



**REGIONE CAMPANIA  
PROVINCIA DI CASERTA  
COMUNE DI RIARDO E PIETRAMELARA**



**PROGETTO "Industria Del Sole" PER LA REALIZZAZIONE DI TRE IMPIANTI FV DENOMINATI**

"Industria Del Sole 1" della potenza di 8.090 kWp -6.000 kVA

"Industria Del Sole 2" della potenza di 8.080 kWp -6.000 kVA

"Industria Del Sole 3" della potenza di 8.080 kWp -6.000 kVA

**DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 24.250 kWp-18.000 kVA IN ZONA-A.S.I.**



**STARENERGIA**

StarEnergia srl

sede legale Via Francesco Giordani n. 42

800122 Napoli P.IVA 05769401216 PEC: [starenergia@pec.it](mailto:starenergia@pec.it)

## Relazione Geologica, di Caratterizzazione Geotecnica e di Compatibilità Sismica

PROGETTISTI	PROPONENTE	SCALA
 <p><b>geol. V.E. Iervolino</b> Sedi Operative: Ottaviano (NA) &amp; Caserta cell: 3203539199 email: <a href="mailto:vittorioemanuele.iervolino@gmail.com">vittorioemanuele.iervolino@gmail.com</a> sitoweb: <a href="http://www.geologiaiervolino.it">www.geologiaiervolino.it</a></p>  	<p><b>TREND ENERGETICO</b> s.r.l. sede legale Via F. Giordani n. 42 800122 Napoli Tel.+39 081 060 7743 Fax +39 081 060 7876 Rea - NA1059005 – C.F. e P.IVA 09807481214 mail: <a href="mailto:trendenergetico@starenergia.com">trendenergetico@starenergia.com</a> PEC: <a href="mailto:trendenergetico@pecditta.com">trendenergetico@pecditta.com</a> Cod. Univoco 5RUO82D</p>	<p>SCALA</p> <hr/> <p>TAVOLA</p> <hr/> <p><b>RDS-01</b></p>

Redazione e coordinamento: ing. Roberto Caldara

Rev:	Data: 03/02/2022	Note :



## Sommario

1	PREMESSA .....	3
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA DA REALIZZARE.....	5
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGIA .....	6
4	GEOLOGIA .....	8
5	GEOTECNICA .....	9
6	IDROGEOLOGIA.....	19
7	DISSESTO IDROGEOLOGICO .....	21
7.1	Pericolosità da Frana .....	22
7.2	Pericolosità Idraulica .....	22
8	COMPATIBILITÀ SISMICA .....	23
8.1	Sismicità di Vasta Area .....	23
8.2	Sismicità di Sito .....	29
8.2.1	Pericolosità sismica di base.....	31
8.2.2	Pericolosità sismica di sito.....	33

### Allegati

Certificati Analisi di Laboratorio (Prova Penetrometrica CPT & MASW)

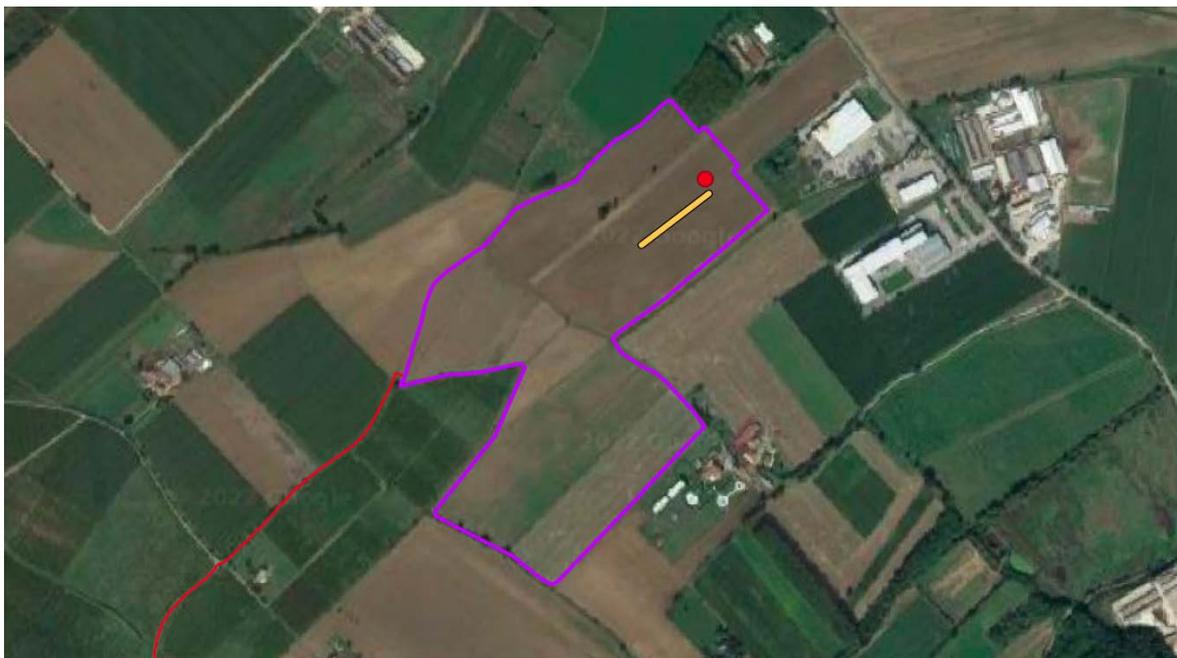
Tavole Cartografiche

# 1 Premessa

TREND ENERGETICO s.r.l., con sede legale in Via F. Giordani, 42 Napoli, intende realizzare un parco fotovoltaico nel comune di Pietramelara, denominato "Industria del Sole", della potenza complessiva di 24,25MWp e con un'estensione di 31ha. La Società ha commissionato la presente Relazione Geologica, di Caratterizzazione Geotecnica e di Compatibilità Sismica allo scrivente geol. V.E. Iervolino, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con n° 2392.

Questo lavoro si basa su indagini geognostiche sito-specifiche realizzate in data 23/11/2021 nel lotto di terreno ed in dettaglio:

- n°1 prova penetrometrica statica CPT con il prelievo di un campione per le opportune analisi di laboratorio (proprietà fisiche, granulometria, taglio) (in rosso)
- n°1 prova sismica MASW (in arancio)



in linea con quanto richiesto dalla normativa vigente (NTC2018), al fine di approfondire lo studio geologico dell'area << sulla base di specifici rilievi ed indagini geognostiche in situ e in laboratorio, l'identificazione delle formazioni presenti, lo studio dei tipi litologici, la struttura e i caratteri fisici del sottosuolo >> oltre che illustrati e caratterizzati gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e sismici nonché i conseguenti livelli di pericolosità geologica (6.2.1 NTC 2018).

Questo studio prende a riferimento i seguenti dati specialistici:

## Topografia

- Carta Topografia dell'Istituto Geografico Militare 1:25.000;
- Carta Tecnica Regionale 1:5.000 (2004-2005);

- Modello Digitale del Terreno TinItaly a 10m di risoluzione INGV (2012).

### **Geologia ed Idrogeologia**

- Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio n°172 "Caserta" (1971);
- Carta Idrogeologica "Appennino Meridionale e Gargano" della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale 1:250.000 dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici e il Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia dell'Università di Napoli Federico II (2007);
- Piano di Gestione Acque – Ciclo 2021/2027 – AdBD Appennino Meridionale
- Dati Pozzi Profondi – Progetto Videpi (Visibilità dei Dati Afferenti all'attività estrattiva di esplorazione petrolifera in Italia)
- Sondaggi nel sottosuolo – da Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale

### **Dissesto Idrogeologico**

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Ex Autorità di Bacino Liri Garigliano e Volturno (2016);
- Inventario Fenomeni Franosi in Italia - Progetto IFFI (ISPRA, Inventario Fenomeni Franosi, 2007);

### **Sismicità**

- Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (INGV, Mappa di pericolosità sismica, 2019);
- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI v3.0 dal 1000 al 2019 – (2021) (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A. 2021. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0 Ist. Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>);
- Catalogo delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane (DISS) (INGV, Database of Individual Seismogenic Sources, 2015);

### **Allegati**

A corredo di questa relazione tecnica sono allegati:

- i certificati delle indagini geognostiche eseguite in situ (CPT & MASW) e in laboratorio
- le seguenti tavole cartografiche, a scala adeguata:
  - Carta di Inquadramento Territoriale
  - Carta Geomorfologica
  - Carta Geolitologica (con ubicazione delle indagini geognostiche eseguite)
  - Carta Idrogeologica
  - Carta della Pericolosità da Frana
  - Carta della Pericolosità Idraulica

## 2 Descrizione dell'Opera da Realizzare

Il progetto di questo parco fotovoltaico, denominato "INDUSTRIA DEL SOLE" è composto da tre impianti FV così denominati:

- "INDUSTRIA DEL SOLE 1" (Soluzione di connessione n. 301554761): della potenza di 8.090 kWp – 6.000 kVa
- "INDUSTRIA DEL SOLE 2" (Soluzione di connessione n. 301552854): della potenza di 8.080 kWp – 6.000 kVa
- "INDUSTRIA DEL SOLE 3" (Soluzione di connessione n. 301556187): della potenza di 8.080 kWp – 6.000 kVa

L'intera centrale FV, della potenza complessiva di 24.250 KWp – 18.000 kVa, da realizzarsi nei comuni di Pietramelara e Riardo (Ce) in area ASI, sarà allacciata mediante le seguenti soluzioni fornite da E-distribuzione S.p.a. tutte convergenti al medesimo punto di connessione:

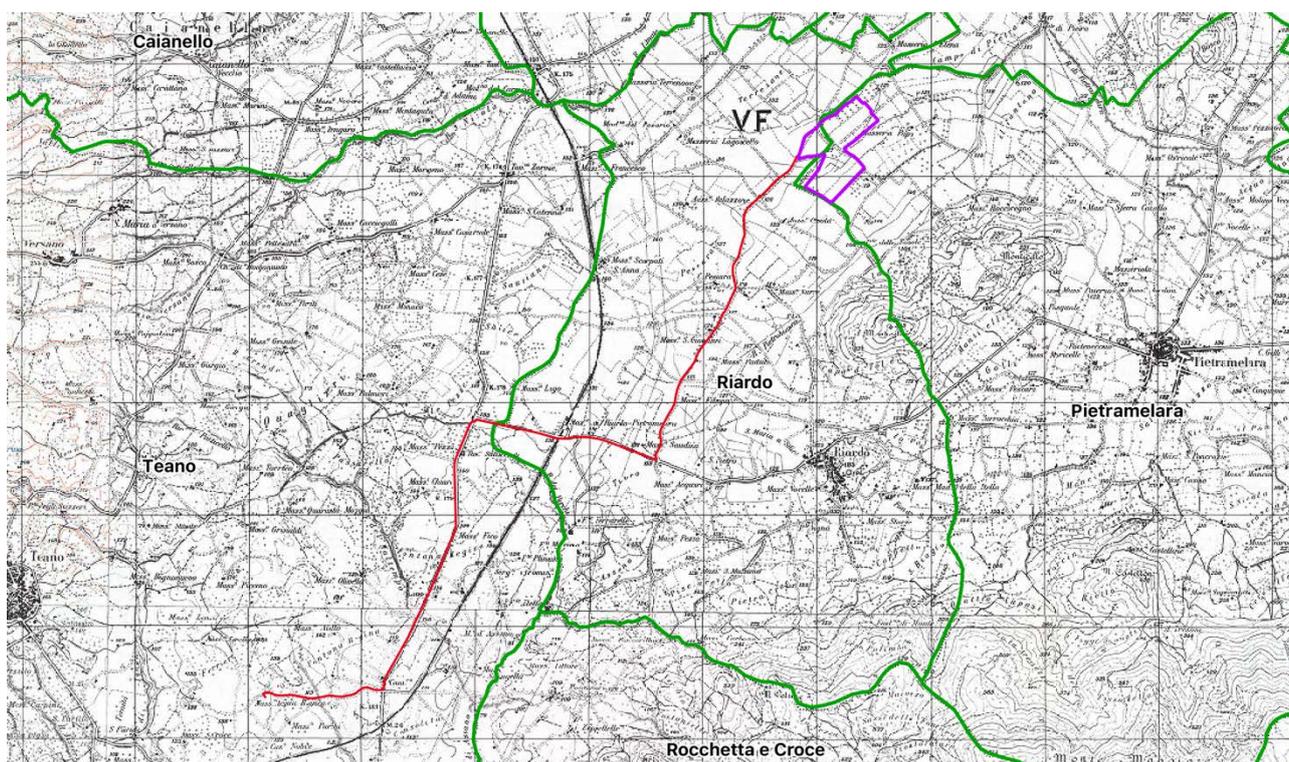
- Soluzione di connessione n. 301552854 per una potenza di 6.000 kVA mediante la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in Cabina Primaria AT/MT CP Teano e realizzazione richiusura sulla linea "RUBINO" tra la CS Durante e la CP Marzanello;
- Soluzione di connessione n. 301556187 per una potenza di 6.000 kVA mediante la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in Cabina Primaria AT/MT CP Teano e realizzazione richiusura sulla linea "RUBINO" tra la CS Durante e la CP Marzanello;
- Soluzione di connessione n. 301554761 per una potenza di 6.000 kVA mediante la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in Cabina Primaria AT/MT CP Teano e realizzazione richiusura sulla linea "RUBINO D62020605" tra la CS Durante e la CP Marzanello.



### 3 Inquadramento Territoriale e Geomorfologia

Il parco fotovoltaico "Industria del Sole" (in viola nella figura), con un'estensione di circa 31ha, verrà localizzato nella porzione settentrionale dei comuni di Pietramelara e Riardo, a circa 3.3km in direzione NordOvest dall'abitato di Pietramelara e a circa 2,7km in direzione Nord dall'abitato di Riardo.

Il cavidotto che collega l'impianto alla rete elettrica nazionale con la stazione elettrica "CP Teano" segue un percorso di circa 8,5km lungo strade esistenti di Riardo e Teano fino ad arrivare alle pendici del Roccamonfina, di località Masseria Acqua, a circa 138m s.l.m.



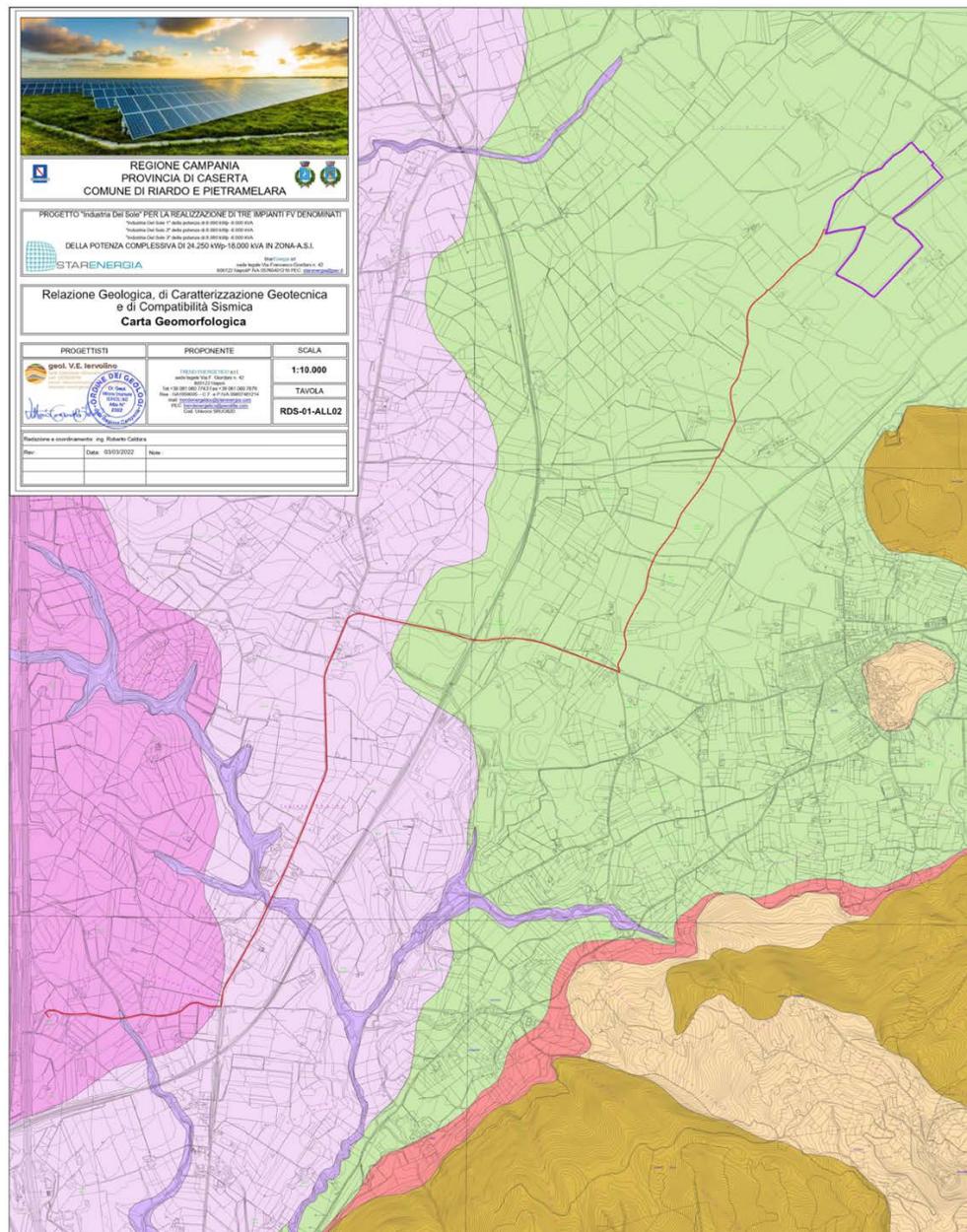
La geomorfologia dell'area è di pianura interna che raccorda il rilievo collinare di Monticello (231m) alla piana alluvionale di numerosi Torrenti minori che partono dal versante orientale del Roccamonfina per arrivare ad Est a confluire nel Fiume Volturno. Le altimetrie dell'area del parco fotovoltaico si attestano sui 120m s.l.m., con pendenze del tutto trascurabili.

