



<b>Committente</b>	SR International s.r.l.
<b>Oggetto</b>	Studio geologico ed idrogeologico per progetto eolico
<b>Località</b>	Sant'Elia a Pianisi (CB)
<b>Data</b>	Novembre 2022



**RELAZIONE GEOTECNICA**

**Rev.01**

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19



## Sommario

1.0 PREMESSA .....	3
2.0 NORMATIVA.....	4
3.0 DESCRIZIONE DELL'AREA.....	5
4.0 RISULTATI DELLE INDAGINI .....	6
4.1 Perforazioni a carotaggio (Racc. AGI 1977) .....	6
4.2 Prove Penetrometriche Dinamiche SPT (Racc. AGI 1977) .....	8
4.3 Prelievo campioni indisturbati di terreno (Racc. AGI 1977) .....	9
4.4 Prove di permeabilità Lefranc (Racc. AGI 1977).....	10
4.5 Prove Pressiometriche con Pressiometro Menard (ASTM D 4719-87).....	12
5.0 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO.....	14
6.0 PROSPEZIONI SISMICHE .....	14
6.1 Prova MASW .....	14
7.0 MODELLO GEOTECNICO - CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI .....	16
7.1 Aerogeneratore n. 1 .....	19
7.2 Aerogeneratore n. 2 .....	20
7.3 Aerogeneratore n. 3 .....	21
7.4 Aerogeneratore n. 4 .....	22
7.5 Aerogeneratore n. 5 .....	23
7.6 Aerogeneratore n. 6 .....	24
7.7 Aerogeneratore n. 7 .....	25
7.8 Aerogeneratore n. 8 .....	26
7.9 Aerogeneratore n. 9 .....	27
8.0 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE .....	28

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

## 1.0 PREMESSA

Nella presente relazione si riferisce sui risultati delle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche eseguite in località Sant'Elia a Pianisi (CB) dove è prevista la realizzazione di un campo eolico.

Il progetto eolico ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- Nr. 9 aerogeneratori di potenza pari a circa 4,6 MW
- Altezza mozzo 125 m
- Diametro rotore 170 m
- Collegamento elettrico con la futura SE di Terna posizionata in prossimità della stazione esistente di Morrone

In relazione alle opere in progetto, sono stati redatti i seguenti elaborati:

- Relazione geologica, geomorfologica e sismica
- Relazione idrogeologica, idrologica
- Relazione geotecnica
- Relazione idraulica

Per la redazione dei suddetti studi si è proceduto operando secondo quanto di seguito riportato:

- reperimento della documentazione scientifica e tecnica dell'area in esame e consultazione della cartografia topografica e geologica;
- sopralluoghi e rilievo geologico e geomorfologico in sito esteso nella zona di diretto interesse nell'area circostante per l'individuazione di forme, processi e depositi di natura geologica e geomorfologica;
- esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche;
- interpretazione delle indagini e stesura degli elaborati.

Nello specifico sono state eseguite le seguenti indagini:

- esecuzione di N. 9 terebrazioni con sonda a rotazione, avanzamento a carotaggio continuo su terreni, spinti fino alla profondità di 10 m;
- prelievo di n. 9 prelievi di campioni indisturbati di terreno;
- esecuzione di n. 9 prove penetrometriche dinamiche in foro SPT;
- esecuzione di prove geotecniche di laboratorio su n. 9 campioni di terreno;
- esecuzione di n. 9 indagini di sismica MASW;
- esecuzione di n. 3 prove di permeabilità in foro lefranc;
- esecuzione di n. 5 prove pressiometriche;

Si allega alla presente:

- ALLEGATO 1 – Carta delle indagini
- ALLEGATO 2 – Stratigrafie sondaggi e prove in sito
- ALLEGATO 3 – Certificati prove geotecniche di laboratorio
- ALLEGATO 4 – Rapporti di prova MASW



## 2.0 NORMATIVA

Per la realizzazione delle indagini è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica di seguito elencata:

- DPR 380/2001
- D.M. 17.01.2018 (Norme tecniche per le costruzioni - NTC)
- Circolari del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7618 / STC.
- Circolari del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7619 / STC.
- SPEA - Norme Tecniche di Appalto – Indagini in sito Ref: IT-PPR1-GEO-003 Rev: 8

La normativa di riferimento di ciascuna prova eseguita è riportata nel relativo certificato o rapporto di prova.

