



## PROGETTO DEFINITIVO

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa, Maschito e Montemilone (Pz).

Titolo elaborato

Codice elaborato

**F0624DR02A**

### A.2.1 REPORT DI FINE CAMPAGNA

Scala

:-: -:-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

#### Progettazione



#### F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza  
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452  
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico  
(ing. Giovanni DI SANTO)



#### Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO  
Ing. Giuseppe MANZI  
Ing. Angelo CORRADO  
Ing. Mariagrazia PIETRAFESA  
Geom. Nicola DEMA  
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE  
Arch. Gaia TELESCA  
Sig. Vito PIERRI



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

#### Consulenze specialistiche



#### GEOLOGIA

**Dott. Geol. Maurizio Giacomino**  
Via del Ginepro, 23 - 75100 Matera  
TEL. 3409134882  
PEC: mauriziogiacomino@pec.it

#### Committente



**VENOSA srl**  
Via Dante 7 20123  
Milano

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Gennaio 2024	Prima Emissione	GM	--	--



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRETTE: PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE (ONDE P)</b>	<b>3</b>
2.1.1	ACQUISIZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI	4
2.1.2	STENDIMENTO SISMICO ST01	6
2.1.3	STENDIMENTO SISMICO ST02	8
2.1.4	STENDIMENTO SISMICO ST03	9
2.1.5	STENDIMENTO SISMICO ST04	10
<b>2.2</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRETTE: PROSPEZIONI SISMICHE MASW</b>	<b>12</b>
2.2.1	ACQUISIZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI	12
2.2.2	STENDIMENTO SISMICO MASW01	13
2.2.3	STENDIMENTO SISMICO MASW02	15
2.2.4	STENDIMENTO SISMICO MASW03	17
2.2.5	STENDIMENTO SISMICO MASW04	19
<b>2.3</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE ELASTO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE</b>	<b>23</b>
<b>2.5</b>	<b>SONDAGGI MECCANICI CONSULTATI</b>	<b>25</b>

## ALLEGATI AL TESTO

<b>TAVOLA A. 1</b>	UBICAZIONE INDAGINI IN SITU	(SCALA 1: 2.000)
<b>TAVOLA A. 2</b>	SEZIONI STRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE-ONDE P	(SCALA 1: 200)



## 1 PREMESSA

Su incarico conferitomi dal **Geol. Maurizio GIACOMINO**, con studio in Via Lucana n° 337 nel Comune di Matera (MT), è stata redatta la seguente relazione a seguito del concludersi delle indagini geognostiche realizzate nell'ambito del progetto definitivo di "Realizzazione di un Parco Eolico da Ubicare in Agro del Comune di Venosa (PZ)". Le aree interessate dall'intervento sono localizzate nella zona Nord-Est dell'ambito amministrativo del Comune di Venosa (PZ) ed in parte nella zona Nord-Ovest dell'ambito amministrativo del Comune di Montemilone (PZ), così come riportato in allegato alla **Tavola A. 1 "Ubicazione Indagini in Situ"**. La campagna di indagini geognostiche (**Tavola A. 1 "Ubicazione Indagini in Situ"**), di tipo indirette, ha visto la realizzazione di:

- **N° 4 Prospezioni Sismiche a Rifrazione** in onde P per la ricostruzione del modello sismostratigrafico e la determinazione delle principali grandezze elasto-meccaniche dei terreni investigati;
- **N° 4 Prospezioni Sismiche MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves) in onde di Rayleigh per la caratterizzazione sismica e la definizione della categoria di sottosuolo come da normativa in materia antisismica vigente.

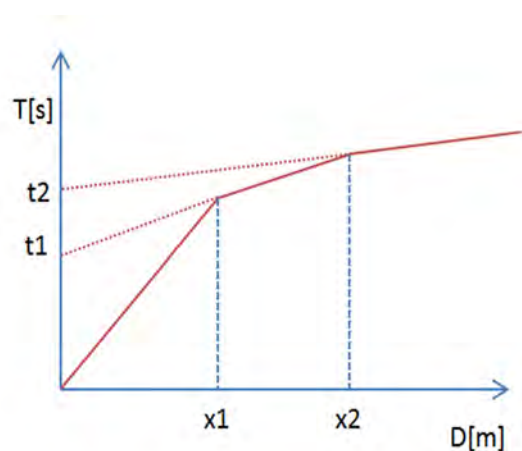
Il presente studio, volto a definire le caratteristiche litologico-stratigrafiche e sismiche del sito, è stato condotto in osservanza della normativa tecnica vigente in materia e in particolare: DM 17 Gennaio 2018 (Aggiornamento delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"), Circolare 21 Gennaio 2019 n° 7 (Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"), Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617, prescrizioni AGI 1997, OPCM 3274/03 e successive modifiche (DGR 153/04, OPCM 3519/06) nonché tenendo in debito conto le "Linee Guida per Indagini Geofisiche" redatte a cura dell'Associazione Società di Geofisica Italiana.

## 2 INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU

Per la ricostruzione del modello geologico-stratigrafico del sito e la parametrizzazione geomeccanica del volume significativo di terreno relativo all'intervento si è fatto riferimento alle informazioni fornite dall'esecuzione n° 4 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P e n° 4 prospezioni sismiche MASW le cui posizioni sono riportate in allegato alla **Tavola A. 1 "Ubicazione Indagini in Situ"**. Le prove sono state realizzate nelle immediate vicinanze dei futuri siti di realizzazione degli aerogeneratori in progetto e, in accordo con la committenza, in maniera tale da investigare il terreno di sedime cercando un giusto compromesso tra la profondità massima di investigazione e gli spazi fisici a disposizione.

### 2.1 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche a Rifrazione (Onde P)

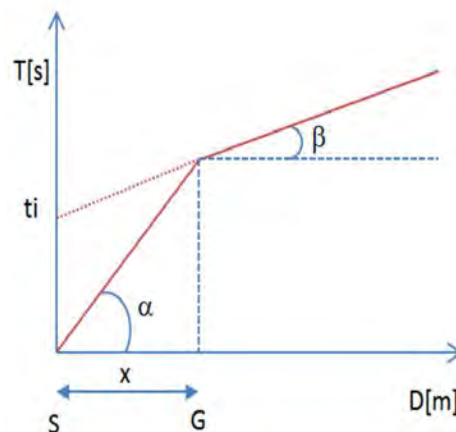
Le indagini di sismica a rifrazione (P e/o S), consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). Altro scopo è quello di tarare e vincolare l'altro metodo di indagine (MASW) per tutto lo spessore investigato dall'indagine sismica, contribuendo a diminuire l'incertezza sulla determinazione delle velocità



delle onde sismiche  $V_s$ . La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione tradizionale è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti. Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore. La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza  $\vartheta_i$  mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione  $\vartheta_r$ . La formula matematica è:  $v_2 \sin\vartheta_i = v_1 \sin\vartheta_r$ . Dove  $v_1$  e  $v_2$  sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità. Per  $v_1$

$v_2$  si ha che  $\vartheta_i > \vartheta_r$  e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per  $v_1 < v_2$  si ha che  $\vartheta_i < \vartheta_r$  ed esiste un angolo limite d'incidenza per cui  $\vartheta_r = 90^\circ$  ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'angolo limite è definito come:  $\vartheta_i = \arcsin(v_1/v_2)$ .

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo  $T$  dato dalla relazione:  $T = x_i/v_1$ , dove  $x_i$  è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione. L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità  $V_1$  del primo mezzo come:  $V_1 = 1/\tan\alpha$ .



I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette. La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo  $t_i$  che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi. Infine, dalla conoscenza dei tempi  $t_i$  è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left( t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

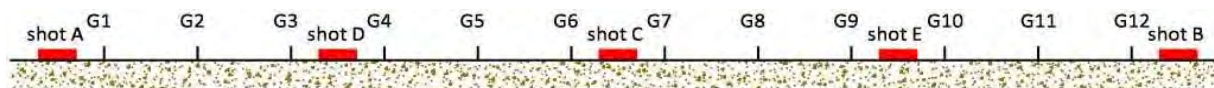
### 2.1.1 Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Le indagini sono state condotte utilizzando la seguente strumentazione:

- Sismografo con 24 canali, della ditta "PASI Srl" modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati mediante laptop;

- Sorgente di energizzazione costituita da un maglio del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra rettangolare in alluminio posta direttamente sul piano campagna per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde  $S_v$ ;
- n. 12 geofoni verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza di acquisizione pari a 4,5 Hz.

La distanza intergeofonica è stata posta pari a 4 mt per tutti gli stendimenti realizzati, denominati di seguito rispettivamente ST01, ST02, ST03, ST04, ST05, ST06, ST07, ST08 e ST09, con punti di battuta A e B poste a 5 mt rispettivamente dal 1° e dal 12° geofono, in posizione esterna allo stendimento, la battuta C posta al centro dello stendimento (fra il 6° e il 7° geofono), mentre le altre due battute intermedie D ed E poste rispettivamente tra 3° e 4° geofono e tra il 9° e il 10° geofono come riportato in **Figura 1**:



**Figura 1**-Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione

In fase di acquisizione dei sismogrammi è stato applicato un filtro passa alto, con frequenza di taglio pari a 10 Hz, per una migliore ricezione dei segnali. L'elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- Inserimento delle geometrie mediante il software EasyRefract (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- Applicazione di un filtro "low-pass" per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- *Picking* dei primi arrivi;
- Definizione delle dromocrone;
- Calcolo dromocrone traslate;
- Definizione del modello sismostratigrafico.

Bisogna precisare che, l'elaborazione dei dati di sismica a rifrazione rappresentano l'andamento dei sismostrati lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ed il modello sismostratigrafico che ne deriva rappresenta l'interpretazione degli stessi sismostrati in funzione della geologia del sito, ottenuto correlando le velocità medie di ciascun sismostrato con i dati geologici noti e le loro velocità sismiche caratteristiche. Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante puntualizzare che:

- a) I sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) La risoluzione del metodo è funzione della profondità d'indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore  $h$  ubicato a profondità  $z$  dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui  $h < 0,25 * z$ ;
- c) Nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P e quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- d) I terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Di seguito sono stati riportati, in **Tabella 1**, i valori di velocità delle onde sismiche di compressione P tipici di alcuni litotipi ricorrenti.

Litotipo	V <sub>p</sub> (m/sec)	Litotipo	V <sub>p</sub> (m/sec)
Areato superficiale	300-800	Calcere cristallino	5700-6400
Argille	1100-2900	Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Sabbia asciutta	200-1000	Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Sabbie umida	600-1800	Arenaria	1400-4500
Terreni alluvionali sciolti	400-2100	Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Acqua	1400-1500	Anidride	3500-5500
Calcere fratturato	700-4200	Gesso	1800-4000
Calcere compatto	2800-6400	Gneiss e scisti	3500-7500

**Tabella 1**-Valori di velocità tipiche delle onde di compressione P (da "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo" di Carrara-Rapolla-Roberti, "Il manuale del geologo" di Cassadio-Elmi)

### 2.1.2 Stendimento Sismico ST01

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, senza variazioni altimetriche significative, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt così come si può osservare in **Fotografia 1, 2, 3 e 4**. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento in allegato alla **Tavola A. 2 "Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P"**.





2. Indagini Geognostiche in Situ



**Fotografia 1**-Visione verso Nord-Ovest dello stendimento sismico ST01



**Fotografia 2**-Visione verso Sud-Est dello stendimento sismico ST01



**Fotografia 3**-Sismografo PASI modello GEA24



**Fotografia 4**-Geofono verticale

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando come i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. **Sismostrato A:** terreno vegetale e deposito di natura limo-sabbiosa, mediamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 452 m/sec per una profondità media di circa -2,50 mt da pc;



## 2. Indagini Geognostiche in Situ

2. **Sismostrato B**: deposito di natura sabbioso-limosa con ghiaia, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1565 m/sec per una profondità media di circa -8,90 mt da pc;
3. **Sismostrato C**: deposito di natura limoso-argillosa, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 2630 m/sec sino a fine indagine ( $\approx$ -15 mt da pc).

## 2.1.3 Stendimento Sismico ST02

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, con variazione altimetrica tra il primo e l'ultimo geofono di circa 1,80 mt, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt così come si può osservare in **Fotografia 5, 6, 7 e 8**. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento in allegato alla **Tavola A. 2 "Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P"**.



**Fotografia 5**-Visione verso Nord-Ovest dello stendimento sismico ST02



**Fotografia 6**-Visione verso Sud-Est dello stendimento sismico ST02



**Fotografia 7**-Sismografo PASI modello GEA24



**Fotografia 8**-Geofono verticale

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando come i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. **Sismostrato A:** terreno vegetale e deposito di natura limo-sabbiosa, mediamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 587 m/sec per una profondità media di circa -2,70 mt da pc;
2. **Sismostrato B:** deposito di natura sabbioso-limoso con ghiaia, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1490 m/sec per una profondità media di circa -8,40 mt da pc;
3. **Sismostrato C:** deposito di natura limoso-argilloso con sabbia, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 2189 m/sec sino a fine indagine ( $\approx$ -15 mt da pc).

#### 2.1.4 Stendimento Sismico ST03

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, senza variazioni altimetriche significative, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt così come si può osservare in **Fotografia 9, 10, 11 e 12**. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento in allegato alla **Tavola A. 2 "Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P"**.



**Fotografia 9**-Visione verso Est dello stendimento sismico ST03



**Fotografia 10**-Visione verso Ovest dello stendimento sismico ST03



Fotografia 11-Sismografo PASI modello GEA24



Fotografia 12-Geofono verticale

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando come i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. **Sismostrato A:** terreno vegetale e deposito di natura limo-sabbiosa, mediamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 397 m/sec per una profondità media di circa -2,80 mt da pc;
2. **Sismostrato B:** deposito di natura sabbioso-limosa con ghiaia, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1239 m/sec per una profondità media di circa -10,40 mt da pc;
3. **Sismostrato C:** deposito di natura limoso-argilloso con sabbia, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 2121 m/sec sino a fine indagine ( $\approx$ -15 mt da pc).

#### 2.1.5 Stendimento Sismico ST04

Lo stendimento è stato realizzato su di un'area destinata a seminativo agricolo, con variazione altimetrica tra il primo e l'ultimo geofono di circa 1,90 mt, per una estensione totale della linea sismica pari a 44 mt così come si può osservare in **Fotografia 13, 14, 15 e 16**. Per l'interpretazione litostratigrafica dell'indagine di sismica a rifrazione si faccia riferimento in allegato alla **Tavola A. 2 "Sezioni Stratigrafiche Interpretative-Onde P"**.



## 2. Indagini Geognostiche in Situ



**Fotografia 13**-Visione verso Nord-Ovest dello stendimento sismico ST04



**Fotografia 14**-Visione verso Sud-Est dello stendimento sismico ST04



Da **Fotografia 15** Sismografo PASI modello GE24



**Fotografia 16** Determinazione del valore medio di velocità delle onde di compressione

sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando come i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. **Sismostrato A:** terreno vegetale e deposito di natura limo-sabbiosa, mediamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 374 m/sec per una profondità media di circa -2,70 mt da pc;
2. **Sismostrato B:** deposito di natura sabbioso-limoso con ghiaia, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1141 m/sec per una profondità media di circa -10,30 mt da pc;
3. **Sismostrato C:** deposito di natura limoso-argilloso con sabbia, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 2068 m/sec sino a fine indagine ( $\approx$ -15 mt da pc).

## 2.2 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche MASW

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$ , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del terreno. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono di tipo dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse frequenze si propagano con diverse velocità di fase (o di gruppo) apparente (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) ovvero la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile alla specificità che le onde ad alta frequenza hanno di propagarsi negli strati più superficiali, fornendo quindi informazioni sulla parte più alta del terreno, mentre le onde a bassa frequenza, propagandosi negli strati più profondi, restituiscono indicazioni sulla parte più bassa del terreno. Il metodo MASW è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del terreno (energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da un array lineare di geofoni. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5÷10 Hz e 70÷100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del terreno, generalmente compreso nei primi 30÷50 mt, in funzione della rigidità del terreno e della caratteristica della sorgente.