Nella pagina che segue viene allegato lo stralcio della carta geomorfologica dell'intorno della zona di studio dove sono state distinte le seguenti forme morfologiche, procedendo da Est verso Ovest:

- In rosa scuro: versante del complesso vulcanico del Roccamonfina, caratterizzato da pendenze moderate e dissecato da numerosi torrenti a pattern radiale
- In rosa chiaro: versante distale del complesso vulcanico del Roccamonfina, caratterizzato da pendenze modeste che decrescono progressivamente verso Est, versante dissecato da profonde scarpate di erosione fluviale, molto probabilmente per la presenza di litotipi poco competenti e facilmente soggetti dalla forza erosiva delle

acque torrentizie dei numerosi corsi d'acqua a carattere stagionale che partono dalle pendici del vulcano spento.

- In viola: sono cartografate le profonde scarpate di erosione fluviale dei torrenti che sia na Nord che a Sud dissecano la piana alluvionale dell'area
- In verde: zona pianeggiate di raccordo del Roccamonfina ai rilievi carbonatici di Calvi Risorta e Rocchetta e Croce
- In rosso: fascia detritica colluviale alla base dei rilievi collinari, caratterizzata da pendenze modeste
- In marrone: versanti collinari a pendenze medio-alte (marrone scuro) e a pendenze medio-basse (marrone chiaro) in massima parte regolari e prive di incisioni torrentizie.



## 4 Geologia

La zona di studio rientra nella porzione distale del versante orientale del Roccamonfina, che con una superficie di 450Km<sup>2</sup>, rappresenta, per dimensioni planimetriche, il quarto vulcano italiano, mentre per altitudine (1006m) è il quinto dopo l'Etna, il Vulture, il Vesuvio e l'Amiata.

Nell'area affiorano pertanto terreni vulcanoclastici, di natura eruttiva, effusiva ed esplosiva di un vulcano attivo dal Pleistocene e fino all'Olocene a formare una caotica sequenza piroclastica che trova una notevole variabilità sia spazialmente sia procedendo con la profondità.