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

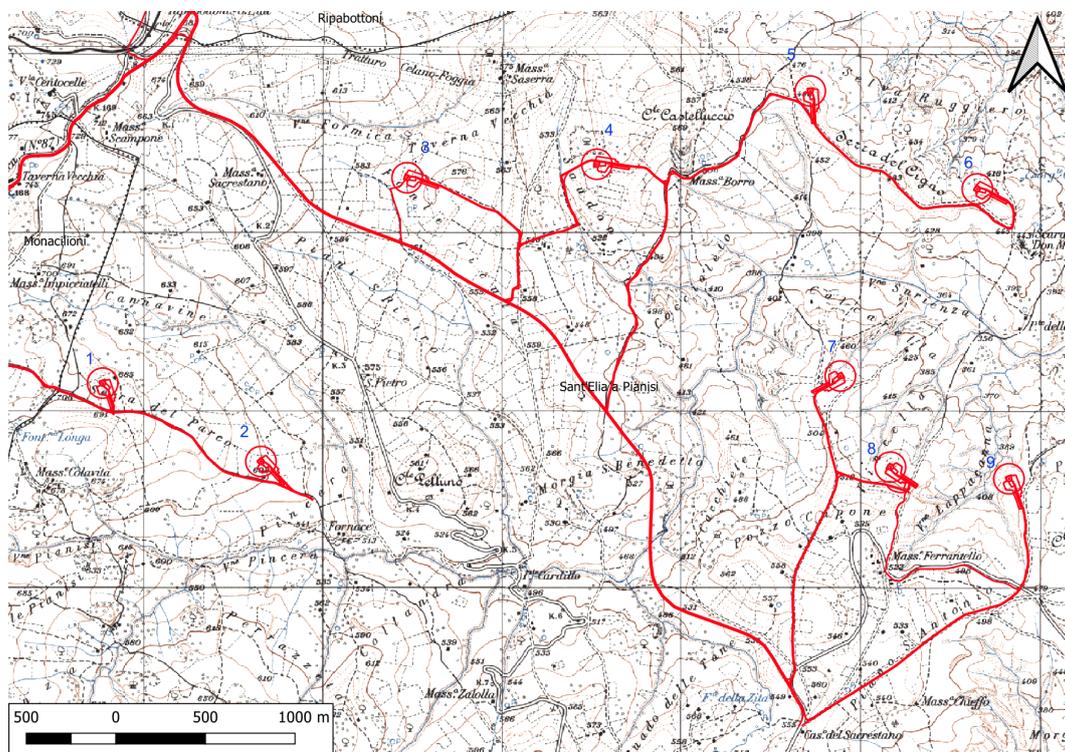
### 3.0 DESCRIZIONE DELL'AREA

L'area di studio si colloca nella fascia orientale della regione Molise e ricade all'interno del comune di Sant'Elia a Pianisi (CB) in un'area di circa 17 km<sup>2</sup>, dove il centro abitato di Sant'Elia a Pianisi dista tra i 3 e i 5 km dai punti.

Il territorio si presenta con un paesaggio collinare con morfologie di debole rilievo intervallate da vallate solcate da fossi a carattere torrentizio, il principale è il T. Cigno affluente del F. Fortore, le quote orografiche vanno da circa 700 m nei crinali a un minimo di circa 300 m nei punti più depressi delle valli

I punti d'indagine sono in totale 9, sono stati eseguiti in corrispondenza degli aerogeneratori e hanno le seguenti coordinate geografiche:

N°	WGS84		Quota (m s.l.m)
	Latitudine	Longitudine	
1	41.650298°	14.840217°	693
2	41.646354°	14.850822°	600
3	41.660729°	14.860621°	572
4	41.661416°	14.873335°	547
5	41.665128°	14.887628°	480
6	41.660207°	14.898828°	440
7	41.650711°	14.889660°	472
8	41.646099°	14.893044°	494
9	41.645524°	14.900978°	441



**Figura 1 – Area di studio, in rosso è indicata l'opera in progetto. Scala 1:20.000 su base cartografica IGM**

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
 Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
 www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
 Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
 Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
 OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

**4.0 RISULTATI DELLE INDAGINI****4.1 Perforazioni a carotaggio (Racc. AGI 1977)**

In considerazione dei tipi di terreno da perforare, della profondità da raggiungere e della località è stata utilizzata una perforatrice Soilmec SM8G, le cui caratteristiche sono:

**Soilmec SM8G - PERFORATRICE IDRAULICA PER SONDAGGI**

Anno di costruzione: 2017

Perforatrice cingolata idraulica progettata e dedicata per l'esecuzione di sondaggi, micropali, pozzi d'acqua e indagini ambientali.

Concepita principalmente per uso geotecnico, risulta il top di gamma nel settore del carotaggio e grazie all'elevati numeri di giri della rotary permette carotaggi continui convenzionali sia con corone in lega che con corone diamantate. Grazie al mast e al cinematismo in cui alloggia un sistema di tiro spinta a cilindro possiamo avere un carotaggio di precisione. La perforatrice è dotata di bilanciamento idraulico e grazie ad una serie di accessori opzionali risulta versatile per l'esecuzione di tecnologie alternative nei campi delle indagini ambientali.

**Caratteristiche principali della macchina:**

- Rotary con 6 marce meccaniche e velocità massima fino a 926 rpm
- Cinematismo fisso con tilting di +/- 13° per garantire la massima precisione e performance
- Forza di estrazione di 100 kN
- Pompa schiuma
- Pompa fanghi triplex montata a bordo macchina
- SPT automatico a bordo con contacolpi in plancia di comando

**SOTTOCARRO**

- Sottocarro con cingoli in acciaio; completo di 4 stabilizzatori
- Dimensioni pattini: 300 mm
- Lunghezza totale: 2424 mm
- Larghezza totale: 1900 mm
- Massima velocità di spostamento: 1.3 km/h
- Pressione esercitata al suolo: 0,078MPa

**CENTRALINA DI POTENZA**

Centralina insonorizzata composta da:

Motore Diesel modello DEUTZ TCD 2012 L04 Tier 3\Stage 3A  
Potenza tarata: 85 kW @ 2000 rpm

**ANTENNA NON MODULARE RINFORZATA CON CORSA 3750 MM**

Massima forza di tiro: 100 kN

Massima forza di spinta: 73 kN

**ROTARY MODELLO HR9 CORING (DEDICATA PER INDAGINI GEOGNOSTICHE)**

Tipo: Rollstar (3 marce meccaniche) + 2 marce meccaniche sulla cassa rotary

Max coppia: 820 daNm@51rpm@24MPa(240bar)

Max velocità di rotazione: 926 rpm



Sono stati eseguiti complessivamente n. 9 sondaggi geognostici con avanzamento a carotaggio continuo.

Nella seguente tabella si riportano le specifiche dei sondaggi eseguiti:

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19



Sondaggio	Profondità (m)	Data ultimazione	Campioni indisturbati	Prove SPT	Prove pressiometriche	Lefranc
S1	10.0	05/09/2022	1	1	--	--
S2	10.0	06/09/2022	1	1	1	1
S3	10.0	12/09/2022	1	1	--	--
S4	10.0	12/09/2022	1	1	--	--
S5	10.0	07/09/2022	1	1	--	--
S6	10.0	07/09/2022	1	1	1	1
S7	10.0	09/09/2022	1	1	1	--
S8	10.0	08/09/2022	1	1	1	1
S9	10.0	08/09/2022	1	1	1	--

Le modalità esecutive dei sondaggi sono state tali da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati consentendo il prelievo continuo di materiale rappresentativo (carote).

La tecnica di perforazione è stata adattata alla tipologia e alla natura del terreno, mediante la scelta appropriata dell'apparecchiatura, del tubo carotiere, della corona, della velocità di avanzamento, della portata e della pressione dell'eventuale fluido di circolazione.

Nei terreni a grana fina, media e grossa le perforazioni sono state eseguite a secco, con carotiere semplice, senza impiego di fluidi di circolazione.

Per evitare l'essiccazione dei campioni, a causa del calore sviluppato per attrito dalla rotazione della corona del carotiere, è stata regolata la spinta e la rotazione in base alla resistenza incontrata; talora sono stati introdotti nel foro secchi d'acqua evitando di utilizzare la pompa che avrebbe compromesso la stabilità delle pareti del foro e, soprattutto, il prelievo dei campioni sabbiosi con il carotiere.

Il campionamento dei terreni di natura lapidea o semilapidea è stato eseguito con l'impiego di fluidi di circolazione (acqua) e doppio carotiere T2/T6/T6S, con l'ausilio di corona diamantata.

Sono stati utilizzati tubi di rivestimento provvisori tutte le volte che i terreni, a causa della natura granulare e/o perché scarsamente consistenti, provocavano franamenti delle pareti del foro di sondaggio. Sono stati utilizzati tubi di rivestimento provvisorio di diametro 127 mm per un totale di 51.0 ml.

Le carote estratte nel corso delle perforazioni sono state sistemate in 18 cassette catalogatrici in PVC, munite di scomparti divisorii e coperchio apribile. Sui bordi di ciascuna cassetta sono state riportate le quote delle carote rispetto al piano campagna.

Al termine dei lavori le cassette sono state trasportate ed accatastate nel luogo indicato dalla committenza.

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

Le foto delle singole cassette sono allegare alla presente (ALLEGATO 2 – Stratigrafie sondaggi e prove in sito).

#### 4.2 Prove Penetrometriche Dinamiche SPT (Racc. AGI 1977)

Durante la terebrazione dei sondaggi sono state eseguite n. 9 prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test).

È stata utilizzata l'attrezzatura standard costituita da una testa di battuta di acciaio avvitata su aste del diametro esterno 50 mm e peso 7 kg/m, da un maglio di acciaio di 63.5 kg, da un dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 76 cm.

Sono stati registrati il numero di colpi di maglio ( $N_1$ ) necessari all'avanzamento di 15 cm e quelli ( $N_2$  e  $N_3$ ) necessari a due altre penetrazioni di 15 cm ciascuna del campionatore. Data la natura, prevalentemente granulare, dei terreni attraversati è stato utilizzato il campionatore a parete grossa (Raymond) con punta chiusa.

Il valore di  $N_{SPT}$  è dato dalla somma  $N_2 + N_3$ .

La prova è stata sospesa quando il numero dei colpi  $N$ , per un tratto di 15 cm, ha superato il numero 50. In tal caso è stata annotata la penetrazione (in cm) e apposta la dicitura: "Rifiuto".

Nel seguente specchio sono indicate le profondità di esecuzione dell'inizio prova nel sondaggio ed i valori ottenuti.

Sond.	Prova	Profondità (m)	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_{SPT}$	Note	Punta
S1	1	3.0	12	11	13	24	--	Chiusa
S2	1	3.5	3	2	3	5	--	Aperta
S3	1	3.5	5	8	10	18	--	Aperta
S4	1	3.5	6	8	10	18	--	Aperta
S5	1	3.5	2	3	5	8	--	Aperta
S6	1	4.5	27	18	15	33	--	Chiusa
S7	1	3.5	3	5	8	13	--	Aperta
S8	1	4.5	4	5	5	10	--	Aperta
S9	1	3.5	2	3	3	6	--	Aperta

#### Parametri geotecnici desunti da prove SPT

Sond.	Prof.	Natura terreno (USCS)		N <sub>SPT</sub>	Peso di volume Mg/m <sup>3</sup>	Peso di volume saturo Mg/m <sup>3</sup>	Coesione non drenata kPa
S1	3.0	Limo di alta plasticità con Sabbia	Coesivo	24	2.11	2.2	159
							Terzaghi e Peck
S2	3.5	Limo di alta plasticità con Sabbia	Coesivo	5	1.74	1.88	34
							Terzaghi e Peck
S3	3.5	Limo di bassa plasticità	Coesivo	18	2.08	2.29	113
							Terzaghi e Peck
S4	3.5	Sabbia Limosa	Coesivo	18	2.08	2.29	113
							Terzaghi e Peck
S5	3.5	Limo di alta plasticità	Coesivo	8	1.88	1.90	46
							Terzaghi e Peck
S6	4.5	Limo di bassa plasticità Sabbioso	Coesivo	33	2.22	2.47	223
							Terzaghi e Peck
S7	3.5	Limo di alta plasticità	Coesivo	13	2.02	2.22	81
							Terzaghi e Peck
S8	4.5	Limo di alta plasticità	Coesivo	10	1.94	2.13	63
							Terzaghi e Peck
S9	3.5	Limo di alta plasticità	Coesivo	6	1.81	1.89	38
							Terzaghi e Peck

**Peso di Volume**

Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Peso di Volume saturo**

Meyerhof ed altri

**Coesione non drenata (kPa)**

 Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con N<sub>spt</sub> < 8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.

**4.3 Prelievo campioni indisturbati di terreno (Racc. AGI 1977)**

Sono stati prelevati n. 9 campioni di qualità utilizzando il seguente campionatore:

- Campionatore Shelby – (fustella metallica a pareti sottili infissa a pressione);

Il campionamento è stato preceduto dalle seguenti operazioni:

- adeguata stabilizzazione del foro mediante rivestimento provvisorio o fluido di perforazione, con pulizia del fondo;

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
 Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
 www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



- controllo della profondità dopo l'introduzione del campionatore;

Ultimata l'infissione, il campionatore è stato estratto usando gli accorgimenti necessari per staccare il campione dal terreno sottostante e per ridurre il disturbo dovuto alla decompressione ed al risucchio.

Il campione è stato conservato nello stesso tubo di prelievo, ripulito alle estremità, sigillato ermeticamente con paraffina fusa e tappi a tenuta ed etichettato indicando:

- designazione del committente, del cantiere e del sondaggio;
- profondità del prelievo (da/a metri rispetto al p.c.);
- data di prelievo.

Nella seguente tabella si riepilogano i campioni indisturbati prelevati nel corso della terebrazione dei sondaggi geognostici:

Sondaggio	Sigla campione	Profondità		Campionatore	Data prelievo	Stato campione
		da m	a m			
S1	3419	4.0	4.5	Shelby	05/09/2022	Indisturbato
S2	3420	3.0	3.5	Shelby	06/09/2022	Indisturbato
S3	3428	3.0	3.5	Shelby	12/09/2022	Indisturbato
S4	3429	3.0	3.5	Shelby	12/09/2022	Indisturbato
S5	3421	3.0	3.5	Shelby	07/09/2022	Indisturbato
S6	3422	4.0	4.5	Shelby	07/09/2022	Indisturbato
S7	3423	3.0	3.5	Shelby	09/09/2022	Indisturbato
S8	3424	4.0	4.5	Shelby	08/09/2022	Indisturbato
S9	3425	3.0	3.5	Shelby	08/09/2022	Indisturbato

#### 4.4 Prove di permeabilità Lefranc (Racc. AGI 1977)

La prova permette di misurare la permeabilità (o conducibilità idraulica) del terreno in un foro di sondaggio. Può essere eseguita in fase di avanzamento della perforazione, a diverse profondità, o alla fine della perforazione sul solo tratto terminale.

Possono eseguirsi prove a carico idraulico variabile, misurando in funzione del tempo i livelli man mano decrescenti (o crescenti), dopo aver creato un temporaneo innalzamento (o abbassamento) della falda acquifera, o a carico costante, misurando la portata stabilizzata corrispondente immessa (od estratta). Nel caso di terreni a conducibilità non elevata si esegue a carico idraulico variabile; a carico idraulico costante nel caso di una elevata conducibilità.

Per l'esecuzione della prova è necessario che le pareti del foro siano rivestite con tubo di rivestimento per tutto il tratto non interessato alla prova.

### Metodo a carico idraulico variabile

In questo tipo di prova si misura la velocità di riequilibrio del livello dell'acqua nel foro (abbassamento o risalita) dopo averlo alterato mediante immissione o emungimento.

L'intero tratto in prova deve essere in falda; il livello statico della falda viene misurato prima di iniziare la prova.

La prova può essere eseguita anche nel terreno al di sopra del livello della falda; in tal caso il terreno viene preventivamente saturato.

Solitamente queste prove, per semplicità operativa, vengono eseguite con immissione di acqua e si opera come segue:

- si aggiunge acqua pulita nel foro innalzandone il livello quanto più possibile;
- all'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua si misura l'altezza del livello ( $h_1$ ) e si fa partire il contasecondi annotando ora e minuti di partenza;
- si eseguono letture del livello ( $h$ ) a frequenti intervalli di tempo ( $t$ ) annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura. L'intervallo di tempo delle letture non è definito, ma viene scelto in base alla velocità di discesa dell'acqua nel foro;
- si proseguono le letture fino a che l'altezza dell'acqua nel foro al di sopra del livello di falda ( $\Delta h$ ) è:  $\Delta h \leq 1/5 h_1$  o fino al raggiungimento dello stesso livello di falda.

Il coefficiente di permeabilità  $K$  (m/s) viene determinato utilizzando la seguente formula:

$$K = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

$A$  = Area di base del foro di sondaggio  $A$  ( $m^2$ )

$C_L$  = Coefficiente di forma dipendente dall'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto

$t$  = intervalli di tempo

$h$  = differenza di carico idraulico che provoca il flusso nel tratto in prova provocato dall'immissione o dall'emungimento ( $m$ )

Sono state eseguite n. 3 prove Lefranc.

Sondaggio	Prova	Tipo	Profondità tratto in prova		Coefficiente di permeabilità $k$
			Da m	a m	m/s
S2	Le1	Carico variabile	6.0	7.5	9.45E-09
S6	Le1	Carico variabile	4.5	6.0	1.98E-08

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

Sondaggio	Prova	Tipo	Profondità tratto in prova		Coefficiente di permeabilità k
			Da m	a m	m/s
S8	Le1	Carico variabile	3.0	4.5	2.90E-09

#### 4.5 Prove Pressiometriche con Pressiometro Menard (ASTM D 4719-87)

Il pressiometro di Menard è costituito essenzialmente da una sonda cilindrica espandibile che viene inserita in un foro di sondaggio, da un dispositivo situato all'esterno del foro che controlla la pressione ed il volume di acqua iniettata nella sonda per farla espandere e, infine, da un insieme di circuiti e valvole per il gas e l'acqua che consentono di operare con pressioni regolabili fino a 10 MPa. Il campo di pressioni utilizzabili permettono di eseguire prove sia nei terreni teneri che nelle rocce lapidee.

**1) Sonda cilindrica.** È costituita essenzialmente da un'anima d'acciaio circondata da tre celle, una centrale (cella di misura) e due laterali, le celle laterali hanno la funzione di realizzare, attorno alla cella centrale, uno stato di tensione e deformazione che si avvicina all'espansione di una cavità cilindrica di lunghezza infinita.

Durante la prova le celle di guardia sono mantenute ad una pressione quasi uguale a quella della cella di misura.

La sonda cilindrica utilizzata è del tipo GA:

L'anima di acciaio è circondata da un'unica membrana che avvolge la cella centrale (cella di misura) e da una guaina esterna protettiva che ha la duplice funzione di realizzare le due celle di guardia laterali e di proteggere la guaina e l'intera la sonda. La cella centrale della sonda contiene acqua ed è collegata al serbatoio munito di un misuratore di livello situato all'esterno del foro dove viene introdotta la sonda. Le due celle laterali della sonda, dette celle di guardia, contengono gas in pressione

**2) Quadro di controllo.** Contiene il serbatoio di acqua con tubo di livello per la misura del volume di acqua immessa, manometri per la misura delle pressioni, valvole di regolazione e riduttore di pressione.

**3) Bombola di gas contenente azoto** e tubi di connessione per il collegamento della sonda al controllore di pressione-volume.

**4) Una doppia tubazione concentrica** collega il circuito dell'acqua e del gas alla sonda e al quadro di controllo

**5) Tubo lanternato:** può essere utilizzato anche in un foro preforato per fornire una migliore protezione della sonda durante il test in strati di terreno con clasti a bordi taglienti.

#### Modalità operative

Si introduce la sonda in un foro di sondaggio, si apre la bombola, il gas fluisce attraverso un riduttore di pressione diramandosi nei due circuiti di "acqua" e "gas". Il gas entra nel serbatoio trasmettendo una pressione all'acqua controllata da un manometro, l'acqua arriva alla cella di misura con la pressione trasmessa dal gas attraverso il condotto interno della doppia tubazione concentrica.

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

Il circuito del gas, tramite una valvola è tenuta a pressione leggermente inferiore a quella del circuito dell'acqua al fine di evitare il passaggio di gas fra la guaina esterna e la membrana ed evitare quindi che sia di ostacolo alla dilatazione della cella.

La differenza di pressione si regola con un manometro differenziale.

Il gas entra nella sonda attraverso l'intercapedine della doppia tubazione flessibile previo passaggio attraverso un'apposita valvola e nei due manometri di alta e media pressione.

Si possono raggiungere pressioni fino a 10 MPa.

L'uso dei tubi concentrici permette di trascurare la dilatazione ed evitare così la correzione volumetrica. Si fornisce pressione all'acqua immettendo gas in pressione nel serbatoio, si determina così la dilatazione della cella in funzione della pressione e del tipo di terreno. La variazione di volume nella cella si osserva nel misuratore di livello collegato con il serbatoio.

Durante la prova si riproduce il fenomeno della deformazione che subisce una cavità cilindrica verticale per effetto dell'espansione radiale di una sonda cilindrica dilatabile, fino a raggiungere, dove possibile, il limite di rottura del terreno.

Applicando dei gradini di pressione, si rilevano, ad ogni gradino di pressione le variazioni di volume dopo 15", dopo 30" e dopo 60".

Riportando sull'asse delle ascisse le pressioni e sull'asse delle ordinate i volumi corrispondenti alle letture a 60" si ottiene il grafico della curva di espansione pressiometrica.

Sono state eseguite n. 5 prove pressiometriche:

Sondaggio	Profondità tratto in prova		Parametri geotecnici		
	Da m	Da m	G (modulo di taglio) [MPa]	E <sub>m</sub> (modulo pressiometrico) [MPa]	Cu (Coesione non drenata) [kPa]
S2	6.0	7.5	18.16	50.1	371
S6	6.0	7.5	3.18	8.8	102
S7	6.0	7.5	4.97	13.7	158
S8	6.0	7.5	1.74	4.9	62
S9	6.0	7.5	2.31	6.4	57

## 5.0 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sono stati sottoposti a prove geotecniche n. 9 campioni di terreno, in particolare sono state eseguite:

- n. 9 determinazioni della massa volumica umida
- n. 9 analisi granulometriche;
- n. 9 determinazioni dei limiti di consistenza;
- n. 9 prove di taglio diretto CD con scatola di Casagrande;
- n. 3 prove di taglio diretto residuo CD anulare;
- n. 9 prove edometriche;
- N. 3 prove triassiali UU.

SOND.	CAMP.	PROFONDITA' [m]		Massa volumica umida		Granulometria					Limiti di consistenza		Taglio diretto		Triassiale e UU	Prova edometrica $\sigma'_v(100-200)$		Taglio anulare		Classificazione AGI	Classificazione USCS	
		da [m]	a [m]	$\rho$ Mg/m <sup>3</sup>	G %	S %	L %	A %	W <sub>L</sub> %	W <sub>P</sub> %	$\phi'$ °	c' kPa	Cu kPa	M Mpa	$\phi'_R$ °	c' <sub>R</sub> kPa	Classificazione AGI	Sigla	Descrizione			
																					Classificazione USCS	
S1	3419	4.5	5.0	1.86	4.0	22.0	44.0	30.0	57.0	36.5	18.8	32.0	-	4.8	-	-	Limo con argilla, sabbioso	MH	Limo di alta plasticità con Sabbia			
S2	3420	3.0	3.5	1.86	3.8	19.1	29.1	48.0	64.8	36.4	24.8	5.0	-	3.3	-	-	Argilla con limo, sabbiosa	MH	Limo di alta plasticità con Sabbia			
S3	3429	3.0	3.5	2.07	0.0	8.0	48.5	43.5	47.3	38.2	24.7	22.0	-	6.3	-	-	Limo con argilla, debolmente sabbioso.	ML	Limo di bassa plasticità			
S4	3428	3.0	3.5	1.99	0.0	53.8	26.2	20.0	50.8	39.2	35.6	0.0	-	4.9	-	-	Sabbia con limo, argillosa.	SM	Sabbia Limosa			
S5	3421	3.0	3.5	1.86	0.1	14.9	42.3	42.7	64.4	37.1	23.0	13.0	58.0	4.5	-	-	Argilla con limo, sabbiosa	MH	Limo di alta plasticità			
S6	3422	4.0	4.5	2.19	2.9	42.4	34.7	20.0	48.5	36.4	23.5	15.0	-	5.0	9.2	0.0	Sabbia con limo, argillosa.	ML	Limo di bassa plasticità Sabbioso			
S7	3423	3.0	3.5	2.11	3.8	8.8	49.9	37.5	54.0	39.3	28.8	0.0	81.0	5.0	-	-	Limo con argilla, debolmente sabbioso.	MH	Limo di alta plasticità			
S8	3424	4.0	4.5	1.98	0.0	5.0	53.0	42.0	68.2	52.1	17.2	28.0	119.0	2.5	8.0	0.0	Limo con argilla, debolmente sabbioso	MH	Limo di alta plasticità			
S9	3425	3.0	3.5	1.94	0.0	5.5	34.7	59.8	70.9	49.9	16.7	13.0	-	4.6	11.0	0.0	Argilla con limo, debolmente sabbiosa.	MH	Limo di alta plasticità			

I risultati delle prove eseguite sono presenti nell'ALLEGATO 3 – Certificati prove geotecniche di laboratorio

## 6.0 PROSPEZIONI SISMICHE

### 6.1 Prova MASW

Sono state eseguite n.9 prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva) utili a definire il profilo verticale della Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio) e per la definizione della categoria di sottosuolo per ciascun aerogeneratore.

Sulla base delle NTC 2018 si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs (m/s). Per l'utilizzo dell'approccio semplificato sono state introdotte particolari categorie di sottosuolo che si basano sulla velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  (m/s)

con:

hi spessore dell'i-esimo strato;  
 VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;  
 N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
 Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
 www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
 Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
 Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
 OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

Le categorie di sottosuolo che permettono l'uso dell'approccio semplificato sono le seguenti:

<b>CATEGORIA</b>	<b>Descrizione</b>
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Dalle prove MASW effettuate in prossimità di ciascun aerogeneratore sono state definite le seguenti categorie di sottosuolo (ALLEGATO 4 - Rapporti di prova MASW):

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Prova sismica</b>	<b>V<sub>seq</sub> (m/s)</b>	<b>Categoria di sottosuolo</b>
1	MASW - M1	533	B
2	MASW - M2	294	C
3	MASW - M3	417	B
4	MASW - M4	391	B
5	MASW - M5	368	B
6	MASW - M6	395	B
7	MASW - M7	428	B
8	MASW - M8	401	B
9	MASW - M9	303	C

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

**7.0 MODELLO GEOTECNICO - CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI**

Le indagini geognostiche e geotecniche eseguite, hanno permesso di ricostruire il modello geotecnico del sottosuolo, costituito dai seguenti orizzonti, a comportamento meccanico omogeneo, presenti al di sotto del terreno vegetale.

**Terreno vegetale**

Si rinviene dal p.c. fino alla profondità variabile da m 0.3 (S1) a m 2.2 (S2). Si tratta di terreno vegetale pedogenizzato costituito da limi sabbiosi e/o argillosi con resti vegetali e clasti eterometrici angulari, eterogeneo sia in senso verticale che orizzontale.

**Orizzonte I**

Si rinviene al di sotto del terreno vegetale ed ha uno spessore compreso tra 2.5 m (sondaggio S7) e 7.0 m (Sondaggi S8 ed S9).

Si tratta di limi e argille talora sabbiosi, a comportamento coesivo, eterogenei sia in senso verticale che orizzontale.

L'orizzonte è stato caratterizzato con le seguenti prove geotecniche in sito e di laboratorio

- n. 9 prove penetrometriche dinamiche in foro SPT;
- n. 3 prove pressiometriche di Menard;
- n. 3 prove di permeabilità in foro Lefranc a carico variabile;
- n. 9 campioni indisturbati di terreno su cui sono stati eseguite prove di laboratorio geotecnico.

$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)	$\phi' r$ (°)	$c' r$ (kPa)	$C_u$ (kPa)	$E_y$ (Mpa)	M $\sigma_v$ (100-200 kPa) (Mpa)	K (m/s)
S1-SPT 2.11	S1-SPT 2.2	S1-3419 18.8	S1-3419 32.0	S6-3422 9.2	S6-3422 0	S1-SPT 159	S6 MPM1 8.8	S1-3419 4.8	S6 L1 1.98E-08
S2-SPT 1.74	S2-SPT 1.88	S2-3420 24.8	S2-3420 5.0	S8-3424 8.0	S8-3424 0	S2-SPT 34	S8 MPM1 4.9	S2-3420 3.3	S8 L1 2.90E-09
S3-SPT 2.08	S3-SPT 2.29	S3-3429 24.7	S3-3429 22.0	S9-3425 11.0	S9-3425 0	S3-SPT 113	S9 MPM1 6.4	S3-3429 6.3	
S4-SPT 2.08	S4-SPT 2.29	S4-3428 35.6	S4-3428 0.0			S4-SPT 113		S4-3428 4.9	
S5-SPT 1.88	S5-SPT 1.9	S5-3421 23.0	S5-3421 13.0			S5-SPT 46		S5-3421 4.5	
S6-SPT 2.22	S6-SPT 2.47	S6-3422 23.5	S6-3422 15.0			S6-SPT 223		S6-3422 5.0	
S7-SPT 2.02	S7-SPT 2.22	S7-3423 28.8	S7-3423 0.0			S7-SPT 81		S7-3423 5.0	
S8-SPT 1.94	S8-SPT 2.13	S8-3424 17.2	S8-3424 28.0			S8-SPT 63		S8-3424 2.5	
S9-SPT 1.81	S9-SPT 1.89	S9-3425 16.7	S9-3425 13.0			S9-SPT 38		S9-3425 4.6	
S1-3419 1.86						S5-3421 58			
S2-3420 1.86						S7-3423 81			
S3-3429 2.07						S8-3424 119			
S4-3428 1.99						S6 MPM1 102			
S5-3421 1.86						S8 MPM1 62			
S6-3422 2.19						S9 MPM1 57			
S7-3423 2.11									
S8-3424 1.98									
S9-3425 1.94									

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



- $\gamma$  = peso di volume naturale;
- $\gamma_{\text{sat}}$  = peso di volume saturo;
- $\phi'$  = angolo di attrito;
- $c'$  = coesione efficace;
- $\phi'r$  = angolo di attrito residuo;
- $c'r$  = coesione residua;
- $C_u$  = coesione non drenata;
- $E_y$  = modulo di Young
- $M$  = modulo edometrico;
- $K$  = coefficiente di permeabilità.

Di seguito si riportano i valori caratteristici dei parametri geotecnici in accordo con quanto enunciato nell'aggiornamento delle NTC DM 17/01/2018 al paragrafo 6.2.2

-	$\gamma$	$\gamma_{\text{sat}}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'r$	$c'r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
	$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
Tipo di elaborazione	Distribuzione e standard	Distribuzione e standard	Distribuzione e standard	Distribuzione e T-student	Distribuzione e T-student	Valore medio	Distribuzione e standard	Distribuzione e T-student	Distribuzione e standard	Distribuzione e T-student
Numero valori	18	9	9	9	3	3	15	3	9	2
Valore considerato	5° percentile medio	5° percentile medio	5° percentile medio	5° percentile medio	5° percentile medio	Valore medio	5° percentile medio	5° percentile medio	5° percentile medio	5° percentile medio
<b>Valore caratteristico</b>	<b>1.93</b>	<b>2.03</b>	<b>20.59</b>	<b>9.50</b>	<b>8.78</b>	<b>0.00</b>	<b>69.11</b>	<b>5.81</b>	<b>3.98</b>	<b>5.92E-09</b>
Minimo	1.74	1.88	16.70	0.00	8.00	0.00	34.00	4.90	2.50	2.90E-09
Massimo	2.22	2.47	35.60	32.00	11.00	0.00	223.00	8.80	6.30	1.98E-08
Media	1.99	2.14	23.68	14.22	9.40	0.00	89.93	6.70	4.54	1.14E-08
Varianza $\sigma^2$	0.02	0.04	31.74	117.73	1.52	0.00	2403.80	2.58	1.05	7.14E-17
SQM $\sigma$	0.13	0.20	5.63	11.51	1.51	0.00	49.03	1.97	1.02	1.20E-08
$X_{5\% \text{ medio}}$	1.93	2.03	20.59	8.27	8.78	-	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
$X_{5\% \text{ minimo}}$	1.77	1.82	14.41	-	6.70	-	9.28	3.12	2.86	-
Covarianza	0.07	0.10	0.25	0.81	0.16	-	0.56	0.29	0.24	1.05

### Orizzonte II

Si rinviene dal bottom stratigrafico dell'Orizzonte II, fino alla profondità indagata con le perforazioni pari a 10 m dal p.c.

Si tratta di argille e argille marnose, a comportamento coesivo, e rappresentano il substrato geologico delle aree in studio.

L'orizzonte è stato caratterizzato con le seguenti prove geotecniche in sito:

- n. 2 prove pressiometriche di Menard;
- n. 1 prova di permeabilità in foro Lefranc a carico variabile;

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19



Cu (kPa)		E <sub>y</sub> (Mpa)		K (m/s)	
S2 MPM1	371	S2 MPM1	50.1	S2 L1	9.45E-09
S7 MPM1	158	S7 MPM1	13.7	-	-

- Cu = coesione non drenata;
- E<sub>y</sub> = modulo di Young
- K = coefficiente di permeabilità.

Di seguito si riportano i valori caratteristici dei parametri geotecnici in accordo con quanto enunciato nell'aggiornamento delle NTC DM 17/01/2018 al paragrafo 6.2.2

-	Cu	E <sub>y</sub>	k
	kPa	Mpa	(m/s)
Tipo di elaborazione	Valore medio	Valore medio	Valore medio
Numero valori	2	2	1
Valore considerato	Valore medio	Valore medio	Valore medio
Valore caratteristico	<b>264.50</b>	<b>31.90</b>	<b>9.45E-09</b>
Minimo	158.00	13.70	9.45E-09
Massimo	371.00	50.10	9.45E-09
Media	264.50	31.90	9.45E-09
Varianza $\sigma^2$	11342.25	331.24	-
SQM $\sigma$	106.50	18.20	-
X <sub>5%medio</sub>	-	-	-
X <sub>5%minimo</sub>	-	-	-
Covarianza	0.57	0.81	-

Partita IVA / Codice Fiscale e R.I. 016 69 31 06 80 • REA c/o C.C.I.A.A. di Chieti N. 147419 • Sede Legale e Laboratorio:  
Via Arenazze, 6/8 66100 CHIETI - Tel/Fax +39 0871 321631  
www.geotecnicaricci.com • e-mail: info@geotecnicaricci.com



Decreto 8502 del 22/12/2009  
Decreto 0013 del 02/02/2018



UNI EN ISO 9001:2015  
Cert. n. 3046



Attestazione n.17855AL/17/00  
OS20-B Class. II



Iscrizione n. 19

## 7.1 Aerogeneratore n. 1

È stato eseguito il sondaggio S1 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT) e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S1

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di soli 0.3 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 0.3 m fino alla profondità di 6.5 m dal p.c. – Limo sabbioso e/o argilloso con tratti marnosi, con sporadici clasti di grandezza centimetrica a forma angolare. Colore marroncino con sfumature nere, grigie.

#### Orizzonte II

Da 6.5 m a 10 m dal p.c. – Argille marnose, con intercalazioni sabbiose, e marne

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'r$	$c'r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
		$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
I	Da m 0.3 a m 6.5	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 6.5 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria di suolo
MASW - M1	533	B

## 7.2 Aerogeneratore n. 2

È stato eseguito il sondaggio S2 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT) e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Inoltre, sono state eseguite una prova di permeabilità in foro Lefranc a carico variabile ed una prova pressiométrica.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S2

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di 2.2 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 2.2 m fino alla profondità di 6.0 m dal p.c. – Limi argillosi con intercalazioni sabbiose, di colore variabile da grigio, marroncino, viola e arancione. Cristalli di gesso millimetrici alla profondità di m 4. Reagisce con HCl.

#### Orizzonte II

Da 6.0 a 10 m dal p.c. – Marna con componente sabbiosa di colore grigio. Reagisce con HCl.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'r$	$c'r$	Cu	Ey	M	k
		Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	(°)	kPa	°	kPa	kPa	MPa	MPa	m/s
I	Da m 2.2 a m 6.0	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 6.0 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	V <sub>seq</sub> (m/s)	Categoria di suolo
MASW - M2	294	C

### 7.3 Aerogeneratore n. 3

È stato eseguito il sondaggio S3 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT) e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

#### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S3

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di 1.2 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 1.2 m fino alla profondità di 7.5 m dal p.c. – Limo argilloso con intercalazioni sabbiose di vario spessore, e tratti marnosi, Colore giallo ocra, nocciola, avana, grigio.

#### Orizzonte II

Da 7.5 a 10 m dal p.c. – Argilla marnosa di colore grigio.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'r$	$c'r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
		$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
I	Da m 1.2 a m 7.5	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 7.5 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria di suolo
MASW – M3	417	B

#### 7.4 Aerogeneratore n. 4

È stato eseguito il sondaggio S4 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT) e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

#### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S4

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di soli 0.3 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 0.3 m fino alla profondità di 7.2 m dal p.c. – Alternanza di sabbia limosa e limo sabbioso con clasti di grandezza da millimetrica a centimetrica, di forma angolare. Colore giallo ocra con sfumature grigie e marroncine.

#### Orizzonte II

Da 7.2 a 10 m dal p.c. – Argilla marnosa di colore grigio.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'r$	$c'r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
		$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
I	Da m 0.3 a m 7.2	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 7.2 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria di suolo
MASW – M4	391	B

## 7.5 Aerogeneratore n. 5

E' stato eseguito il sondaggio S5 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT) e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S5

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di soli 0.4 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 0.4 m fino alla profondità di 4.4 m dal p.c. – Limo argilloso a tratti sabbioso, talora a struttura scagliosa. Clasti di grandezza da millimetrica a centimetrica, di forma angolare. Non reagisce con HCl. Colore marroncino con sfumature rosse e grigie.

