm)



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio