

REGIONE SARDEGNA  
**COMUNE DI CODRONGIANOS**  
PROVINCIA DI SASSARI

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA DI PICCO (DC) PARI A 39,99 MWp CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 15 MW, CON CONNESSIONE ALLA RETE TERNA PER UNA POTENZA (AC) PARI A 30,8 MW**



Proponente: **SOLAR TORRES SRL**

VIA BORBOGNA, 8 - 20122 MILANO (MI)

**TAVOLA:**

**B1.R03**

**ELABORATO:**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

DATA STESURA  
**SETTEMBRE 2023**

AGGIORNAMENTO

SCALA

PROPONENTE



**SOLAR TORRES s.r.l.**



Via Borgogna, 8  
20122 Milano (MI)  
PEC: solartorres@legalmail.it  
P.IVA: 10670410967

PROGETTAZIONE



**MARE S.r.l.s.**

Dott. Geol. Gianluca Murgia  
Ordine dei Geologi della Sardegna n.378

**SOMMARIO**

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>NORMATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>5</b>
<b>RINVIO AGLI ELABORATI DI PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>MODELLAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>6</b>
<b>INDAGINI ESEGUITE .....</b>	<b>6</b>
<b>LITOSTRATIGRAFIA.....</b>	<b>6</b>
<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>10</b>
<b>CONSIDERAZIONI APPLICATIVE .....</b>	<b>12</b>
<b>FATTIBILITÀ GEOTECNICA.....</b>	<b>12</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>13</b>

## PREMESSA

La presente relazione si inquadra nell'ambito del progetto relativo alla realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra e delle opere di connessione in località Sos Coroneddos nel Comune di Codrongianos. Nello specifico, l'intervento riguarda la realizzazione e l'esercizio di un impianto solare agrivoltaico a terra della potenza di picco (DC) pari a 39,99 MWp con sistema di accumulo, con connessione alla rete terna per una potenza (AC) pari a 30,8 MW.

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di definire l'assetto geotecnico dell'area di intervento e del suo intorno; esso è stato conseguito attraverso il rilevamento geologico-geotecnico di dettaglio dell'area integrato dall'esame della documentazione bibliografica disponibile oltreché dei dati di una campagna di indagini eseguita in prossimità dell'area di interesse.


## NORMATIVA

Lo studio è stato condotto secondo le vigenti disposizioni di legge:

- **Legge n. 1086 del 05.11.1971** - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;*
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*, che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per i Lavori Pubblici;
- **C.N.R. n. 10024/1986** – *Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;*
- **D.M. LL. PP. 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;*
- **Circ. Min. LL. PP. N. 30483 del 24.09.1988** – *che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per*

*garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono;*

- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** – Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica;
- **D.M. LL.PP. 09.01.1996** – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precomprese per le strutture metalliche;
- **D.M.LL.PP. 16.01.1996** – Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- **D.P.R. n.380 del 6 giugno 2001** - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- **Eurocodice 1 – Parte 1** – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Basi di calcolo;
- **Eurocodice 7 – Parte 1** – Progettazione geotecnica – regole generali;
- **Eurocodice 8 – Parte 5** – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- **Norme CNR-UNI-ASTM-DIN;**
- **OPCM n.3274 del 20 marzo 2003** - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche, Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici, Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.2003** – Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri;
- **OPCM n.3519 del 28 aprile 2006** - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- **D.M. 14 gennaio 2008** - Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- **D.M. Infrastrutture 06.05.2008** – Integrazioni al D.M. 14.01.2008 di approvazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni emesse ai sensi delle Leggi n. 1086 del 05.11.1971 e n. 64 del 02.02.1974, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. n. 380 del 06.06.2001 e dell'art. 5 del D.L. n. 136 del 28.05.2004, convertito in legge, con modificazioni, dell'art. 1 della Legge n. 186 del 27.07.2004 e ss.mm.ii.;

	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Codifica <b>B1.R03</b>	
		Rev. 00 del 17/09/2023	Pag. <b>5</b> a 20

- **Circolare 2 febbraio 2009 n.617 C.S.LL.PP.** - *Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;*
- **D.M. 17 gennaio 2018** - *Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.*

## **INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

La zona oggetto del presente studio è situata in Comune di Codrongianos, in località Sos Coroneddos. Nella cartografia ufficiale nazionale essa ricade nel Foglio I.G.M.I. n. 460 Sezione III "Ploaghe" (ed. 1989), in scala 1: 25.000, mentre nella cartografia ufficiale regionale, in scala 1: 10.000, essa ricade nel Foglio n. 460 090 "Ploaghe" (ed. 1998).

## **RINVIO AGLI ELABORATI DI PROGETTO**

Per un'esauriva descrizione delle previsioni progettuali si rimanda alle relazioni ed agli elaborati grafici propri del progetto cui è allegato il presente studio.

## MODELLAZIONE GEOTECNICA

### INDAGINI ESEGUITE

Al fine di ricostruire il modello stratigrafico e geotecnico del sottosuolo dell'area di indagine, è stata eseguita una campagna di indagini, mediante l'utilizzo di un escavatore meccanico munito di braccio telescopico, consistenti nella realizzazione di n. 4 pozzetti geognostici spinti ad una profondità di circa 1,00 metri dal piano di campagna e prelievo di campioni da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio. Le attività di cantiere sono state svolte nella giornata del 19/06/2023.

Durante la realizzazione dei pozzetti non è stata intercettata la falda superficiale.

### LITOSTRATIGRAFIA

Schematicamente la successione stratigrafica è così rappresentata:

#### Pozzetto P1

##### 0.00 - 0.40 m

Terreno vegetale costituito da sabbie medie in matrice argillosa di colore bruno scuro;

##### 0.40 - 0.90 m

Argille sabbiose, prodotto di alterazione del sottostante basamento basaltico;

##### da 0.90 m

Basamento litoide costituito da basalti fratturati. Campione P1C1 (-0.90 m)

#### Pozzetto P2

##### 0.00 - 0.40 m

Terreno vegetale costituito da sabbie medie in matrice argillosa di colore bruno scuro;

##### 0.40 - 1.30 m

Argille sabbiose, prodotto di alterazione del sottostante basamento basaltico;

##### da 1.30 m



## RELAZIONE GEOTECNICA

Codifica

**B1.R03**

Rev. 00  
del 17/09/2023

Pag. **7** a 20

Basamento litoide costituito da basalti fratturati. Campione P1C2 (-1.20 m)

**Pozzetto P3**0.00 - 0.30 m

Terreno vegetale costituito da sabbie medie in matrice argillosa di colore bruno scuro;

0.30 - 1.00 m

Argille sabbiose, prodotto di alterazione del sottostante basamento basaltico;

da 1.00 m

Basamento litoide costituito da basalti fratturati.

**Pozzetto P4**0.00 - 0.40 m

Terreno vegetale costituito da sabbie medie in matrice argillosa di colore bruno scuro;

0.40 - 0.95 m

Argille sabbiose, prodotto di alterazione del sottostante basamento basaltico;

da 0.95 m

Basamento litoide costituito da basalti fratturati.





**Foto 1 – Esecuzione dei Pozzetti Geognostici**

## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'indagine conoscitiva geologico-geotecnica ha permesso di individuare quattro orizzonti stratigrafici principali:

### Terreno Vegetale

Si tratta sostanzialmente di terreni di copertura con frustoli vegetali in matrice limoso sabbiosa fine, incoerenti o poco compatti. Il grado di addensamento appare decisamente scarso e se ne consiglia l'asportazione.

### Argille Sabbiose

Argille sabbiose compatte, generalmente sovraconsolidate, di colore variabile dal marrone chiaro a grigio.

I parametri geotecnici associabili a questi materiali risultano abbastanza elevati rispetto ai livelli più coesivi, così come la resistenza penetrometrica, caratterizzata da valori di NSPT maggiore di 30 colpi/30 cm. Si tratta quindi di terreni dalle buone caratteristiche geomeccaniche.

I parametri geotecnici ad esso associati sono i seguenti:

$$\varphi = 21,4^{\circ} \div 26,5^{\circ};$$

$$C = 0,23 \div 0,29 \text{ Kg/cm}^2;$$

$$\gamma = 1,93 \div 1,96 \text{ g/cm}^3;$$

$$E = 300 \text{ Kg/cm}^2.$$

### Basalti

Le vulcaniti si presentano fortemente cementate, ma spesso fratturate; in superficie, risentendo dell'alterazione esercitata dall'azione degli agenti esogeni, appaiono degradate e fessurate. Sono interessate da superfici di frattura e di fessurazione (diaciasi), causate dai processi di raffreddamento del magma, disposte in modo abbastanza regolare e normalmente orientate in senso ortogonale tra di loro.

Dal punto di vista geotecnico sono dotate di buone caratteristiche meccaniche. In termini di resistenza alla compressione, i valori che si ottengono sul litotipo poco alterato risultano molto

elevati, certamente superiori ai 50 MPa. Se invece alterati (cioè, i livelli più superficiali), si raggiungono valori di resistenza compresi tra 5 e 20 MPa.

Per quanto riguarda il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) questo è compreso tra 2.100 e 2.300 Kg/m<sup>3</sup>.

La resistenza al taglio è notevolmente influenzata dallo stato di fessurazione dell'ammasso lapideo; pertanto, i parametri in via del tutto cautelativa possono essere così sintetizzati:  $c = 0,00 - 0,40$  Kg/cm<sup>2</sup>;  $\varphi = 38^\circ - 45^\circ$ .

## CONSIDERAZIONI APPLICATIVE

La presenza generalizzata di terreni dotati di buona resistenza al taglio ma che possono essere caratterizzati talvolta da una disomogeneità laterale, deve indirizzare la scelta verso fondazioni anche dirette ma continue che possono essere impostate in corrispondenza dello strato argilloso più profondo, ad una profondità variabile, compresa tra 0,90 e 1,30 metri dal piano di campagna. La scelta di questo tipo di fondazione consente di scongiurare il pericolo di lesioni strutturali conseguenti a cedimenti differenziali dei terreni di fondazione.

## FATTIBILITÀ GEOTECNICA

Il presente lavoro, finalizzato ad accertare l'idoneità dei luoghi dal punto di vista geotecnico per la realizzazione delle opere previste in progetto, ha accertato la presenza di terreni dotati di buone capacità portanti che migliorano con la profondità.

La presenza generalizzata di terreni dotati di buona resistenza al taglio può indirizzare la scelta verso fondazioni con perforazioni con o senza uso di cemento o dirette isolate (plinti). Per l'ordine di grandezza dei carichi previsti in progetto, non sono attendibili cedimenti apprezzabili. Qualche leggero assestamento, dovuto al sovraccarico delle strutture, si verificherà ed estinguerà in corso d'opera.

Date le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, tenuto conto dei carichi ipotizzabili per strutture di questo tipo, si può concludere che i terreni di fondazione sono in grado di sopportare i carichi previsti in progetto, rispondendo a tutti i requisiti di stabilità, tenuto conto anche della vicina presenza di altri edifici inseriti nello stesso contesto stratigrafico e geotecnico.

Quartu Sant'Elena, lì 17.09.2023

DOTT. GEOL. GIANLUCA MURGIA

Ordine Dei Geologi Della Sardegna n. 378



	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Codifica <b>B1.R03</b>	
		Rev. 00 del 17/09/2023	Pag. <b>13</b> a 20

## ALLEGATI

**PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI**

**CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO**



## RELAZIONE GEOTECNICA

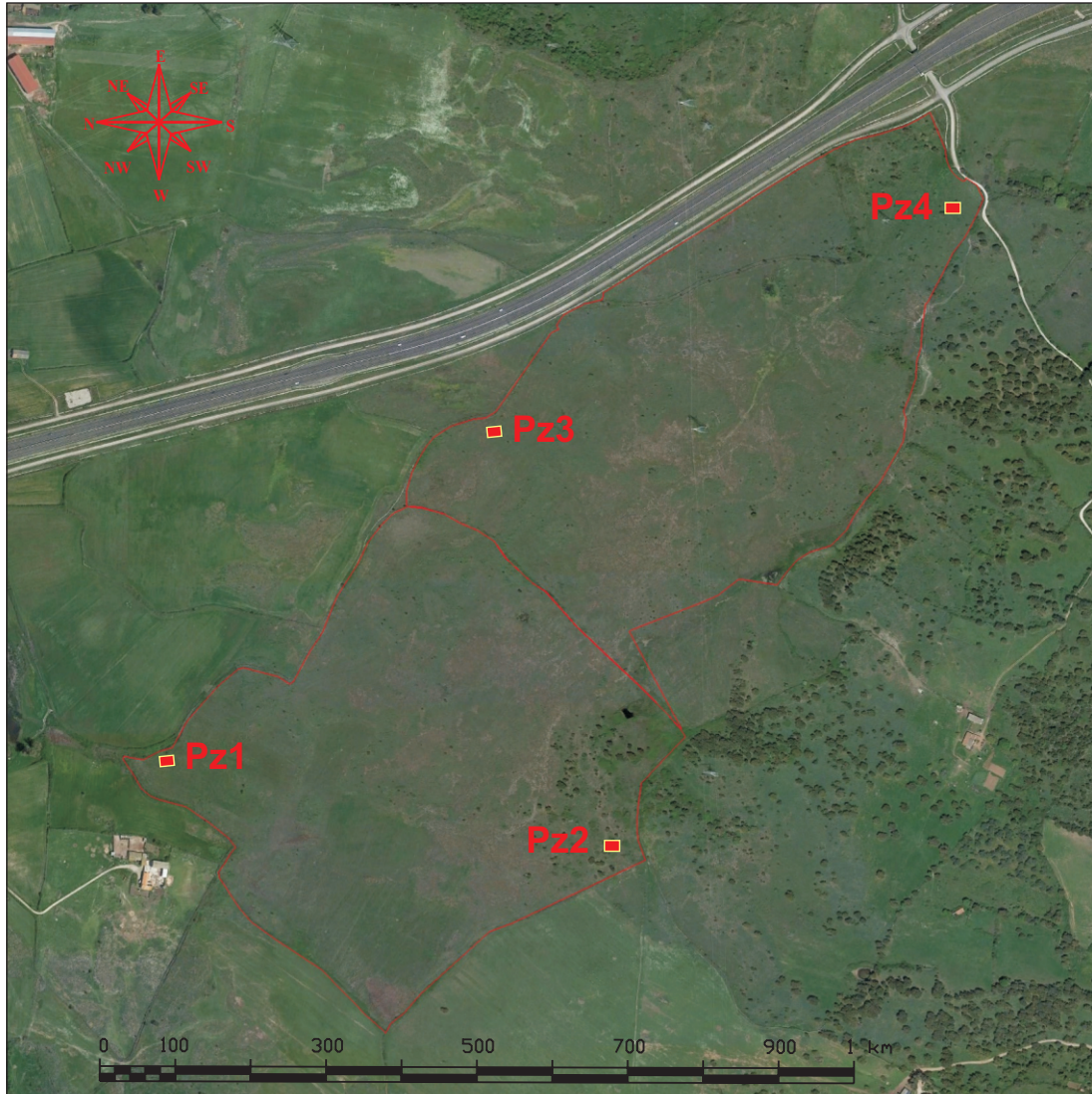
Codifica

**B1.R03**

Rev. 00  
del 17/09/2023

Pag. **14** a 20

### PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI



## POZZETTI GEOGNOSTICI

**Pz2**  
■ Pozzetto Geognostico



	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Codifica <b>B1.R03</b>	
		Rev. 00 del 17/09/2023	Pag. <b>16</b> a 20

**ALLEGATO 2: CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO**



## ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1:1998

N. 15729

Certificato N.  
Data 26/06/2023

Committente: Dott. Geol. Gianluca Murgia  
Cantiere: Codrongianos (SS)

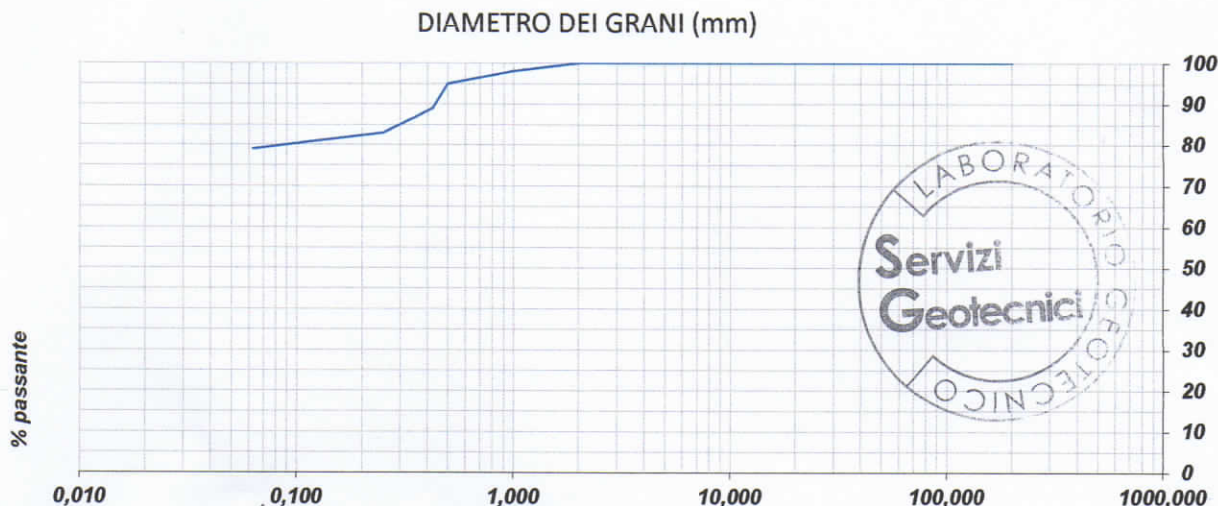
Campione: P1C1  
Profondità campionamento: -0,9 m da p.c.  
Data prelievo: 19/06/2023

Setacciatura	
Setacci (mm)	Passante (%)
200	100,0
125	100,0
63,0	100,0
31,5	100,0
16,0	100,0
8,0	100,0
4,0	100,0
2,0	100,0
1,0	98,0
0,500	95,0
0,425	89,0
0,250	83,0
0,125	81,0
0,063	79,0

LIMITI DI ATTERBERG Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	57
Limite Plastico	28
Indice Plastico	29
Indice di gruppo	18
Classificazione delle terre UNI 11531-1:2014	<b>A7-6</b>

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ( $\phi > 2$ mm)	%	0,0
Sabbia ( $2 > \phi > 0,063$ mm)	%	21,0
Limo-argilla ( $0,063 > \phi > 0,002$ mm)	%	79,0
Descrizione: Argilla debolmente sabbiosa		

Determinazione massa volumica apparente (C.N.R. - Bollettino Ufficiale - Anno VII - N.63)	g/cmc	1,96
---	-------	------



Servizi Geotecnici sas  
Dott. Geol. Alessandro Melis

IL TECNICO  
Dott. Geol. Giorgio Madrigale

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.

ASTM D 3080

Committente: Dott. Gianluca Murgia  
Cantiere: Codrongianos (SS)

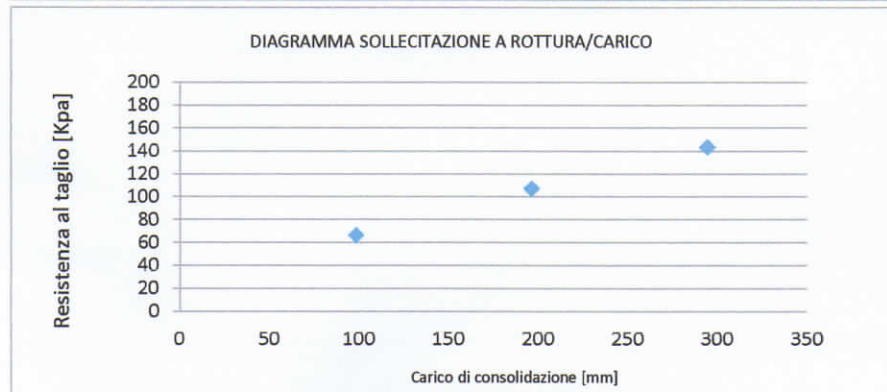
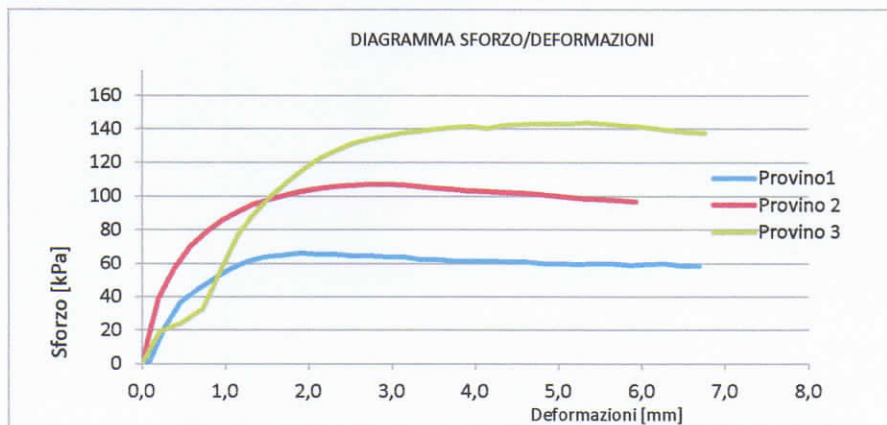
Certificato N.  
Data 27.06.2023

M. 15730

Campione Pz1 C1  
Profondità prelievo: -0,9 m da p.c.  
Data prelievo: 19 Giugno 2023

PROVINO N°		1	2	3	
PRESSIONE VERTICALE DI CONSOLIDAZIONE	$\sigma$	KPa	98,1	196,1	294,2
ROTTURA SOLLECITAZIONE DI TAGLIO		KPa	66,1	106,9	143,0

Tipo campionamento: Campione ricostruito in laboratorio	
Descrizione: argilla debolmente sabbiosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,96



Note: Prova consolidata lenta - Velocità di deformazione 0,006 mm/min  
Tipo Macchina di taglio : Digitale - Autoshear Wykeham Farrance - Controls Group

Angolo di resistenza al taglio 21,4°  
Coesione efficace kPa 28,4

Servizi Geotecnici s.a.s.  
Dott. Geol. Alessandro Melis

IL TECNICO  
Dott. Geol. Giorgio Madrigale

## ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1:1998

N. 15731

Certificato N.  
Data 26/06/2023

Committente: Dott. Geol. Gianluca Murgia  
Cantiere: Codrongianos (SS)

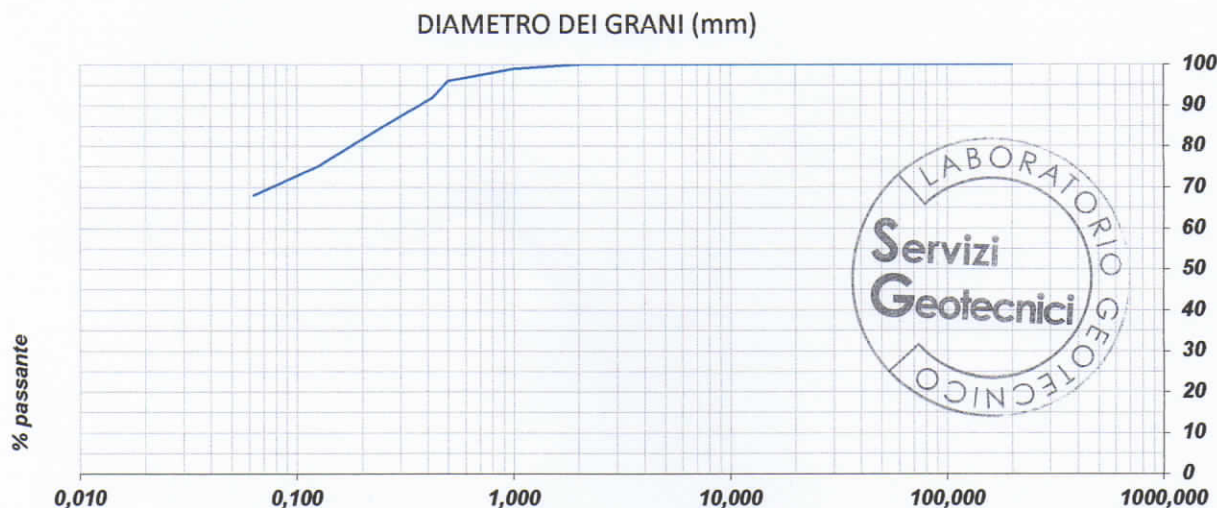
Campione: P2C1  
Profondità campionamento: -1,2 m da p.c.  
Data prelievo: 19/06/2023

Setacciatura	
Setacci (mm)	Passante (%)
200	100,0
125	100,0
63,0	100,0
31,5	100,0
16,0	100,0
8,0	100,0
4,0	100,0
2,0	100,0
1,0	99,0
0,500	96,0
0,425	92,0
0,250	85,0
0,125	75,0
0,063	68,0

LIMITI DI ATTERBERG	
Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	51
Limite Plastico	26
Indice Plastico	25
Indice di gruppo	18
Classificazione delle terre UNI 11531-1:2014	<b>A7-6</b>