#### Orizzonte II

Da 4.4 a 10 m dal p.c. – Argilla con clasti da millimetrici a centimetrici di forma angolare. Non reagisce con HCl. Colore grigio con sfumature rosse e ruggine.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'r$	$c'r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
		$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
I	Da m 0.4 a m 4.4	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 4.4 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria di suolo
MASW – M5	368	B

## 7.6 Aerogeneratore n. 6

E' stato eseguito il sondaggio S6 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT) e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Inoltre, sono state eseguite una prova di permeabilità in foro Lefranc a carico variabile ed una prova pressiométrica.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S6

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di soli 0.5 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 0.5 m fino alla profondità di 7.3 m dal p.c. – Limi argillosi, con tratti scagliosi e livelli sabbiosi. Si rinvencono minuti clasti di grandezza millimetrica, raramente centimetrica, di forma angolare. Colore variabile da marroncino, verde, grigio e ruggine. Non reagisce con HCl.

#### Orizzonte II

Da 7.3 a 10 m dal p.c. – Argille limose con clasti millimetrici di forma angolare. Colore grigio-marrone. Non reagisce con HCl.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'r$	$c'r$	Cu	Ey	M	k
		Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	(°)	kPa	°	kPa	kPa	MPa	MPa	m/s
I	Da m 0.5 a m 7.3	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 7.3 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	V <sub>seq</sub> (m/s)	Categoria di suolo
MASW – M6	395	B

## 7.7 Aerogeneratore n. 7

È stato eseguito il sondaggio S7 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT), n. 1 prova pressiométrica e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S7

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di 1.5 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 1.5 m fino alla profondità di 4.0 m dal p.c. – Limo argilloso a tratti scaglioso, con clasti centimetrici angolari. Colore marroncino con sfumature grigie e ruggine.

#### Orizzonte II

Da 4.0 a 10 m dal p.c. – Argilla con tratti scagliosi e con clasti da millimetrici a centimetrici angolari. Colore grigio con sfumature vinaccio e verdastre.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'_r$	$c'_r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
		$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
I	Da m 1.5 a m 4.0	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 4.0 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria di suolo
MASW – M7	428	B

## 7.8 Aerogeneratore n. 8

È stato eseguito il sondaggio S8 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT), n. 1 prova pressiométrica e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S8

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di 1.3 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 1.3 m fino alla profondità di 8.3 m dal p.c. – Limo argilloso a tratti scaglioso, di colore variabile da verdastro, marroncino, grigio, vinaccio rossiccio.

#### Orizzonte II

Da 8.3 a 10 m dal p.c. – Limo argilloso con tratti scagliosi di colore variabile dal grigio al rosso-vinaccio.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'_r$	$c'_r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
		$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
I	Da m 1.3 a m 8.3	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 8.3 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria di suolo
MASW – M8	401	B

## 7.9 Aerogeneratore n. 9

È stato eseguito il sondaggio S9 con avanzamento a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 10.0 m dal p.c.

Nel corso della terebrazione del sondaggio è stata ed eseguita n. 1 prova Standard Penetration Test (SPT) e prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, sottoposto a prove geotecniche di laboratorio.

Inoltre, sono state eseguite una prova di permeabilità in foro Lefranc a carico variabile ed una prova pressiométrica.

Infine, è stata eseguita una prova sismica MASW.

### Stratigrafia in corrispondenza del sondaggio S9

Il sondaggio permette di raggruppare i terreni al di sotto del terreno vegetale, peraltro avente spessore di 0.7 m, in n. 2 orizzonti aventi caratteristiche geologiche omogenee.

#### Orizzonte I

Da 0.7 m fino alla profondità di 7.5 m dal p.c. – Limo argilloso a tratti sabbioso, con diffusi clasti

#### Orizzonte II

Da 7.5 a 10 m dal p.c. – Argilla con sporadici clasti millimetrici di forma angolare. Colore grigio con sfumature color vinaccio-rossiccio e verdastro. Nessuna reazione con Hcl.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni orizzonte, i parametri geotecnici desunti dalle prove in sito e dalle prove geotecniche di laboratorio.

Orizzonte	Prof. dal p.c.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$\phi'_r$	$c'_r$	$C_u$	$E_y$	$M$	$k$
		$Mg/m^3$	$Mg/m^3$	(°)	$kPa$	°	$kPa$	$kPa$	$MPa$	$MPa$	$m/s$
I	Da m 0.7 a m 7.5	1.93	2.03	20.59	9.50	8.78	0.00	69.11	5.81	3.98	5.92E-09
II	Da m 7.5 a m 10.0	-	-	-	-	-	-	264.50	31.90	-	9.45E-09

Prova sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria di suolo
MASW – M9	303	C



## 8.0 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini eseguite hanno permesso di ricostruire il modello geologico geotecnico dei terreni di fondazione, che è stato discretizzato in due unità geotecniche, a comportamento meccanico omogeneo, che si rinvencono al di sotto del terreno vegetale pedogenizzato, avente spessore variabile da 0.3 m (S1) a 2.2 m (S2).

### Orizzonte I

Si rinviene al di sotto del terreno vegetale ed ha uno spessore compreso tra 2.5 m (sondaggio S7) e 7.0 m (Sondaggi S8 ed S9).

Si tratta di limi e argille talora sabbiosi, a comportamento coesivo, eterogenei sia in senso verticale che orizzontale.

### Orizzonte II

Si rinviene dal bottom stratigrafico dell'Orizzonte I, fino alla profondità indagata con le perforazioni pari a 10 m dal p.c.

Si tratta di argille e argille marnose, a comportamento coesivo, e rappresentano il substrato geologico delle aree in studio.

Dai parametri geotecnici dedotti dalle indagini si sono calcolati, per ciascun orizzonte, con un approccio statistico, i parametri caratteristici che andranno utilizzati in fase di progettazione.

Chieti, novembre 2022