### 2.2.1 Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Per il caso in esame, è stato utilizzato un sismografo a 24 canali, della ditta PASI Srl modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati e una sorgente ad impatto verticale per la generazione di onde Rayleigh rilevate da 12 geofoni aventi frequenza pari a 4,5 Hz con una spaziatura di 4 mt per tutti gli stendimenti, denominati di seguito rispettivamente MASW01, MASW02, MASW03, MASW04, MASW05, MASW06, MASW07, MASW08 e MASW09,

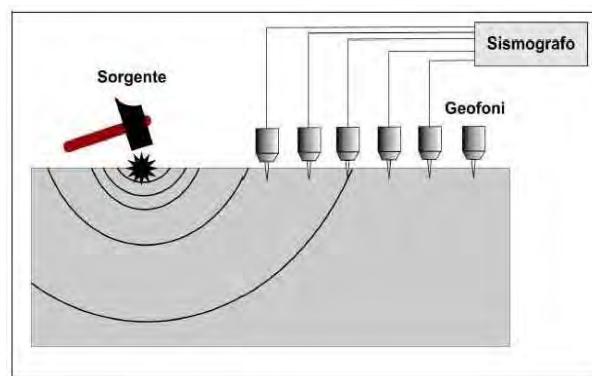


Figura 2-Schema realizzativo indagine MASW (Onde di Rayleigh)

considerando le stesse linee utilizzate per le acquisizioni delle indagini di sismica a rifrazione. Sono stati effettuati, per ogni singola indagine, n. 4 battute per l'acquisizione dei sismogrammi utilizzando degli offset minimi rispettivamente a -5 mt e -10 mt dal 1° geofono e +5 mt e +10 mt dal 12° geofono. L'intervallo di campionamento è stato pari a 1 ms (millisecondo) con un tempo di registrazione di 2 secondi. Lo schema

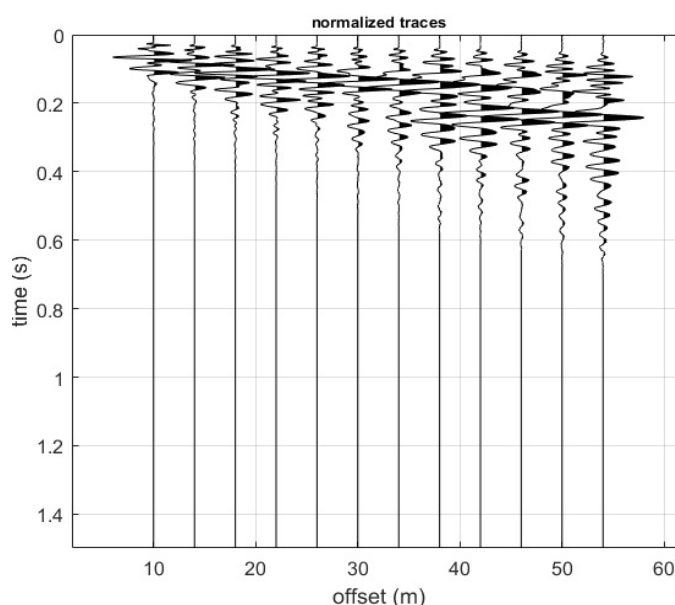
organizzativo della prova è riportata in **Figura 2**, mentre per l'ubicazione dei profili sismici si faccia riferimento in allegato alla **Tavola A. 1 "Ubicazione Indagini in Situ"**. La procedura adottata per ricostruire la distribuzione delle onde di taglio nel terreno ( $V_s$ ) può essere così descritta:

- 1) Acquisizione dei sismogrammi contenenti le onde di superficie (onde di Rayleigh con componente verticale) per un intervallo di tempo sufficiente e un'adeguata frequenza di campionamento;
- 2) Processing dei sismogrammi acquisiti individuando le onde di superficie utili alla costruzione dello spettro di velocità ed individuazione delle curve di dispersione;
- 3) Inversione dei dati usando un modello di terreno che permetta di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed ulteriori parametri in funzione della profondità compatibile con il contesto geologico in esame. Tale inversione avviene attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici che rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global search methods* o *soft computing*).

Per il trattamento e l'analisi dei dati acquisiti in situ si è utilizzato il software "WinMASW 3C" release 7.1 della EliaSoft Srl.

### 2.2.2 Stendimento Sismico MASW01

Considerando le n 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare quella che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S, si è selezionato il set di dati relativamente allo *shot* effettuato a -5 mt dal 1° geofono (**Figura 3**) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (**Figura 4**).



**Figura 3**-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità



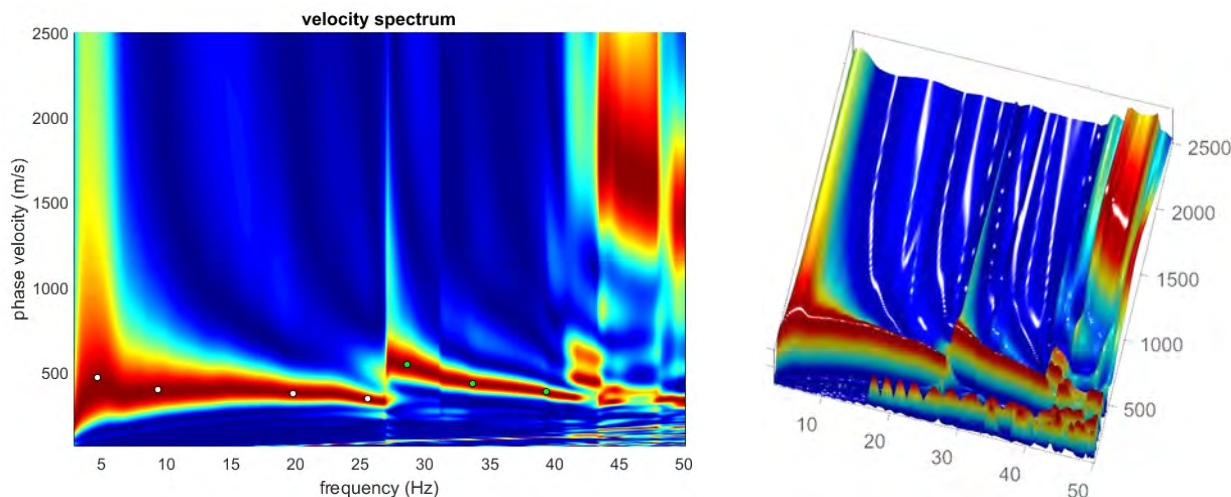


Figura 4-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi) e del primo modo superiore (pallini verdi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio  $V_S$  in funzione della profondità (Figura 5). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 22,00 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), Figura 7, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, Figura 6. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente il "misfit evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, Figura 8.

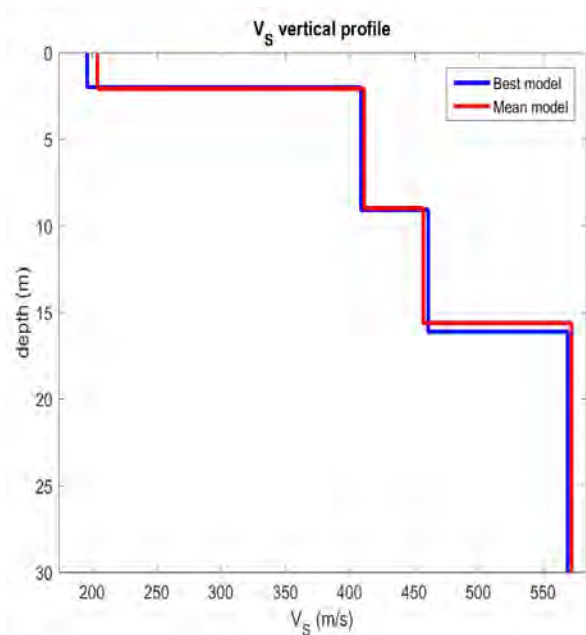


Figura 5-Profilo  $V_{S, equ} = 447$  m/sec calcolato a partire dal piano campagna

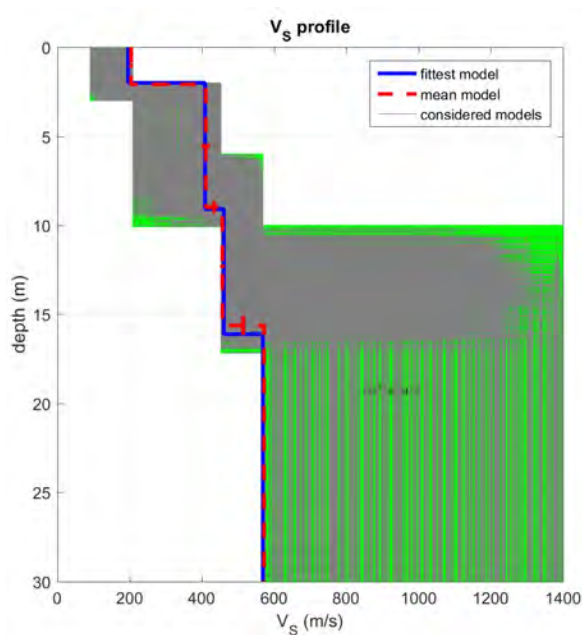


Figura 6-Modelli testati durante il processo di inversione

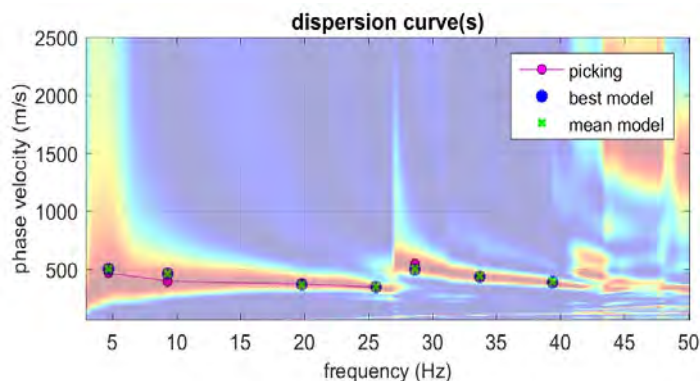


Figura 7-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative "best model" (pallini blu) e "mean model" (croci verdi)

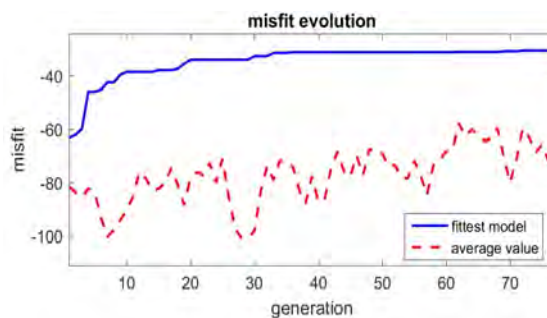


Figura 8-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

### 2.2.3 Stendimento Sismico MASW02

Considerando le n 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare quella che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S, si è selezionato il set di dati relativamente allo *shot* effettuato a -5 mt dal 1° geofono (Figura 9) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (Figura 10).

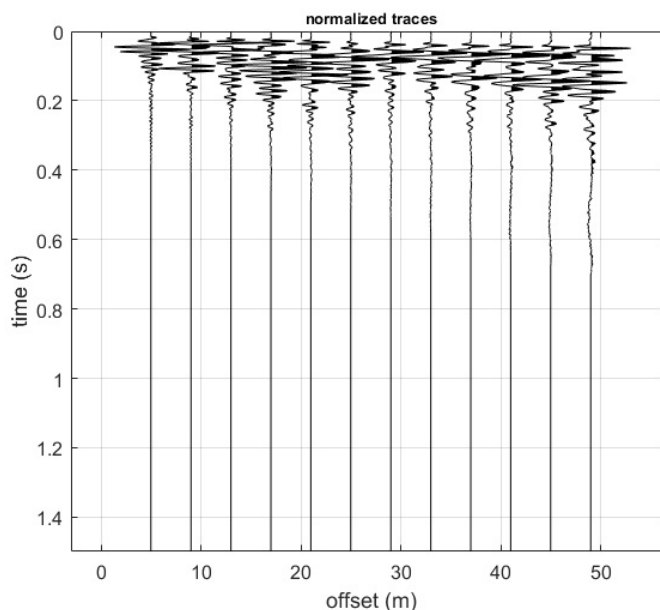


Figura 9-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

## 2. Indagini Geognostiche in Situ

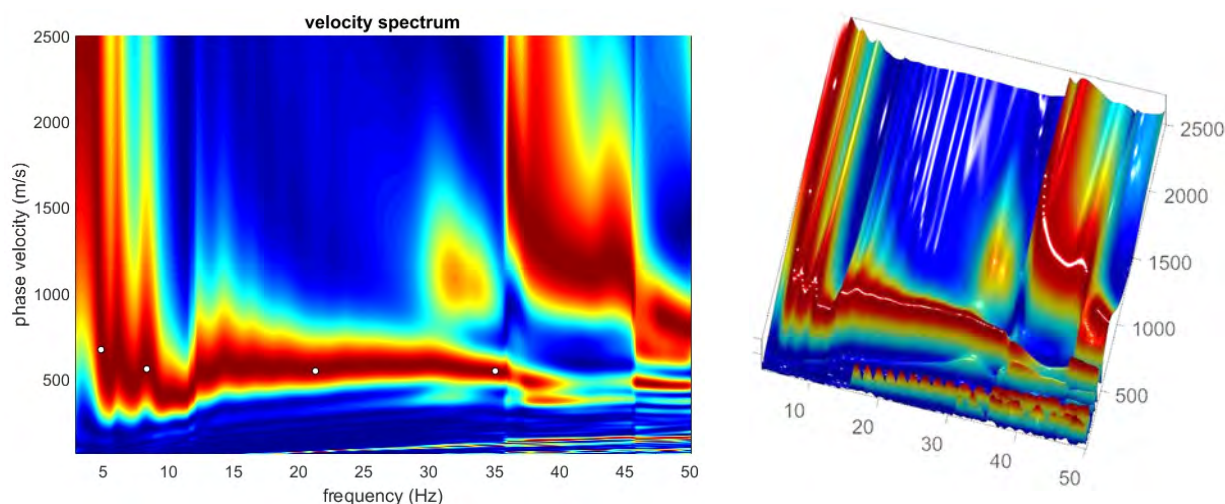


Figura 10-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio  $V_S$  in funzione della profondità (Figura 11). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 22,00 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), Figura 13, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, Figura 12. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente il "misft evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, Figura 14.

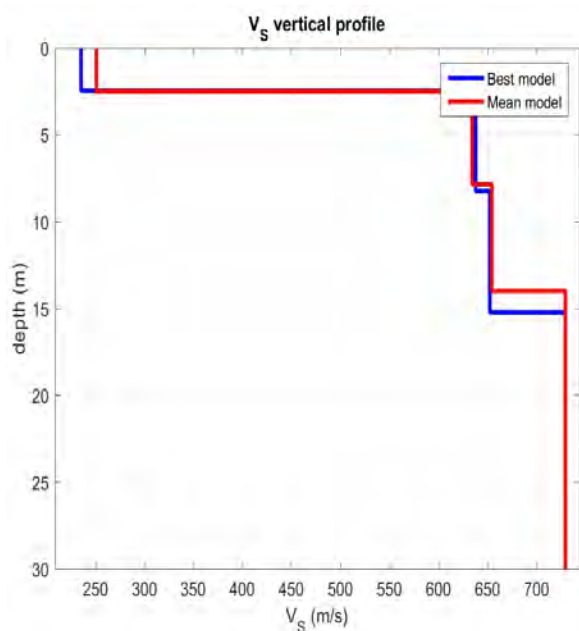


Figura 11-Profilo  $V_{S, equ} = 594$  m/sec calcolato a partire dal piano campagna

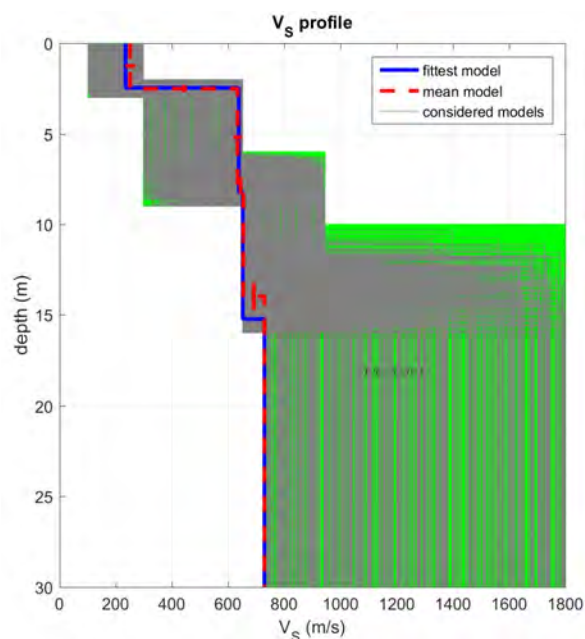
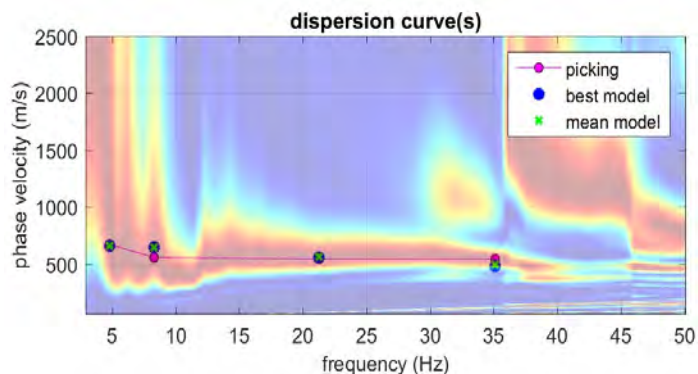
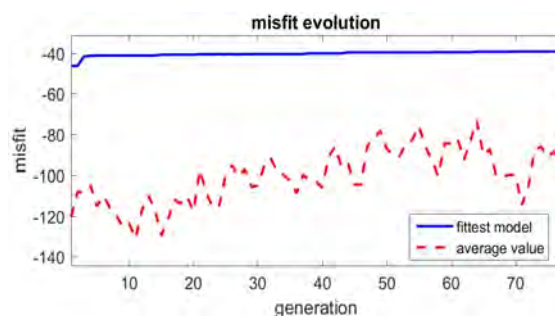