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ( $\phi > 2$ mm)	%	0,0
Sabbia ( $2 > \phi > 0,063$ mm)	%	32,0
Limo-argilla ( $0,063 > \phi > 0,002$ mm)	%	68,0
Descrizione: Argilla sabbiosa		

Determinazione massa volumica apparente (C.N.R. - Bollettino Ufficiale - Anno VII - N.63)	g/cmc	1,93
--	-------	------



Servizi Geotecnici s.a.s.  
Dott. Geol. Alessandro Melis

LABORATORIO GEOTECNICO  
Dott. Geol. Giorgio Madrigale

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.

ASTM D 3080

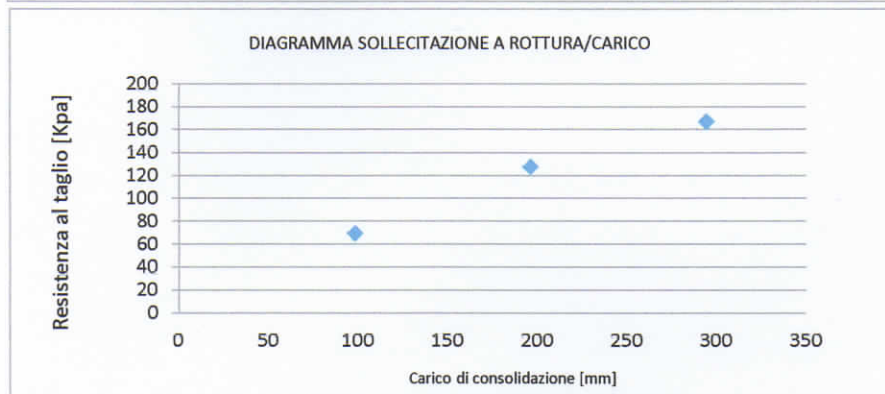
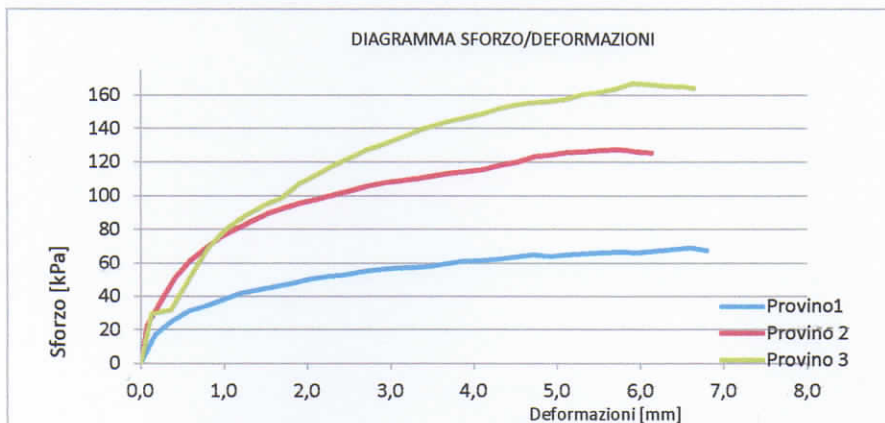
Committente: Dott. Gianluca Murgia  
Cantiere: Codrongianos (SS)

Certificato N. **M.15732**  
Data 27.06.2023

Campione Pz2 C1  
Profondità prelievo: -1,2 m da p.c.  
Data prelievo: 19 Giugno 2023

PROVINO N°		1	2	3	
PRESSIONE VERTICALE DI CONSOLIDAZIONE	$\sigma$	KPa	98,1	196,1	294,2
ROTTURA SOLLECITAZIONE DI TAGLIO		KPa	69,1	127,3	166,9

Tipo campionamento: Campione ricostruito in laboratorio	
Descrizione: argilla sabbiosa	
Peso di volume (g/cmc)	1,93



Note: Prova consolidata lenta - Velocità di deformazione 0,006 mm/min  
Tipo Macchina di taglio : Digitale - Autoshear Wykeham Farrance - Controls Group

Angolo di resistenza al taglio 26,5°  
Coesione efficace kPa 23,2

Servizi Geotecnici s.a.s.  
Dott. Geol. Alessandro Melis

IL TECNICO  
Dott. Geol. Giorgio Madrigale