Figura 12-Modelli testati durante il processo di inversione



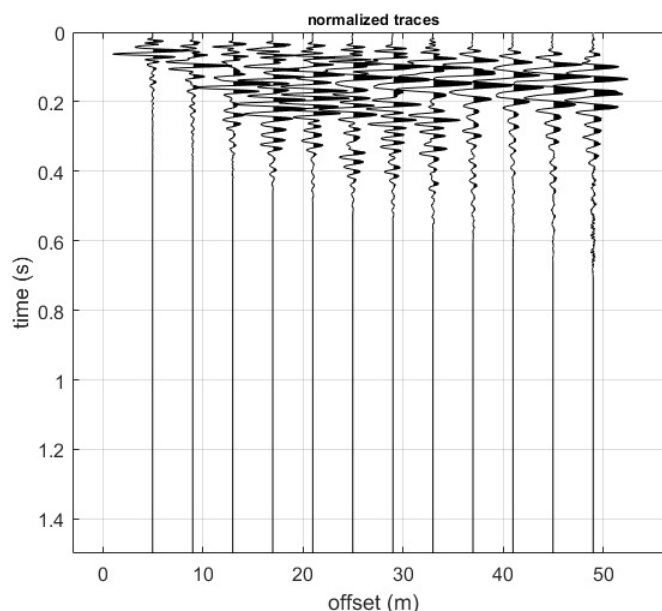
**Figura 13**-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative “best model” (pallini blu) e “mean model” (croci verdi)



**Figura 14**-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

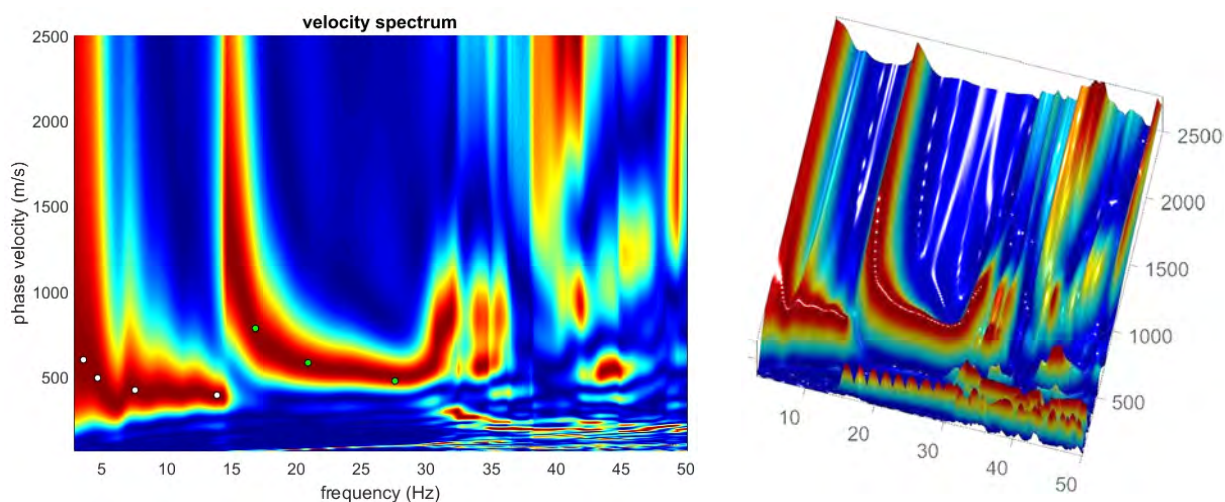
#### 2.2.4 Stendimento Sismico MASW03

Considerando le n 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare quella che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S, si è selezionato il set di dati relativamente allo *shot* effettuato a +5 mt dal 12° geofono (**Figura 15**) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (**Figura 16**).



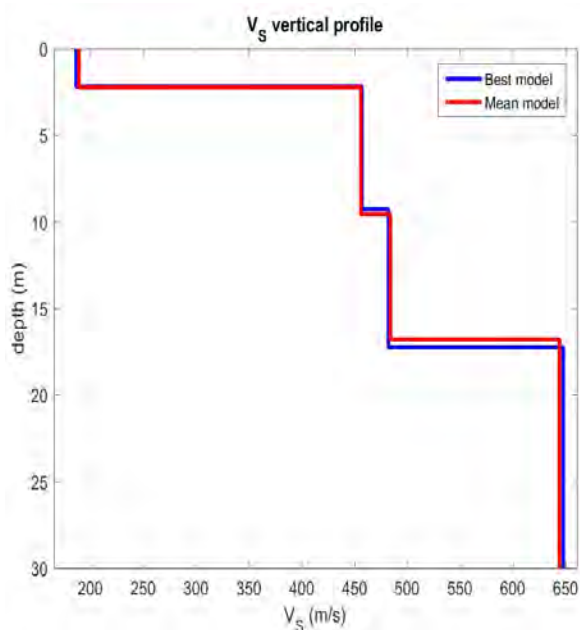
**Figura 15**-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità





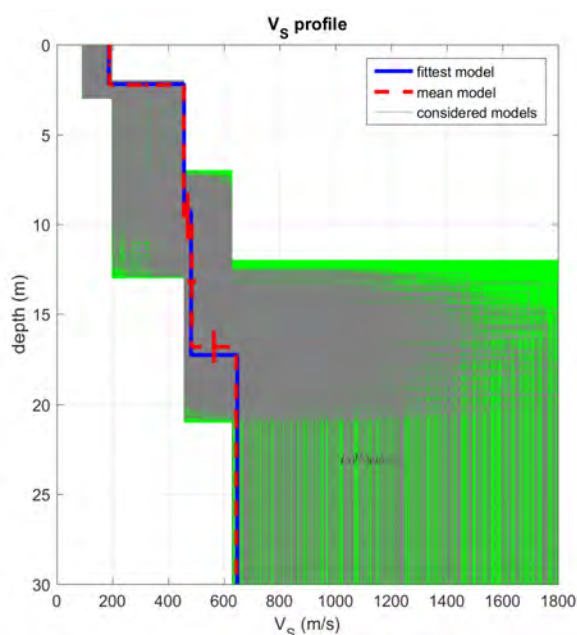
**Figura 16**-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi) e del primo modo superiore (pallini verdi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio  $V_s$  in funzione della profondità (**Figura 17**). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 22,00 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), **Figura 19**, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, **Figura 18**. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente il "misfit evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, **Figura 20**.



**Figura 17**-Profilo  $V_{s, equ} = 472$  m/sec calcolato a partire

dal piano campagna



**Figura 18**-Modelli testati durante il processo di inversione

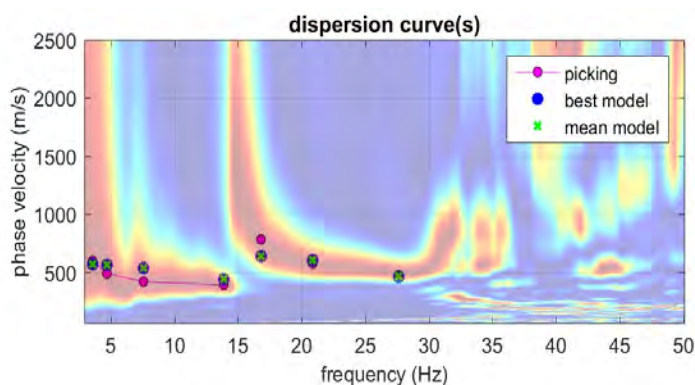


Figura 19-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative “best model” (pallini blu) e “mean model” (croci verdi)

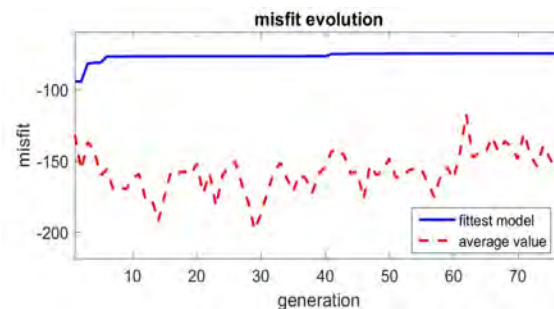


Figura 20-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

### 2.2.5 Stendimento Sismico MASW04

Considerando le n 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare quella che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S, si è selezionato il set di dati relativamente allo *shot* effettuato a -5 mt dal 1° geofono (Figura 21) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (Figura 22).

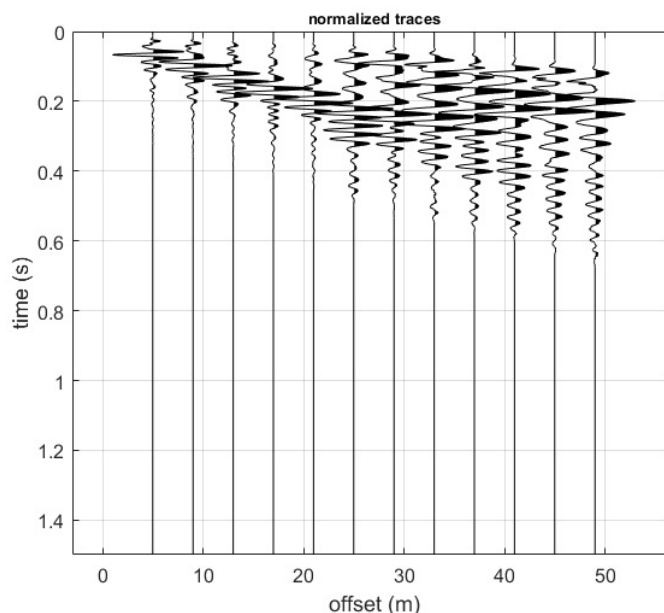
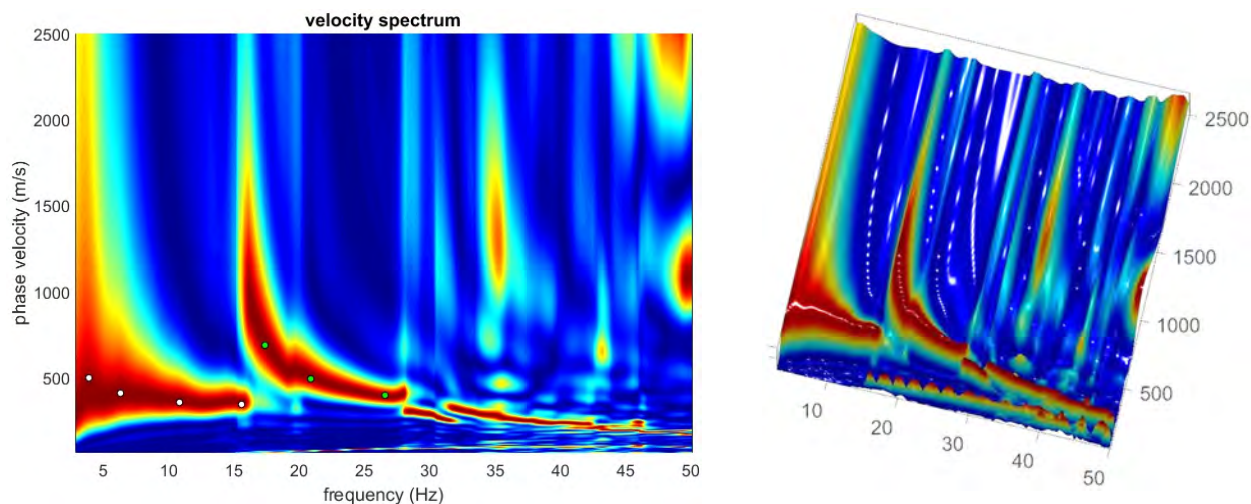


Figura 21-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

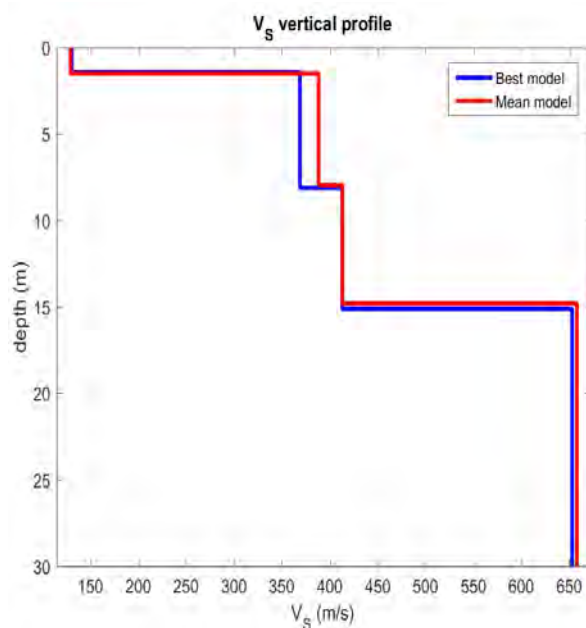


## 2. Indagini Geognostiche in Situ

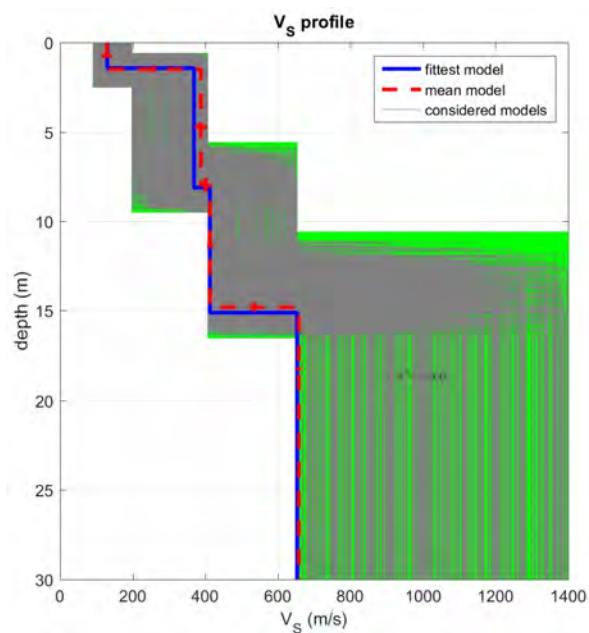


**Figura 22**-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi) e del primo modo superiore (pallini verdi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio  $V_S$  in funzione della profondità (**Figura 23**). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 22,00 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), **Figura 25**, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, **Figura 24**. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente il "misfit evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, **Figura 26**.



**Figura 23**-Profilo  $V_{S, equ} = 436$  m/sec calcolato a partire dal piano campagna



**Figura 24**-Modelli testati durante il processo di inversione

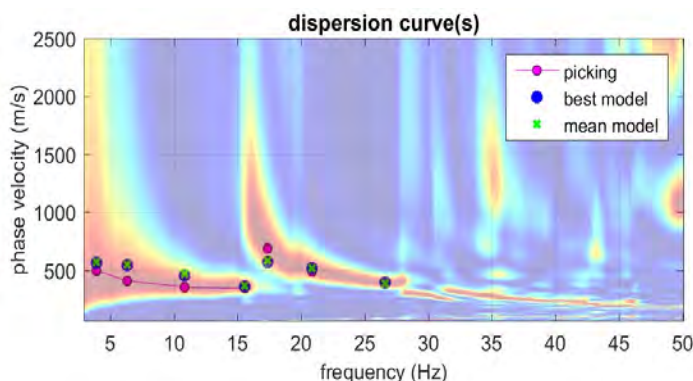


Figura 25-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative “best model” (pallini blu) e “mean model” (croci verdi)

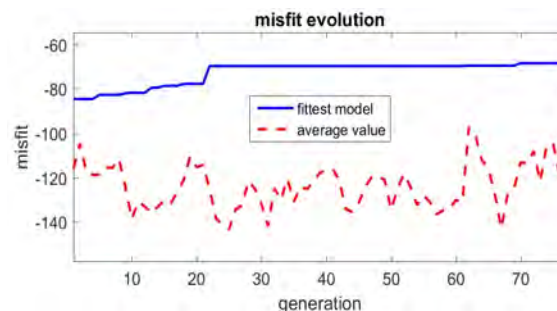


Figura 26-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

### 2.3 Classificazione del Sottosuolo di Fondazione

Sulla base delle risultanze delle indagini MASW condotte nelle aree oggetto di studio, il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi delle normative che attualmente regolano il settore (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recepita dalla Regione Basilicata con DGR n° 2000/2003, e dalle modifiche allo stesso portate dal Consiglio dei ministri con Ordinanza n° 3431 del 03/05/2005, DM 17/01/2018). Si rammenta che le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” individuano n. 5 categorie di sottosuolo e precisamente:

<b>Categoria A</b>	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>Categoria B</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
<b>Categoria C</b>	Depositati 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
<b>Categoria D</b>	Depositati 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 m/s e 180 m/s
<b>Categoria E</b>	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 30m



Le indagini MASW hanno consentito la stima dei valori delle velocità delle onde sismiche di taglio e, da queste, il calcolo della  $V_s$  equivalente risultante, applicando la seguente formula:

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

Con:

- $h_i$  spessore (in mt) dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strato;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiori a 800 m/s.

Per lo stendimento MASW01, il valore equivalente di  $V_s$  calcolato pari a **529** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo 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.**

Per lo stendimento MASW02, il valore equivalente di  $V_s$  calcolato pari a **594** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo 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.**

Per lo stendimento MASW03, il valore equivalente di  $V_s$  calcolato pari a **472** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo 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.**

Per lo stendimento MASW04, il valore equivalente di  $V_s$  calcolato pari a **436** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo 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.**



## 2.4 Caratterizzazione Elasto-Meccanica dei terreni di Fondazione

In base alle indicazioni ricavate dalle prove geofisiche, si riportano le tabelle riassuntive delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per i siti d'interesse come risultato dalle indagini svolte e specificando che tali valori devono essere intesi come valori medi. I valori delle  $V_s$  sono stati ricavati in modo indiretto dalle prove sismiche MASW. Le determinazioni dei moduli elastici (**dinamici**), eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali, cioè relative ad un modesto volume di roccia e/o terreno. I moduli elastici sismici ottenuti, possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (ad es. *Rzhevsky et alii*, 1971,  $E_{din} = 8,3 * E_{stat} + 0,97$ ) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

- **Stendimento ST01**

Sismostrato	$\bar{V}_p$	$\bar{V}_s$	$\gamma$	$\mu$	$E_y$	$G_0$	$M_0$	$\lambda$
Profondità media (mt da pc)	(m/sec)	(m/sec)	(gr/cm <sup>3</sup> )		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
A (0,00÷2,50)	452	298	1,63	0,12	323	145	140	44
B (2,50÷8,90)	1565	652	2,06	0,39	2443	876	3878	3294
C (8,90÷15,00≈)	2630	839	2,27	0,44	4613	1598	13571	12506
Sismostrato	R		$E_d$					
Profondità media (mt da pc)	(tonn/m <sup>2</sup> s)		(MPa)					
A (0,00÷2,50)	485		368					
B (2,50÷8,90)	1343		4409					
C (8,90÷15,00≈)	1904		12458					

**Tabella 2**-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini

- **Stendimento ST02**

Sismostrato	$\bar{V}_p$	$\bar{V}_s$	$\gamma$	$\mu$	$E_y$	$G_0$	$M_0$	$\lambda$
Profondità media (mt da pc)	(m/sec)	(m/sec)	(gr/cm <sup>3</sup> )		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
A (0,00÷2,70)	587	235	1,71	0,40	265	94	463	400
B (2,70÷8,40)	1490	638	2,04	0,38	2305	830	3422	2868
C (8,40÷15,00≈)	2189	652	2,20	0,45	2715	935	9295	8671
Sismostrato	R		$E_d$					
Profondità media (mt da pc)	(tonn/m <sup>2</sup> s)		(MPa)					
A (0,00÷2,70)	401		620					
B (2,70÷8,40)	1301		4001					
C (8,40÷15,00≈)	1434		8630					

**Tabella 3**-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini



- **Stendimento ST03**

Sismostrato	$\bar{V}_p$	$\bar{V}_s$	$\gamma$	$\mu$	$E_y$	$G_0$	$M_0$	$\lambda$
Profondità media (mt da pc)	(m/sec)	(m/sec)	(gr/cm <sup>3</sup> )		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,80)	397	186	1,59	0,36	150	55	177	141
<b>B</b> (2,80÷10,40)	1239	457	1,97	0,42	1170	411	2476	2201
<b>C</b> (10,40÷15,00≈)	2121	482	2,19	0,47	1499	509	9174	8834
Sismostrato	<b>R</b>		<b>E<sub>d</sub></b>					
Profondità media (mt da pc)	(tonn/m <sup>2</sup> s)		(MPa)					
<b>A</b> (0,00÷2,80)	295		284					
<b>B</b> (2,80÷10,40)	900		2764					
<b>C</b> (10,40÷15,00≈)	1055		8103					

**Tabella 4**-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini

- **Stendimento ST04**

Sismostrato	$\bar{V}_p$	$\bar{V}_s$	$\gamma$	$\mu$	$E_y$	$G_0$	$M_0$	$\lambda$
Profondità media (mt da pc)	(m/sec)	(m/sec)	(gr/cm <sup>3</sup> )		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,70)	374	130	1,57	0,43	76	27	184	167
<b>B</b> (2,70÷10,30)	1141	369	1,94	0,44	762	264	2173	1997
<b>C</b> (10,30÷15,00≈)	2068	413	2,18	0,47	1100	372	8827	8579
Sismostrato	<b>R</b>		<b>E<sub>d</sub></b>					
Profondità media (mt da pc)	(tonn/m <sup>2</sup> s)		(MPa)					
<b>A</b> (0,00÷2,70)	204		251					
<b>B</b> (2,70÷10,30)	715		2347					
<b>C</b> (10,30÷15,00≈)	900		7699					

**Tabella 5**-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini

Con:

$\bar{V}_p$ = velocità media onde di compressione;

$\bar{V}_s$ = velocità media onde di taglio;

$\gamma$ = Peso unità di volume naturale;

$\mu$ = coefficiente di Poisson;

$E_y$ = modulo di Young;

$G_0$ = modulo di taglio;

$M_0$ = modulo di compressibilità volumetrica;

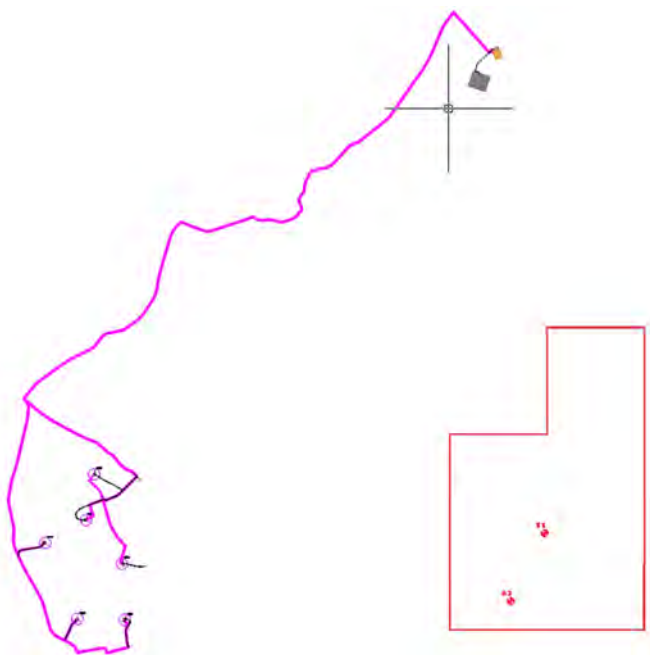
$\lambda$ = coefficiente di Lamé;

R= rigidità sismica;

$E_d$ = modulo edometrico.

## 2.5 Sondaggi meccanici consultati

I dati e le informazioni rivenienti dall'esecuzione di sondaggi meccanici condotti, nell'anno 2021, per la redazione della relazione Geologica per la progettazione del Parco Eolico "Cerentino" le cui torri eoliche sono ubicate nelle vicinanze dell'area di stretto interesse, sono sicuramente adottabili per la redazione del presente lavoro in quando hanno interessato terreni della stessa natura geologica e nella stessa situazione geomorfologica.



*Figura 28: Posizionamento dei sondaggi effettuati per il parco eolico "Cerentino" rispetto alla posizione del parco eolico "Venosa"*

I due sondaggi meccanici consultati sono stati spinti sino ad una profondità massima di -20,00 mt da piano campagna e in essi è stato eseguito il prelievo di n. 3 campioni indisturbati, tramite campionatore a pareti sottili tipo "Shelby".

A titolo esemplificativo si riportano di seguito le colonne stratigrafiche, e i relativi report fotografici, dei terreni attraversati.





# SONDAGGIO SI

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLA  
 PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELL'IMPIANTO  
 EOLICO SITO IN LOCALITÀ "CERENTINO" NEL  
 COMUNE DI MASCHITO (PZ)

Geol. F. M. COLUCCI

S.O.: Via De Giosa, 4 - 70015 NOCI (BA)  
 Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell. 338/4274387  
 P. IVA 07627640720 - www.geomodelling.it  
 e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL

COORDINATE PIANE UTM WGS 84 33T

N = 4.532.048,16 E = 576.755,05

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGGIATI	S.P.T.	CAROTAGGIO RQD PRELIEVO 20 30 40 50 60 70 80 90 100	POCKET PENETROMETER TORE VANE	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE				
SEMPLICE WIDIA	1	1,60		Limo con sabbia ghiaioso di colore marrone scuro con buona consistenza e scarsa plasticità								1				
	2			4,80	Alternanza di Sabbia con ghiaia limosa e Ghiaia con sabbia limosa di colore beige di ottima consistenza e scarsa plasticità. la frazione sabbiosa si presenta a granulometria da media a fine mentre la frazione ghiaiosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici, con dimensioni dell'ordine dal millimetro al centimetro											
	3															
	4															
	5															
	6															
	7	13,60		Ghiaia con sabbia limosa di colore giallastro, mediamente cementata. La matrice sabbiosa si presenta con granulometria da media a fine mentre la frazione ghiaiosa è costituita da elementi eterometrici e poligenici con dimensioni variabili dal centimetro al decimetro	A						A	A	2			
	8				S							S		S		
	9				S							S		S		
	10				E	-9,00						E		E		
	11				N	-9,50						N		N		
	12				T							T		T		
	13				E							E		E		
	14															3
	15															
	16															
	17															
	18															
	19															
	20															

N.B.: IL FORO È STATO RIVESTITO CON TUBAZIONE PROVVISORIA DEL DIAMETRO DI 127 MM PER UNA PROFONDITÀ DI -13,50 MT DA PC.

FONDO FORO

DATA: 20/05/2020

REDATTA DA: GEOL. FEDELE MASSIMILIANO COLUCCI

SCALA I: 100



# SONDAGGIO S1

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLA  
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELL'IMPIANTO  
EOLICO SITO IN LOCALITÀ "CERENTINO" NEL  
COMUNE DI MASCHITO (PZ)

Geol. F. M. COLUCCI  
S.O.: Via De Giosa, 4 - 70015 NOCI (BA)  
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell. 338/4274387  
P. IVA 07627640720 - www.geomodelling.it  
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL



Postazione Sondaggio S1



Cassetta Catalogatrice n°1 - da mt -0,00 a mt -5,00



Cassetta Catalogatrice n°2 - da mt -5,00 a mt -10,00



Cassetta Catalogatrice n°3 - da mt -10,00 a mt -15,00



Cassetta Catalogatrice n°4 - da mt -15,00 a mt -20,00



# SONDAGGIO S2

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLA  
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELL'IMPIANTO  
EOLICO SITO IN LOCALITÀ "CERENTINO" NEL  
COMUNE DI MASCHITO (PZ)

Geol. F. M. COLUCCI

S.O.: Via De Giosa, 4 - 70015 NOCI (BA)  
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell. 338/4274387  
P. IVA 07627640720 - www.geomodelling.it  
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL

COORDINATE PIANE UTM WGS 84 33T

N = 4.531.080,56 E = 576.271,86

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGGIATI	S.P.T.	CAROTAGGIO RQD PRELIEVO 20 30 40 50 60 70 80 90 100	POCKET PENETROMETER TORE/VALE	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE	
SEMPLICE WIDIA	1	0,80		Limo sabbioso debolmente ciottoloso di colore marroncino scarsamente consistente									
	2	3,00		Limo con sabbia di colore marrone scuro con buona consistenza e media plasticità. Presenza di lenti decimetriche di natura ghiaiosa ad elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni dell'ordine centimetrico								1	
	3												
	4												
	5	5,90		Alternanza di Sabbia con ghiaia limosa e Ghiaia con sabbia limosa di colore beige di ottima consistenza e scarsa plasticità. la frazione sabbiosa si presenta a granulometria da media a fine mentre la frazione ghiaiosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici, con dimensioni dell'ordine dal millimetro al centimetro	A		A			A	A	2	
	6												
	7						S	-8,00	S		S	S	
	8						S	-8,50	S		S	S	
	9				E		E			E	E	3	
	10				N		N		N	N			
	11				T		T		T	T			
	12				E		E			I	I	4	
	13												
	14	10,30		Ghiaia con sabbia limosa di colore giallastro, mediamente cementata. La matrice sabbiosa si presenta con granulometria da media a fine mentre la frazione ghiaiosa è costituita da elementi eterometrici e poligenici con dimensioni variabili dal centimetro al decimetro									
	15												
	16												
	17												
	18												
	19												
	20												

N.B.: IL FORO È STATO RIVESTITO CON TUBAZIONE PROVVISORIA DEL DIAMETRO DI 127 MM PER UNA PROFONDITÀ DI -15,00 MT DA PC.

FONDO FORO

DATA: 21/05/2020

REDATTA DA: GEOL. FEDELE MASSIMILIANO COLUCCI

SCALA I: 100





# SONDAGGIO S2

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

Geol. F. M. COLUCCI

S.O.: Via De Giosa, 4 - 70015 NOCI (BA)  
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell. 338/4274387  
P. IVA 07627640720 - www.geomodelling.it  
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLA  
PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELL'IMPIANTO  
EOLICO SITO IN LOCALITÀ "CERENTINO" NEL  
COMUNE DI MASCHITO (PZ)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL



Postazione Sondaggio S2



Cassetta Catalogatrice n°1 - da mt -0,00 a mt -5,00



Cassetta Catalogatrice n°2 - da mt -5,00 a mt -10,00



Cassetta Catalogatrice n°3 - da mt -10,00 a mt -15,00



Cassetta Catalogatrice n°4 - da mt -15,00 a mt -20,00

**QUADRO RIASSUNTIVO E INTERPRETATIVO DELLE ANALISI GEOTECNICHE  
REALIZZAZIONE PARCO EOLICO NEL COMUNE DI MASCHITO (PZ)**

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	$Y_v$ KN/m <sup>3</sup>	$Y_d$ KN/m <sup>3</sup>	$Y_{sat}$ KN/m <sup>3</sup>	$Y_s$ KN/m <sup>3</sup>	e	n	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m <sup>2</sup> - $\varphi^\circ$	TG CD residuo c KN/m <sup>2</sup> - $\varphi^\circ$	CLASSIFICAZIONE CNR- UNI 10006	
1	1	4.00 - 4.50	23.14	17.56	14.26	18.89	26.53	0.860	46.25	71.35	42.29	27.03	26.08	4.59	35	24	11	11.70	27.6°		A - 2 - 6 CL
1	2	9.00 - 9.50	11.69	19.25	17.24	20.73	26.50	0.538	34.96	57.63	63.17	23.02	11.85	1.95	29	19	10	5.44	29.7°		A - 2 - 4 CL
2	1	8.00 - 8.50	19.02	19.27	16.19	20.10	26.58	0.642	39.09	78.78	40.80	26.28	26.82	6.10	31	21	10	7.13	28.1°		A - 2 - 4 CL

Legenda:

W = Umidità naturale -  $w_r$  = Peso di volume naturale -  $y_d$  = Peso di volume secco -  $y_s$  = Peso specifico - e = Indice dei vuoti - n = Porosità - S<sub>r</sub> = Grado di saturazione -  $\gamma_{sat}$  = peso di volume saturo - L.L. = Limite liquido

L.P. = Limite plastico - IP = Indice plastico - c = Coesione non drenata -  $\varphi^\circ$  = Angolo di attrito interno



Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 987T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)
Sondaggio n° 1	Campione n° 1 Profondità: 4.00 - 4.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q5 Tipo contenitore Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone rossastro

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME  
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm <sup>2</sup>
Volume del provino	72.00	72.00	cm <sup>3</sup>

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	126.16	126.72	g
Volume provino	72.00	72.00	cm <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume	17.52	17.60	KN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume medio	17.56		KN/m <sup>3</sup>

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020



Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 988T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)
Sondaggio n° 1	Campione n° 1 Profondità: 4.00 - 4.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone rossastro

**MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA  
(ASTM D2216)**

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	100.06	97.84	g
Massa tara + massa campione umido	1395.22	1366.15	g
Massa tara + massa campione secco	1155.37	1124.4	g
Contenuto naturale d'acqua	22.73	23.55	%
Contenuto naturale medio d'acqua	23.14		%

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 02.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 989T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1
		Profondità	4.00 - 4.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone rossastro		

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI  
(ASTM D854)**

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa picnometro	36.67	36.88	g
Massa picnometro + massa campione secco	62.19	62.32	g
Massa campione secco	25.52	25.44	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	166.37	174.61	g
Massa picnometro + massa acqua	140.85	149.17	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	156.76	165.01	g
Volume del campione	9.61	9.6	cm <sup>3</sup>
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.56	26.50	kN/m <sup>3</sup>
<b>Peso specifico dei grani medio a T=20°C</b>	<b>26.53</b>		<b>kN/m<sup>3</sup></b>

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

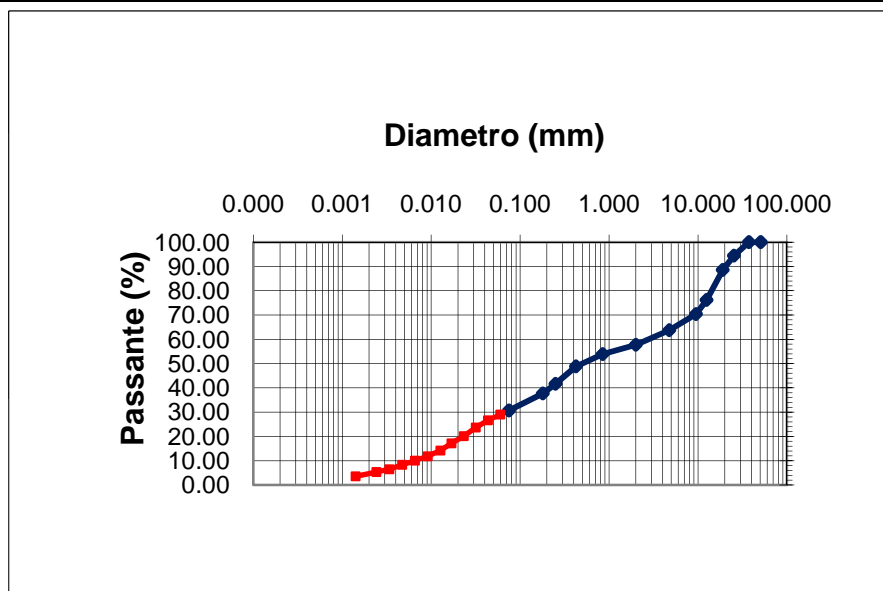
**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 990T Del 08.06.2020**

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

<b>Località prelievo campione</b>	MASCHITO (PZ)		
<b>Sondaggio n°</b>	1	<b>Campione n°</b>	1
		<b>Profondità:</b>	4.00 - 4.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5	<b>Tipo di contenitore:</b>	Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone rossastro		

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE**

**ASTM D422**



d10 (mm)= 0.00651
d30 (mm)= 0.06885
d50 (mm)= 0.57622
d60 (mm)= 3.04492
d90 (mm)= 0.03564

Ghiaia = 42.29 %
Sabbia = 27.03 %
Limo = 26.08 %
Argilla = 4.59 %

**CNR-UNI 10006  
A - 2 - 6 CL**

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05973	29.00
37.50	100.00	0.04342	26.63
25.40	94.44	0.03172	23.67
19.000	88.55	0.02326	20.12
12.500	76.19	0.01693	17.16
9.500	70.36	0.01270	14.20
4.750	63.74	0.00917	11.84
2.000	57.71	0.00658	10.06
0.850	53.88	0.00472	8.29
0.425	48.85	0.00338	6.51
0.250	41.65	0.00242	5.33
0.180	37.68	0.00141	3.55
0.075	30.67		

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 991T Del 08.06.2020**

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

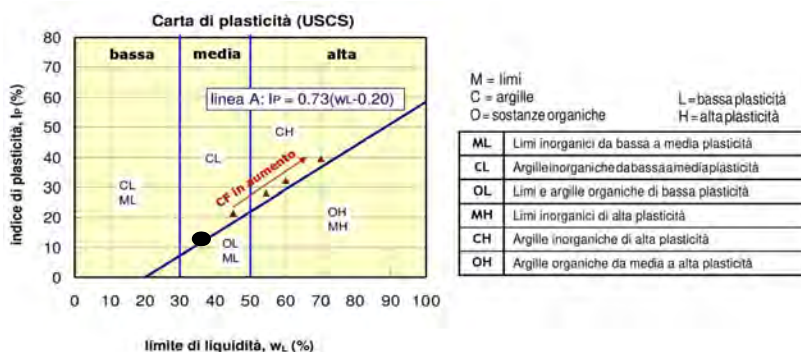
<b>Località prelievo campione</b>	MASCHITO (PZ)
<b>Sondaggio n°</b> 1	<b>Campione n°</b> 1 <b>Profondità:</b> 4.00 - 4.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5 <b>Tipo contenitore:</b> Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone rossastro

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO  
(ASTM D4318)**

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	12	22	32	
Massa campione umido + tara	28.40	28.22	28.02	g
Massa campione secco + tara	25.70	25.60	25.50	g
Massa acqua contenuta	2.70	2.62	2.52	g
Massa tara	18.18	18.17	18.05	g
Massa campione secco	7.52	7.43	7.45	g
Contenuto d'acqua	35.90	35.26	33.83	%
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>35.00</b>			<b>%</b>

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	18.44	18.22	g
Massa campione secco + tara	16.77	16.55	g
Massa acqua contenuta	1.67	1.67	g
Massa tara	9.71	9.61	g
Massa campione secco	7.06	6.94	g
Contenuto d'acqua	23.65	24.06	%
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>24.00</b>		<b>%</b>

<b>INDICE PLASTICO</b>	<b>11.00</b>	<b>%</b>
------------------------	--------------	----------



**Data Inizio Prova: 03.06.2020**

**Data Fine Prova: 05.06.2020**

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 992T Del 08.06.2020

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

<b>Località prelievo campioni</b>	MASCHITO (PZ)		
<b>Sondaggio n°</b>	1	<b>Campione n°</b>	1
		<b>Profondità:</b>	4.00 - 4.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5	<b>Tipo contenitore</b>	Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone rossastro		

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(ASTM D 3080)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

**Caratteristiche fisiche dei provini**

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	23.14	23.15	23.16	%
Peso dell'unità di volume	17.56	17.56	17.56	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani	26.53	26.53	26.53	kN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume secco	14.26	14.26	14.26	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.860	0.861	0.861	
Grado di saturazione	71.35	71.37	71.39	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	35.67	35.68	35.69	%
Peso dell'unità di volume	17.95	17.95	17.95	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani	26.53	26.53	26.53	kN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume secco	13.23	13.23	13.23	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	1.005	1.005	1.005	
Grado di saturazione	94.14	94.16	94.17	%

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA**

<b>Altezza media</b>	2.0 cm	<b>Lato</b>	6.0 cm	<b>Area media</b>	36.00 cm <sup>2</sup>	<b>Volume medio</b>	72.0 cm <sup>3</sup>
<b>Tipo di scatola</b>	Quadrata		<b>Velocità di deformazione</b>	5.00E-08 m/s			
<b>Tipo di campione</b>	indisturbato						
<b>Tensione Normale provino 1</b>	100.00	kPa					
<b>Tensione Normale provino 2</b>	200.00	kPa					
<b>Tensione Normale provino 3</b>	300.00	kPa					

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020





Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 992T Del 08.06.2020

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
**Calcoli della fase di taglio**

Provino 1

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.22	15.40	-1.4
0.47	32.72	-2.6
0.75	44.74	-3.4
1.09	52.92	-4
1.33	58.21	-4.4
1.52	61.10	-4.8
1.66	62.54	-5.1
1.7	63.03	-5.3
1.83	63.03	-5.4
1.95	62.54	-5.6

Provino 2

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.19	26.46	-2.3
0.45	56.77	-3.8
0.78	77.94	-5.2
1.15	93.82	-6.4
1.43	104.40	-7.2
1.66	110.66	-7.7
1.85	114.50	-8
2.02	116.91	-8.3
2.17	117.87	-8.5
2.32	117.87	-8.7
2.44	117.87	-8.9

Provino 3

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.28	36.08	-2.4
0.63	72.65	-4.3
0.97	102.00	-5.7
1.22	127.98	-7
1.55	141.45	-8.2
1.84	152.03	-9.1
2.11	159.73	-9.9
2.35	163.58	-10.7
2.52	166.46	-11.3
2.65	167.43	-11.7
2.78	167.43	-12
2.92	167.43	-12.2

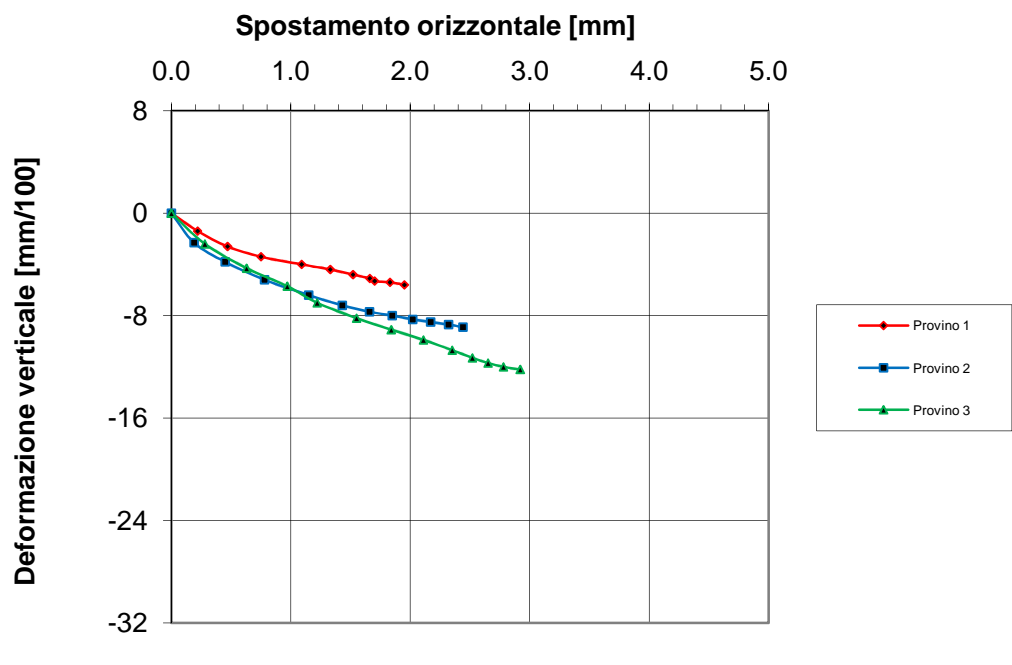
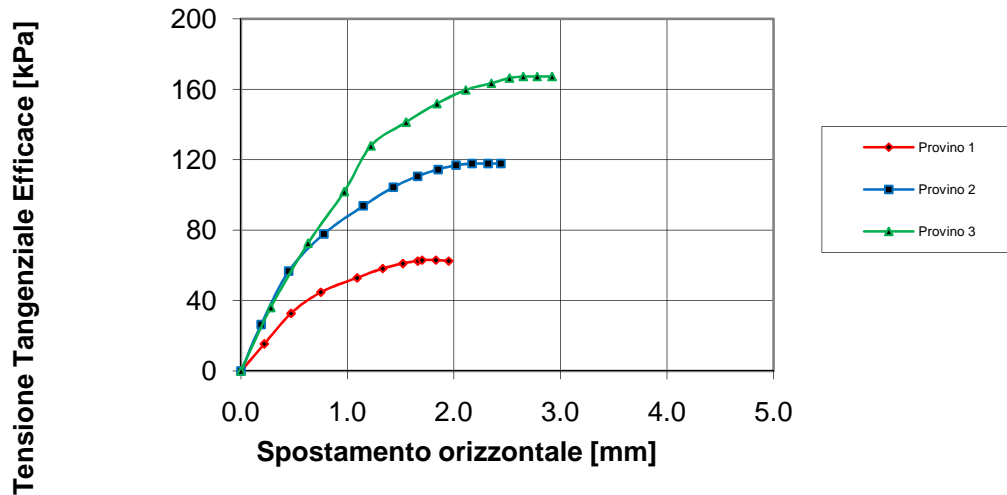
$\delta x$ =Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa);  $\delta h$  =Deformazione Verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 992T Del 08.06.2020

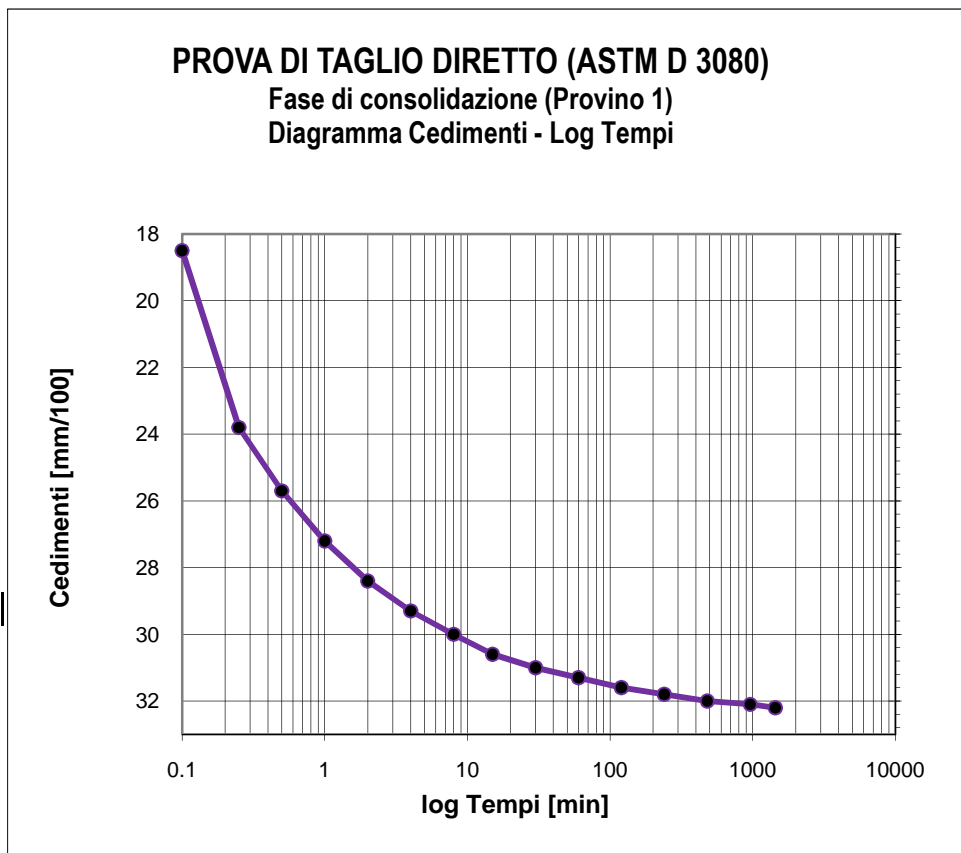
### PROVA DI TAGLIO DIRETTO Diagrammi della fase di taglio



Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 992T Del 08.06.2020



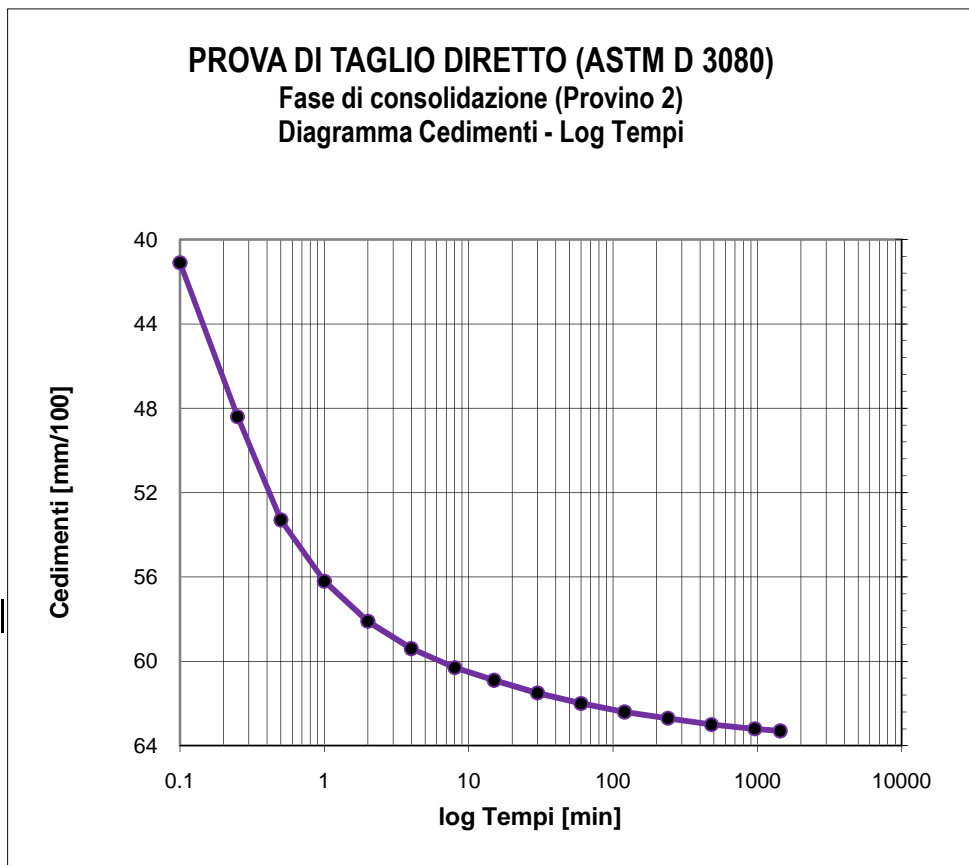
Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	18.5
0.25	23.8
0.5	25.7
1	27.2
2	28.4
4	29.3
8	30
15	30.6
30	31
60	31.3
120	31.6
240	31.8
480	32
960	32.1
1440	32.2

Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	110.03	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 992T Del 08.06.2020



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	41.1
0.25	48.4
0.5	53.3
1	56.2
2	58.1
4	59.4
8	60.3
15	60.9
30	61.5
60	62
120	62.4
240	62.7
480	63
960	63.2
1440	63.3

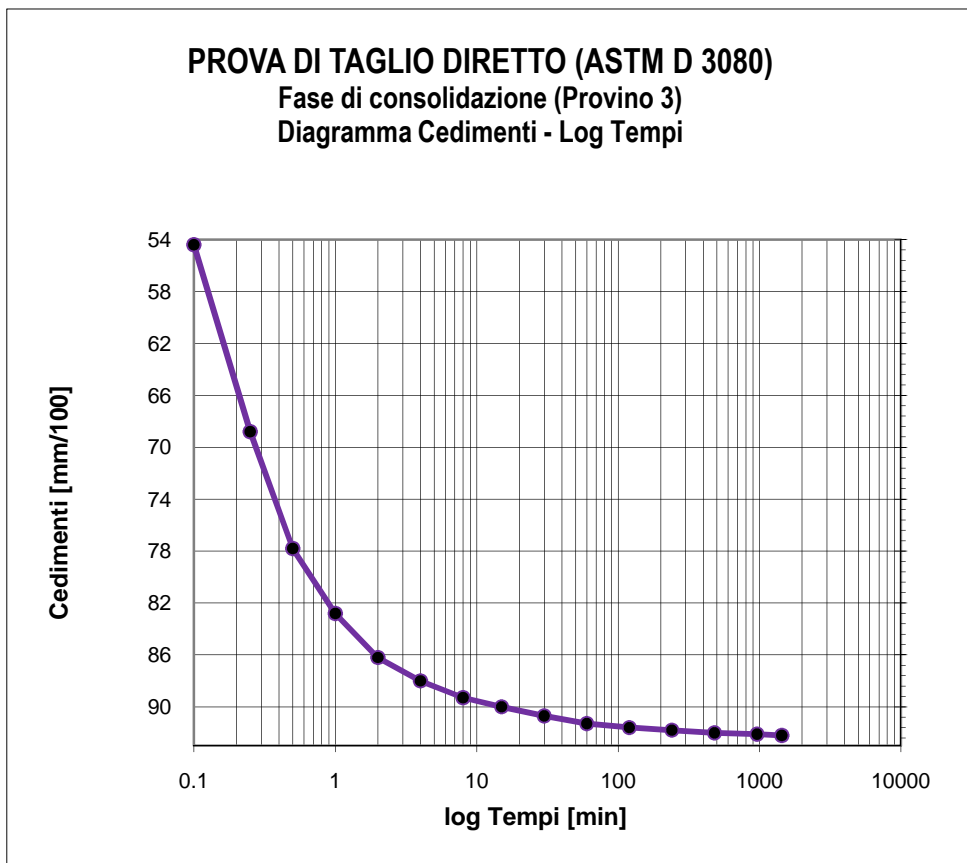
Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	113.44	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020



**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 992T Del 08.06.2020**



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	54.4
0.25	68.8
0.5	77.8
1	82.8
2	86.2
4	88
8	89.3
15	90
30	90.7
60	91.3
120	91.6
240	91.8
480	92
960	92.1
1440	92.2

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	111.02	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 993T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)
Sondaggio n° 1	Campione n° 2 Profondità: 9.00 - 9.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Ghiaia in matrice argilloso - sabbiosa di colore marroncino

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**  
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm <sup>2</sup>
Volume del provino	72.00	72.00	cm <sup>3</sup>

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	138.31	138.9	g
Volume provino	72.00	72.00	cm <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume	19.21	19.29	KN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume medio	19.25		KN/m <sup>3</sup>

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 994T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 2	Profondità:	9.00 - 9.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Ghiaia in matrice argilloso - sabbiosa di colore marroncino		

**MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA  
(ASTM D2216)**

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	101.65	101.22	g
Massa tara + massa campione umido	1542.75	1511.61	g
Massa tara + massa campione secco	1395.67	1360.25	g
Contenuto naturale d'acqua	11.37	12.02	%
Contenuto naturale medio d'acqua	11.69		%

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 02.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 995T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 2	Profondità	9.00 - 9.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Ghiaia in matrice argilloso - sabbiosa di colore marroncino		

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI  
(ASTM D854)**

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa picnometro	36.24	35.98	g
Massa picnometro + massa campione secco	61.75	61.41	g
Massa campione secco	25.51	25.43	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	169.92	164.50	g
Massa picnometro + massa acqua	144.41	139.07	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	160.29	154.91	g
Volume del campione	9.63	9.59	cm <sup>3</sup>
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.49	26.52	kN/m <sup>3</sup>
<b>Peso specifico dei grani medio a T=20°C</b>	<b>26.50</b>		<b>kN/m<sup>3</sup></b>

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

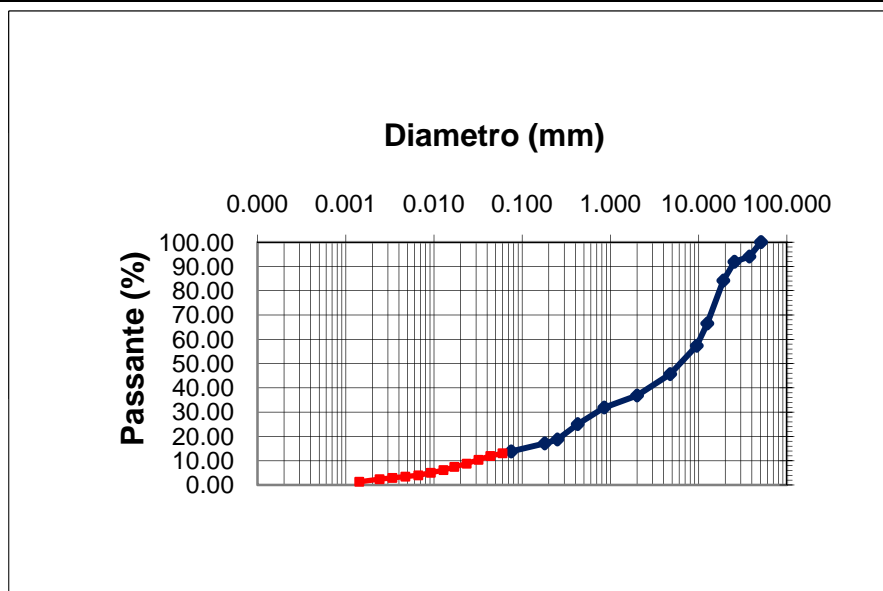
**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 996T Del 08.06.2020**

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

<b>Località prelievo campione</b>	MASCHITO (PZ)		
<b>Sondaggio n°</b>	1	<b>Campione n°</b>	2
		<b>Profondità:</b>	9.00 - 9.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5	<b>Tipo di contenitore:</b>	Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Ghiaia in matrice argilloso - sabbiosa di colore marroncino		

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE**

**ASTM D422**



d10 (mm)= 0.02986
d30 (mm)= 0.73258
d50 (mm)= 7.03873
d60 (mm)= 10.3768
d90 (mm)= 23.8983

Ghiaia = 63.17 %
Sabbia = 23.02 %
Limo = 11.85 %
Argilla = 1.95 %

**CNR-UNI 10006  
A - 2 - 4 CL**

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05973	13.05
37.50	94.06	0.04342	11.98
25.40	91.89	0.03192	10.39
19.000	84.17	0.02340	8.79
12.500	66.51	0.01702	7.46
9.500	57.31	0.01277	6.12
4.750	45.64	0.00921	5.06
2.000	36.83	0.00664	3.99
0.850	31.89	0.00474	3.46
0.425	25.05	0.00338	2.93
0.250	18.73	0.00242	2.40
0.180	17.11	0.00142	1.33
0.075	13.80		

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020



**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 997T Del 08.06.2020**

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

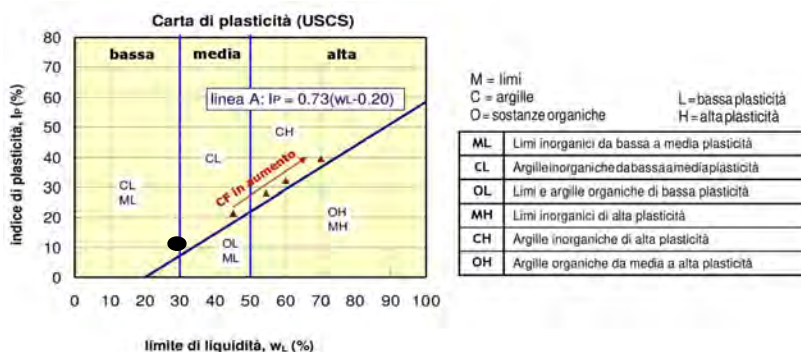
<b>Località prelievo campione</b>	MASCHITO (PZ)
<b>Sondaggio n°</b> 1	<b>Campione n°</b> 2 <b>Profondità:</b> 9.00 - 9.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5 <b>Tipo contenitore:</b> Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Ghiaia in matrice argilloso - sabbiosa di colore marroncino

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO  
(ASTM D4318)**

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	11	21	31	
Massa campione umido + tara	28.04	28.16	28.08	g
Massa campione secco + tara	25.65	25.85	25.86	g
Massa acqua contenuta	2.39	2.31	2.22	g
Massa tara	17.94	18.01	17.89	g
Massa campione secco	7.71	7.84	7.97	g
Contenuto d'acqua	31.00	29.46	27.85	%
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>29.00</b>			<b>%</b>

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	19.44	20.07	g
Massa campione secco + tara	18.10	18.79	g
Massa acqua contenuta	1.34	1.28	g
Massa tara	11.20	12.03	g
Massa campione secco	6.90	6.76	g
Contenuto d'acqua	19.42	18.93	%
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>19.00</b>		<b>%</b>

<b>INDICE PLASTICO</b>	<b>10.00</b>	<b>%</b>
------------------------	--------------	----------



Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 998T Del 08.06.2020

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

<b>Località prelievo campioni</b>	MASCHITO (PZ)		
<b>Sondaggio n°</b>	1	<b>Campione n°</b>	2
		<b>Profondità:</b>	9.00 - 9.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5	<b>Tipo contenitore</b>	Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Ghiaia in matrice argilloso - sabbiosa di colore marroncino		

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(ASTM D 3080)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

**Caratteristiche fisiche dei provini**

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	11.69	11.72	11.71	%
Peso dell'unità di volume	19.25	19.25	19.25	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani	26.50	26.50	26.50	kN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume secco	17.24	17.23	17.23	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.538	0.538	0.538	
Grado di saturazione	57.63	57.73	57.70	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	25.45	25.44	25.43	%
Peso dell'unità di volume	19.49	19.51	19.53	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani	26.50	26.50	26.50	kN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume secco	15.54	15.55	15.57	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.706	0.704	0.702	
Grado di saturazione	95.57	95.79	96.00	%

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA**

<b>Altezza media</b>	2.0 cm	<b>Lato</b>	6.0 cm	<b>Area media</b>	36.00 cm <sup>2</sup>	<b>Volume medio</b>	72.0 cm <sup>3</sup>
<b>Tipo di scatola</b>	Quadrata	<b>Velocità di deformazione</b>		5.00E-08 m/s			
<b>Tipo di campione</b>	indisturbato						
<b>Tensione Normale provino 1</b>	100.00	kPa					
<b>Tensione Normale provino 2</b>	200.00	kPa					
<b>Tensione Normale provino 3</b>	300.00	kPa					

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020



**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 998T Del 08.06.2020**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
**Calcoli della fase di taglio**

Provino 1

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.21	11.74	-1.8
0.44	29.60	-3.4
0.77	43.37	-4.7
1.09	52.56	-5.5
1.31	57.15	-6
1.55	59.70	-6.6
1.73	61.23	-7
1.88	62.25	-7.3
2.02	62.25	-7.5
2.15	62.25	-7.7

Provino 2

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.24	23.47	-2.3
0.53	54.60	-4.2
0.8	76.54	-5.7
1.11	92.87	-7.2
1.45	105.12	-8.4
1.77	113.79	-9.2
2.05	117.36	-9.8
2.23	119.41	-10.3
2.38	120.43	-10.7
2.53	120.43	-11
2.66	120.43	-11.2

Provino 3

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.21	41.84	-2.1
0.54	89.30	-4.4
0.88	118.89	-6.2
1.33	146.96	-7.7
1.67	159.72	-9.2
2.08	166.86	-10.5
2.33	170.94	-11.8
2.51	173.49	-13.3
2.68	175.54	-14.5
2.85	176.56	-15.3
2.99	176.56	-15.8
3.13	176.56	-16.2

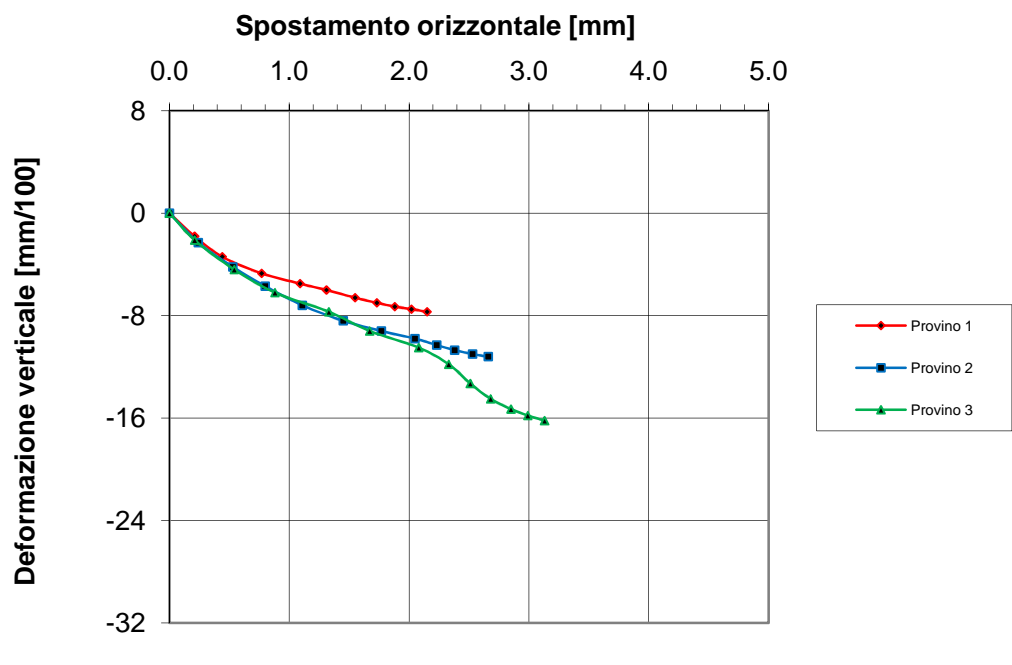
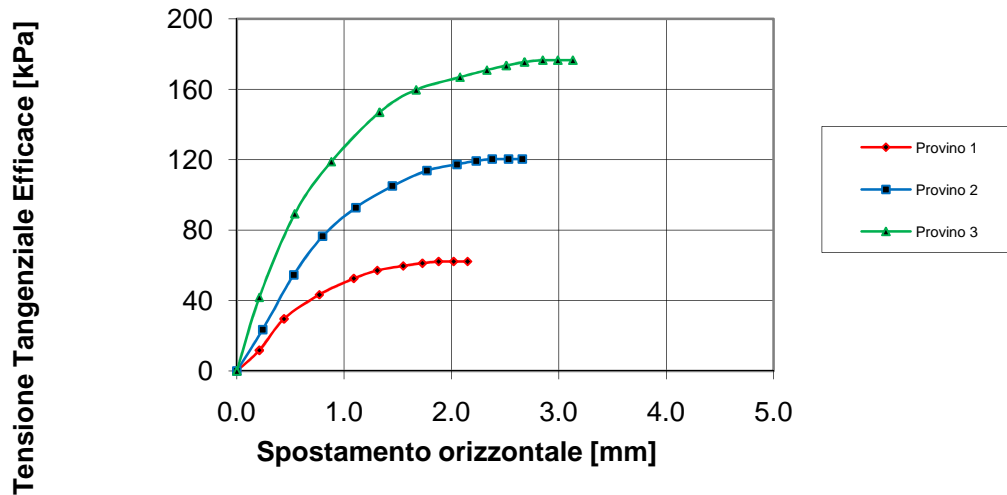
$\delta x$ =Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa);  $\delta h$  =Deformazione Verticale (mm/100)

**Data Inizio Prova: 01.06.2020**

**Data Fine Prova: 04.06.2020**

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 998T Del 08.06.2020

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO Diagrammi della fase di taglio

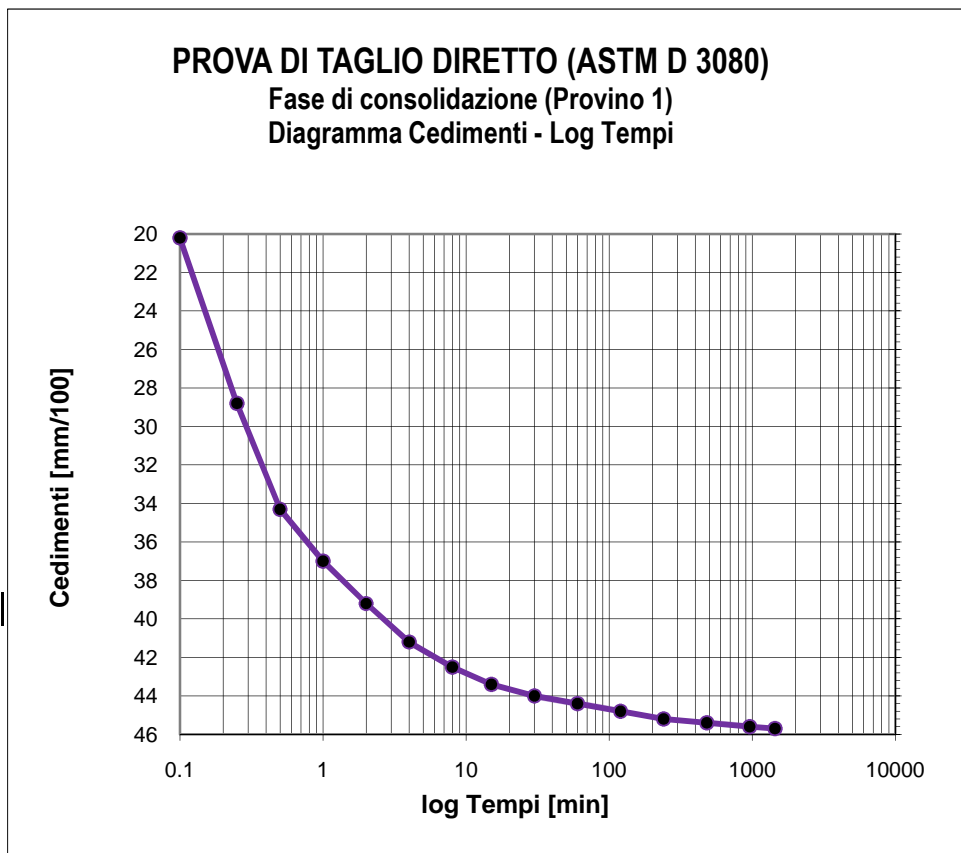


Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020



Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 998T Del 08.06.2020



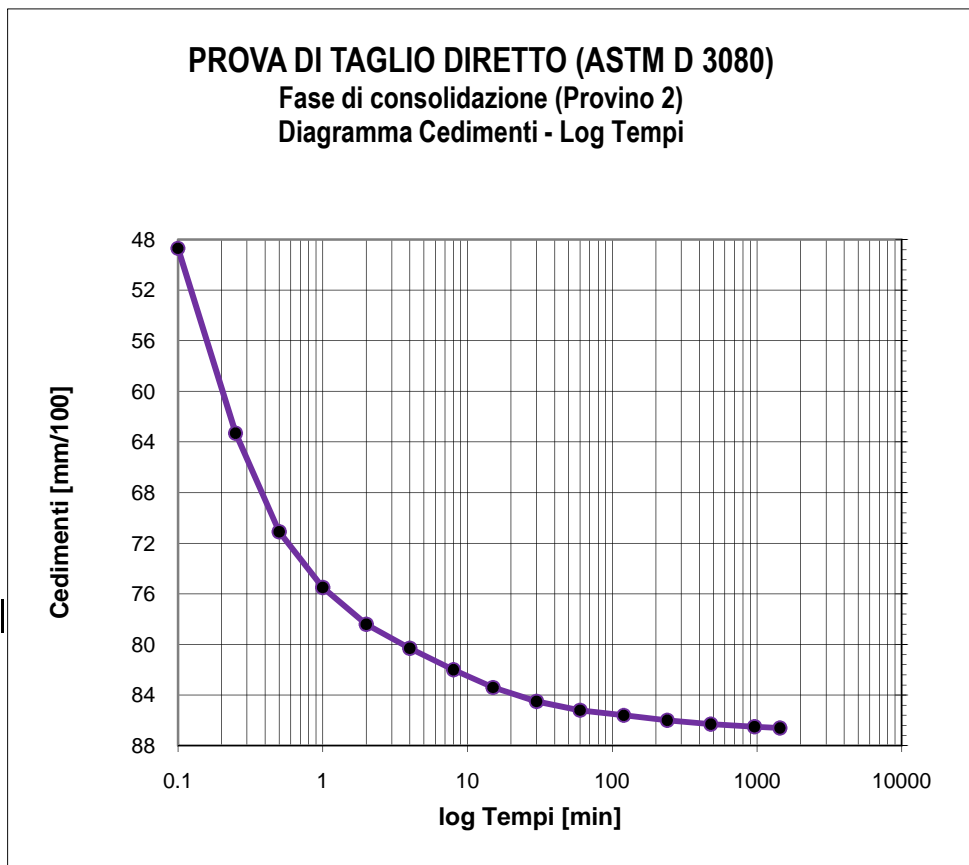
Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	20.2
0.25	28.8
0.5	34.3
1	37
2	39.2
4	41.2
8	42.5
15	43.4
30	44
60	44.4
120	44.8
240	45.2
480	45.4
960	45.6
1440	45.7

Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	115.66	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 998T Del 08.06.2020



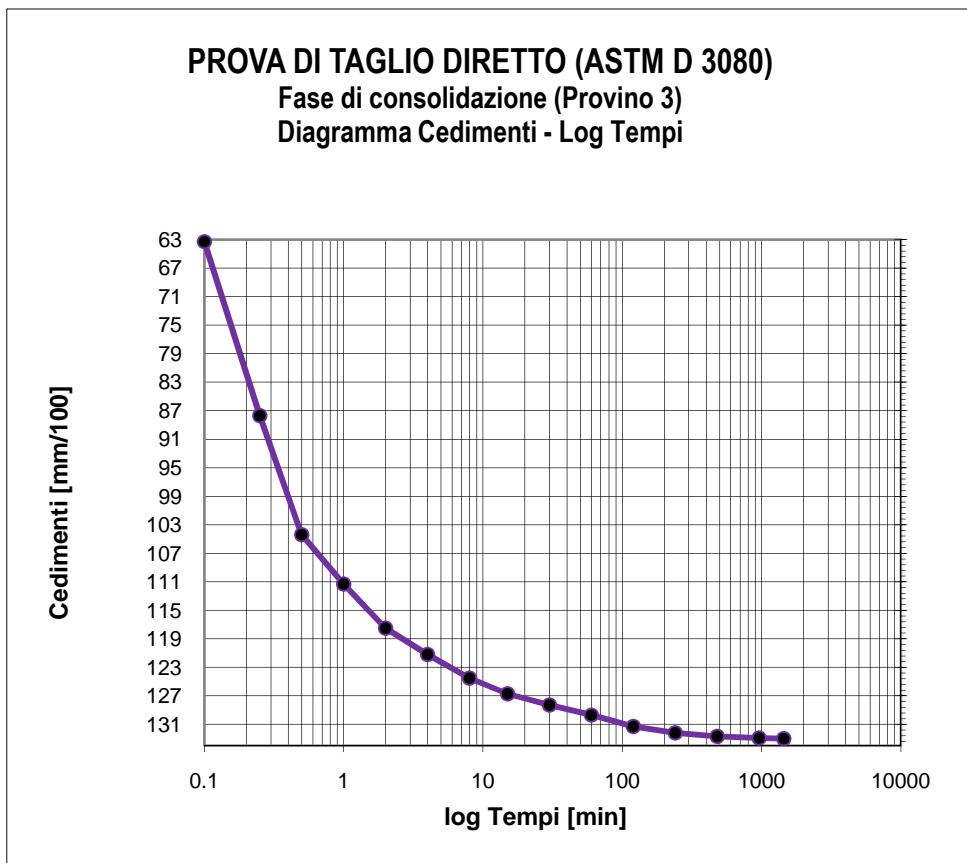
Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	48.7
0.25	63.3
0.5	71.1
1	75.5
2	78.4
4	80.3
8	82
15	83.4
30	84.5
60	85.2
120	85.6
240	86
480	86.3
960	86.5
1440	86.6

Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	114.98	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 998T Del 08.06.2020**



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	63.3
0.25	87.7
0.5	104.4
1	111.3
2	117.5
4	121.2
8	124.5
15	126.7
30	128.3
60	129.7
120	131.3
240	132.2
480	132.7
960	132.9
1440	133

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	112.05	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

**Data Inizio Prova: 01.06.2020**

**Data Fine Prova: 04.06.2020**

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 999T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)
Sondaggio n° 2	Campione n° 1 Profondità: 8.00 - 8.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone - rossastro

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**  
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm <sup>2</sup>
Volume del provino	72.00	72.00	cm <sup>3</sup>

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	138.61	138.9	g
Volume provino	72.00	72.00	cm <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume	19.25	19.29	KN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume medio	19.27		KN/m <sup>3</sup>

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 04.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1000T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)
Sondaggio n° 2	Campione n° 1 Profondità: 8.00 - 8.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone - rossastro

**MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA  
(ASTM D2216)**

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	101.38	100.05	g
Massa tara + massa campione umido	1502.35	1471.31	g
Massa tara + massa campione secco	1280.44	1250.29	g
Contenuto naturale d'acqua	18.82	19.22	%
Contenuto naturale medio d'acqua	19.02		%

Data Inizio Prova: 01.06.2020

Data Fine Prova: 02.06.2020



Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1001T Del 08.06.2020

Committente	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
Indirizzo	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
Progetto/Lavoro	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

Località prelievo campione	MASCHITO (PZ)
Sondaggio n° 2	Campione n° 1 Profondità 8.00 - 8.50 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone - rossastro

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI  
(ASTM D854)**

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa picnometro	33.45	44.32	g
Massa picnometro + massa campione secco	58.84	69.76	g
Massa campione secco	25.39	25.44	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	165.02	169.18	g
Massa picnometro + massa acqua	139.63	143.74	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	155.46	159.62	g
Volume del campione	9.56	9.56	cm <sup>3</sup>
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.56	26.61	kN/m <sup>3</sup>
<b>Peso specifico dei grani medio a T=20°C</b>	<b>26.58</b>		<b>kN/m<sup>3</sup></b>

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

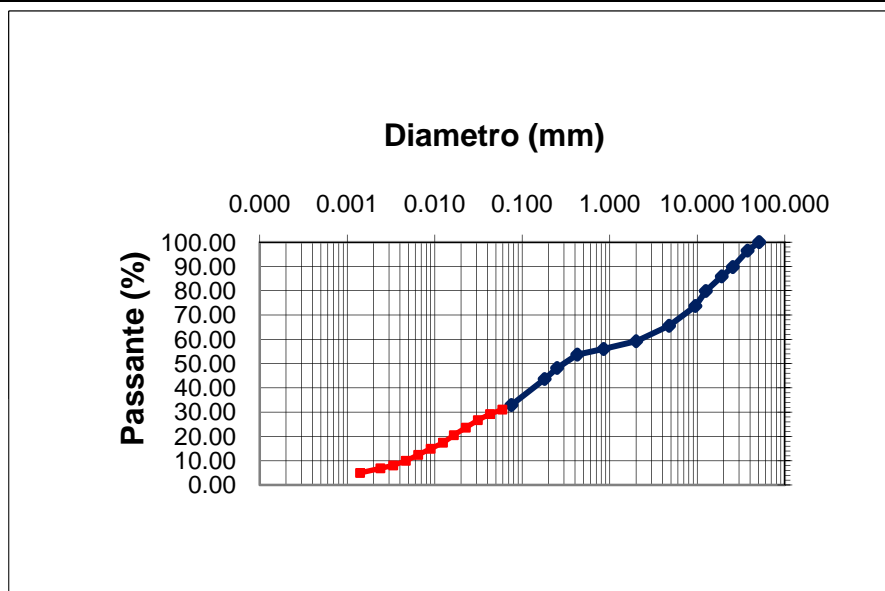
**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1002T Del 08.06.2020**

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

<b>Località prelievo campione</b>	MASCHITO (PZ)		
<b>Sondaggio n°</b>	2	<b>Campione n°</b>	1
		<b>Profondità:</b>	8.00 - 8.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5	<b>Tipo di contenitore:</b>	Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone - rossastro		

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE**

**ASTM D422**



d10 (mm)= 0.00471
d30 (mm)= 0.04964
d50 (mm)= 0.33020
d60 (mm)= 2.34711
d90 (mm)= 25.8987

Ghiaia = 40.80 %
Sabbia = 26.28 %
Limo = 26.82 %
Argilla = 6.10 %

**CNR-UNI 10006  
A - 2 - 4 CL**

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05930	31.09
37.50	96.49	0.04283	29.23
25.40	89.72	0.03111	26.74
19.000	85.88	0.02271	23.63
12.500	79.87	0.01655	20.52
9.500	73.69	0.01243	17.41
4.750	65.53	0.00898	14.93
2.000	59.20	0.00648	12.44
0.850	55.98	0.00467	9.95
0.425	53.67	0.00335	8.08
0.250	48.17	0.00239	6.84
0.180	43.62	0.00140	4.98
0.075	32.92		

Data Inizio Prova: 04.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1003T Del 08.06.2020**

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

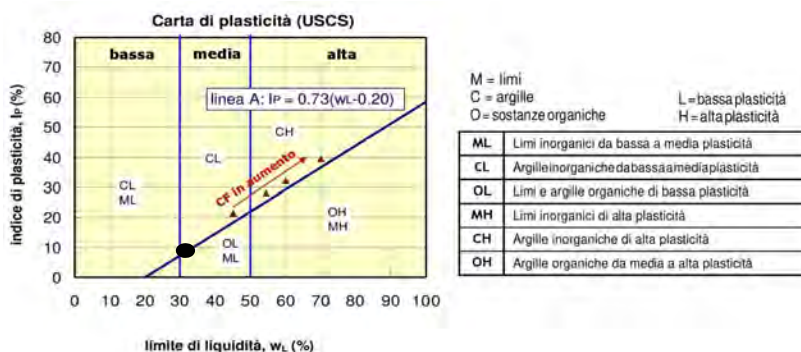
<b>Località prelievo campione</b>	MASCHITO (PZ)
<b>Sondaggio n°</b>	2
<b>Campione n°</b>	1
<b>Profondità:</b>	8.00 - 8.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone - rossastro

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO  
(ASTM D4318)**

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	12	22	32	
Massa campione umido + tara	27.88	28.09	28.30	g
Massa campione secco + tara	25.45	25.65	25.90	g
Massa acqua contenuta	2.43	2.44	2.40	g
Massa tara	17.81	17.79	17.87	g
Massa campione secco	7.64	7.86	8.03	g
Contenuto d'acqua	31.81	31.04	29.89	%
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>31.00</b>			<b>%</b>

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	19.50	19.80	g
Massa campione secco + tara	18.12	18.47	g
Massa acqua contenuta	1.38	1.33	g
Massa tara	11.63	12.10	g
Massa campione secco	6.49	6.37	g
Contenuto d'acqua	21.26	20.88	%
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>21.00</b>		<b>%</b>

<b>INDICE PLASTICO</b>	<b>10.00</b>	<b>%</b>
------------------------	--------------	----------



Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1004T Del 08.06.2020

<b>Committente</b>	Dr. Geol. F. Massimiliano COLUCCI
<b>Indirizzo</b>	Via De Giosa n° 4 - 70015 NOCI (BA)
<b>Progetto/Lavoro</b>	Realizzazione Parco Eolico nel Comune di Maschito

<b>Località prelievo campioni</b>	MASCHITO (PZ)		
<b>Sondaggio n°</b>	2	<b>Campione n°</b>	1
		<b>Profondità:</b>	8.00 - 8.50 m
<b>Classe di qualità dichiarata</b>	Q.5	<b>Tipo contenitore</b>	Fustella metallica tipo Shelby
<b>Descrizione visiva del campione</b>	Argilla sabbiosa con ghiaia di colore marrone - rossastro		

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(ASTM D 3080)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

**Caratteristiche fisiche dei provini**

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	19.03	19.04	19.04	%
Peso dell'unità di volume	19.27	19.27	19.27	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani	26.58	26.58	26.58	kN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume secco	16.19	16.19	16.19	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.642	0.642	0.642	
Grado di saturazione	78.81	78.83	78.83	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	27.13	27.15	27.11	%
Peso dell'unità di volume	19.56	19.56	19.56	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani	26.58	26.58	26.58	kN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume secco	15.39	15.38	15.39	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.728	0.728	0.727	
Grado di saturazione	99.11	99.15	99.08	%

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA**

<b>Altezza media</b>	2.0 cm	<b>Lato</b>	6.0 cm	<b>Area media</b>	36.00 cm <sup>2</sup>	<b>Volume medio</b>	72.0 cm <sup>3</sup>
<b>Tipo di scatola</b>	Quadrata	<b>Velocità di deformazione</b>		5.00E-08 m/s			
<b>Tipo di campione</b>	indisturbato						
<b>Tensione Normale provino 1</b>	100.00	kPa					
<b>Tensione Normale provino 2</b>	200.00	kPa					
<b>Tensione Normale provino 3</b>	300.00	kPa					

Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020





Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1004T Del 08.06.2020

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
**Calcoli della fase di taglio**

Provino 1

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.22	14.44	-2.8
0.46	30.28	-4.4
0.78	40.28	-5.4
1.14	49.44	-6.1
1.43	54.72	-6.5
1.66	58.89	-7
1.82	61.39	-7.3
1.97	62.22	-7.5
2.11	62.22	-7.7
2.24	62.22	-7.9

Provino 2

$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.18	24.17	-3.3
0.41	49.17	-5.2
0.76	71.39	-6.6
1.11	86.39	-7.8
1.44	95.56	-8.8
1.76	102.22	-9.5
2.01	106.94	-10.1
2.24	109.44	-10.6
2.41	110.28	-10.9
2.54	110.28	-11.2
2.67	110.28	-11.4

Provino 3

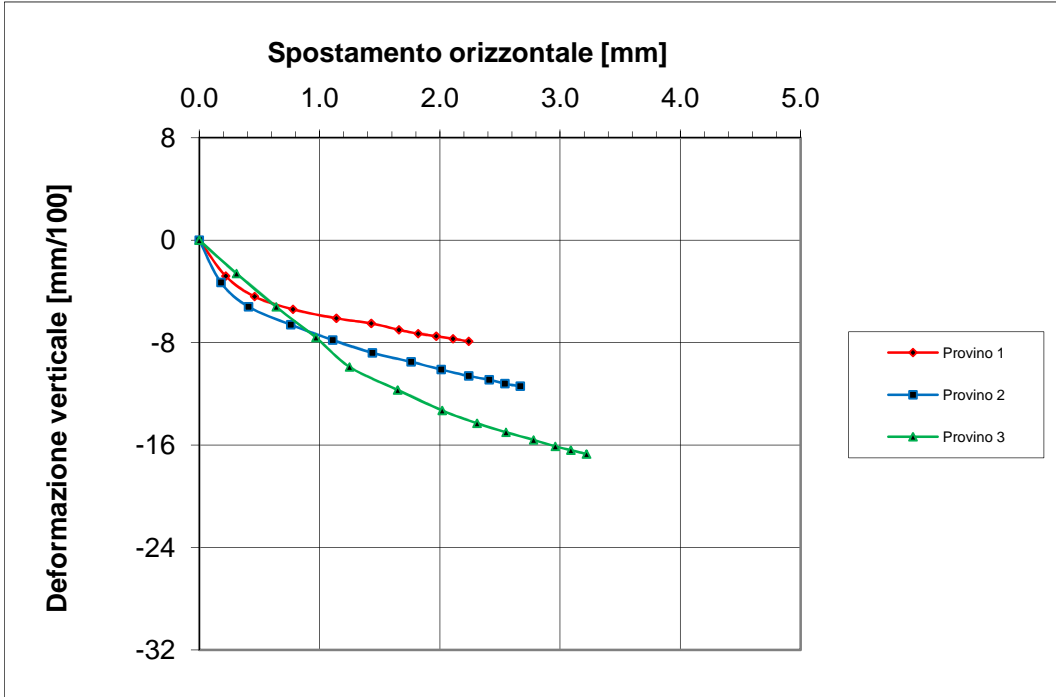
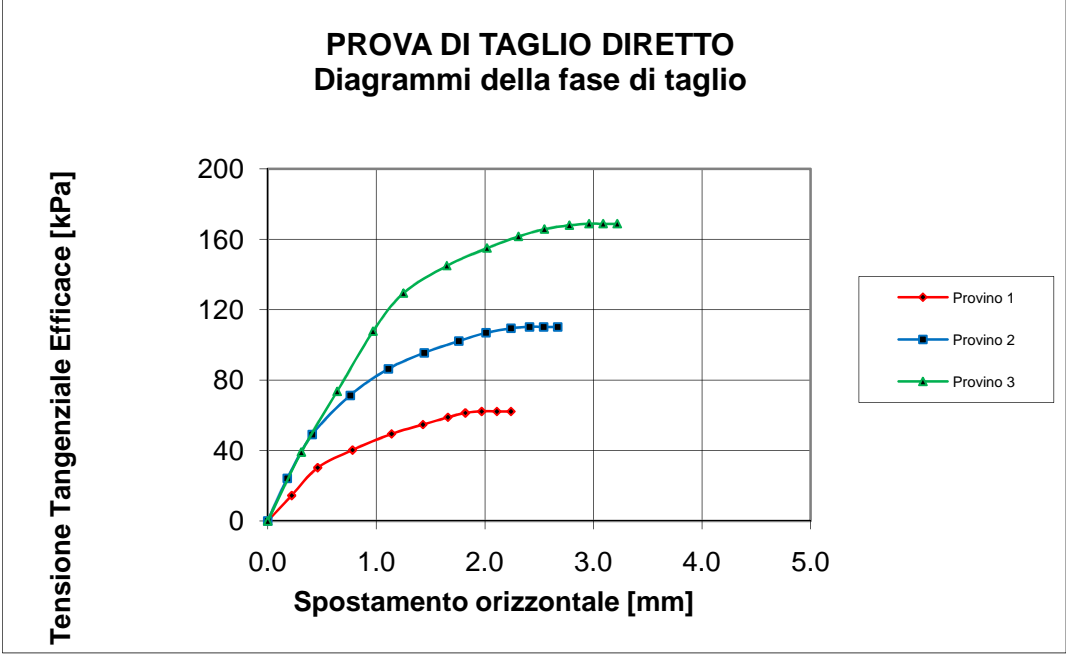
$\delta x$	T	$\delta h$
0	0	0
0.31	39.17	-2.6
0.64	73.61	-5.2
0.97	107.78	-7.6
1.25	129.44	-9.9
1.65	145.00	-11.7
2.02	155.00	-13.3
2.31	161.67	-14.3
2.55	165.83	-15
2.78	168.06	-15.6
2.96	168.89	-16.1
3.09	168.89	-16.4
3.22	168.89	-16.7

$\delta x$ =Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa);  $\delta h$  =Deformazione Verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

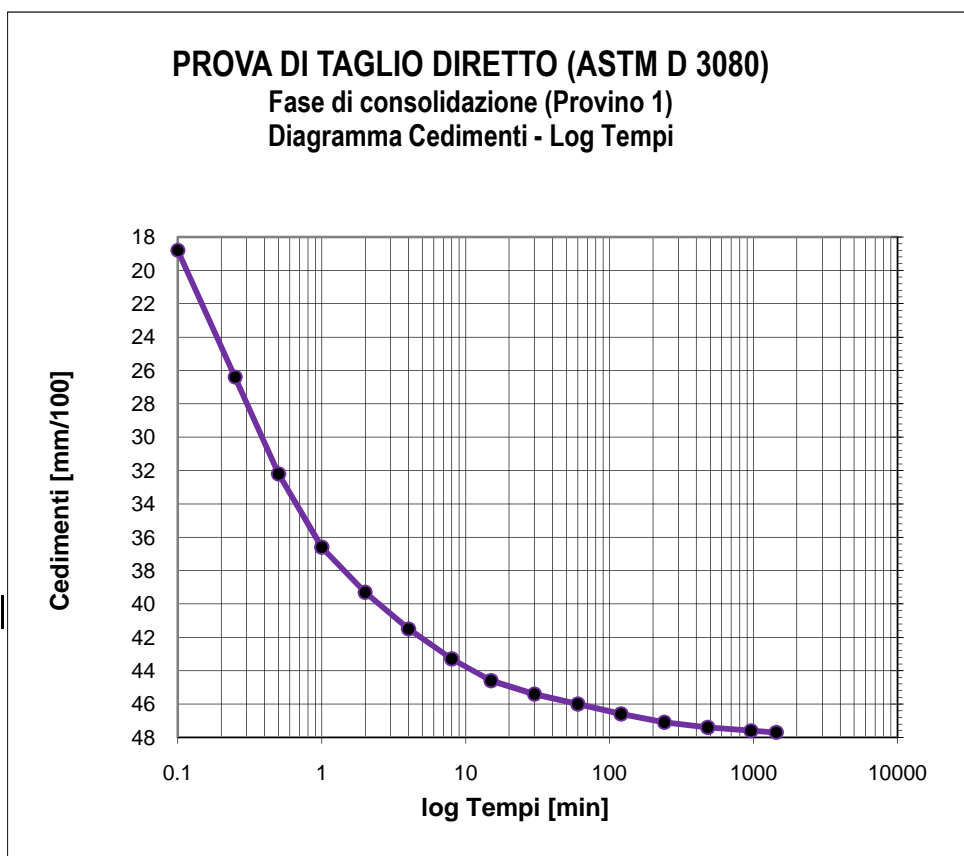
Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1004T Del 08.06.2020



Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1004T Del 08.06.2020



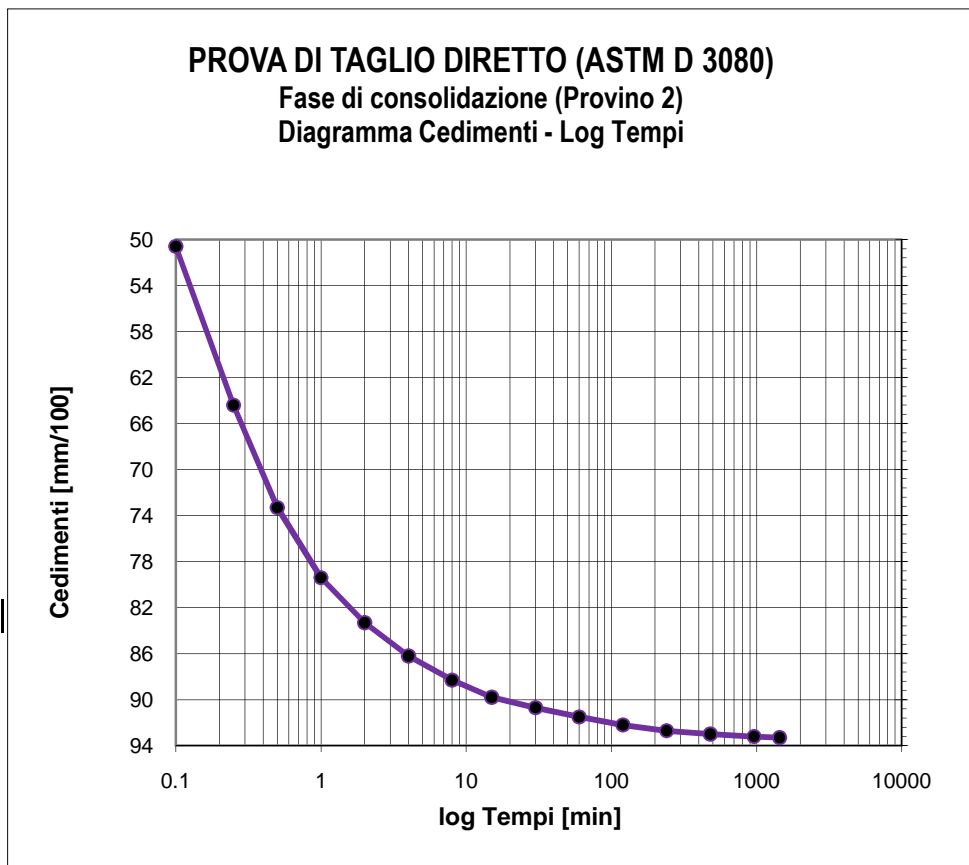
Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	18.8
0.25	26.4
0.5	32.2
1	36.6
2	39.3
4	41.5
8	43.3
15	44.6
30	45.4
60	46
120	46.6
240	47.1
480	47.4
960	47.6
1440	47.7

Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	112.33	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1004T Del 08.06.2020



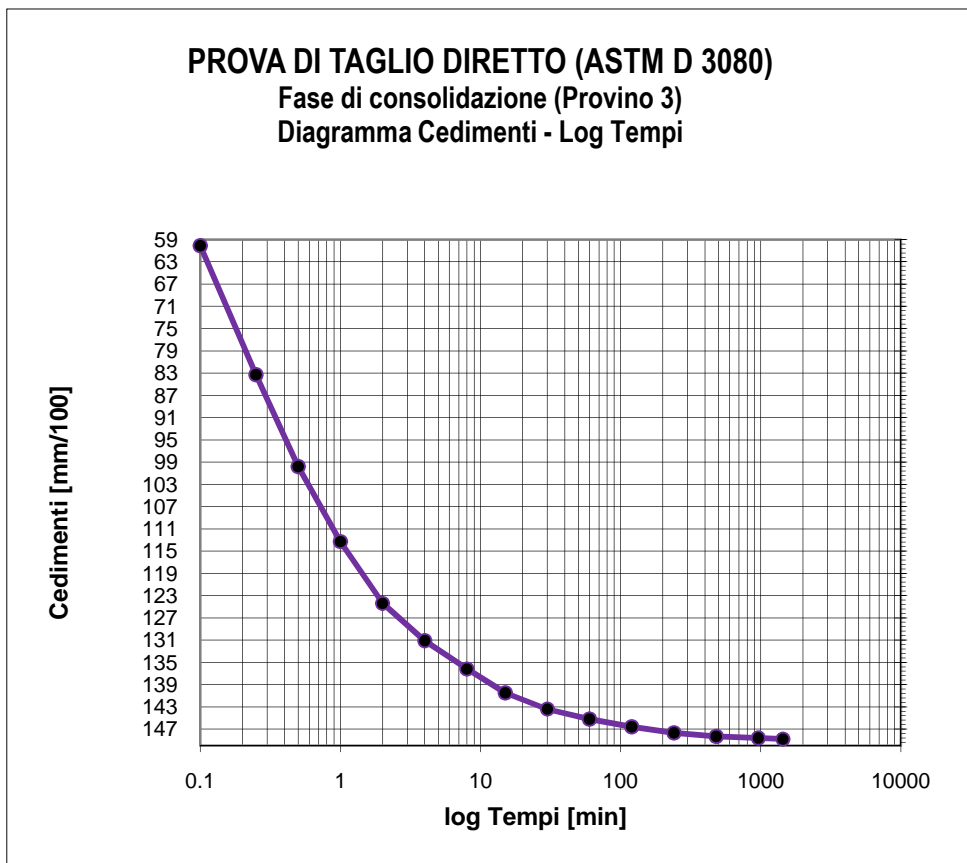
Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	50.6
0.25	64.4
0.5	73.3
1	79.4
2	83.3
4	86.2
8	88.3
15	89.8
30	90.7
60	91.5
120	92.2
240	92.7
480	93
960	93.2
1440	93.3

Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	111.02	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020

**Verbale Accettazione N. 84T/2020 Del 30.05.2020 Certificato di prova N. 1004T Del 08.06.2020**



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	60.1
0.25	83.3
0.5	99.8
1	113.3
2	124.4
4	131.1
8	136.2
15	140.5
30	143.4
60	145.2
120	146.6
240	147.7
480	148.3
960	148.6
1440	148.8

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm <sup>2</sup>
T100	113.47	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 03.06.2020

Data Fine Prova: 05.06.2020