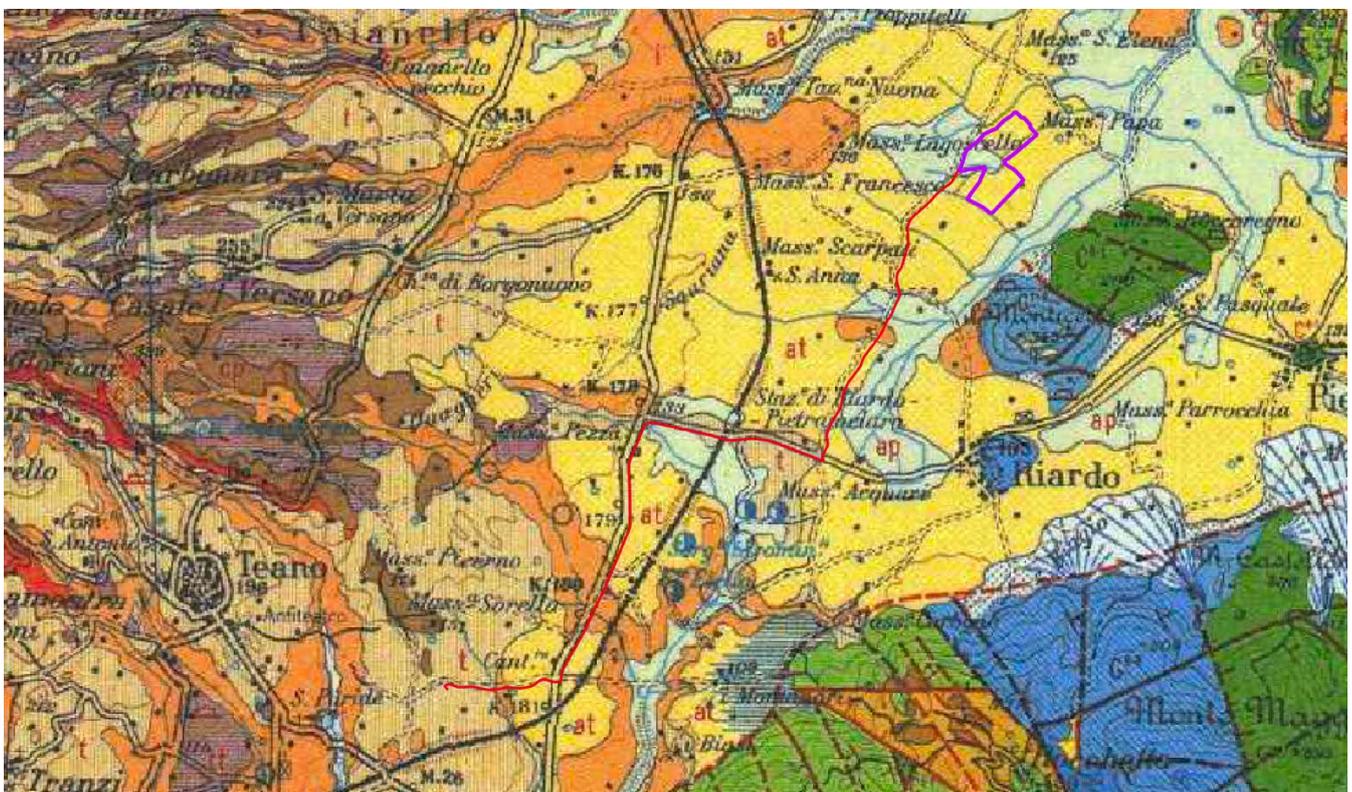
Prendendo a riferimento la Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio 172 "Caserta" è possibile distinguere nei dintorni della zona di studio (e procedendo stratigraficamente dall'alto verso il basso):

 ap: terreni umiferi scuri, terreni limosi ed argillo-limosi grigi e verdognoli, con sottostanti lapilli pomicei ed intercalazioni di torba, terre nere ed alluvioni recenti

 at: sabbie e limi grigi e giallastri, stratificati, incoerenti, terreni umiferi, minuto detrito calcareo in vicinanza dei rilievi, lenti di ciottoli fluviali misti con sabbie augitiche, lenti di lapilli e pomici rimaneggiate e di piccole dimensioni

 i: fase ignimbratica, da trachitica a trachifonolitica, talora con fessurazione prismatico-colonnare (Tufo Grigio Campano).

 t: banchi di tufi ocracee e di paleosuoli con intercalazioni di alluvioni ghiaiose sabbiose, tufici giallognole, sabbie vulcaniche grigiastre.



## 5 Geotecnica

Per la caratterizzazione tecnica dei terreni di fondazione – come chiaramente indicato nella normativa vigente (NTC2018) in cui si chiede di studiare il territorio con indagini geognostiche sito-specifiche, sono state realizzate – in data 23/11/2021 – nell'area oggetto di installazione del parco fotovoltaico le seguenti indagini:

- n°1 prova penetrometrica statica (CPT), spinta fino a 5m di profondità dal piano campagna (in rosso e in basso a sx);
- n°1 prova geofisica MASW (in arancione e in basso a dx)

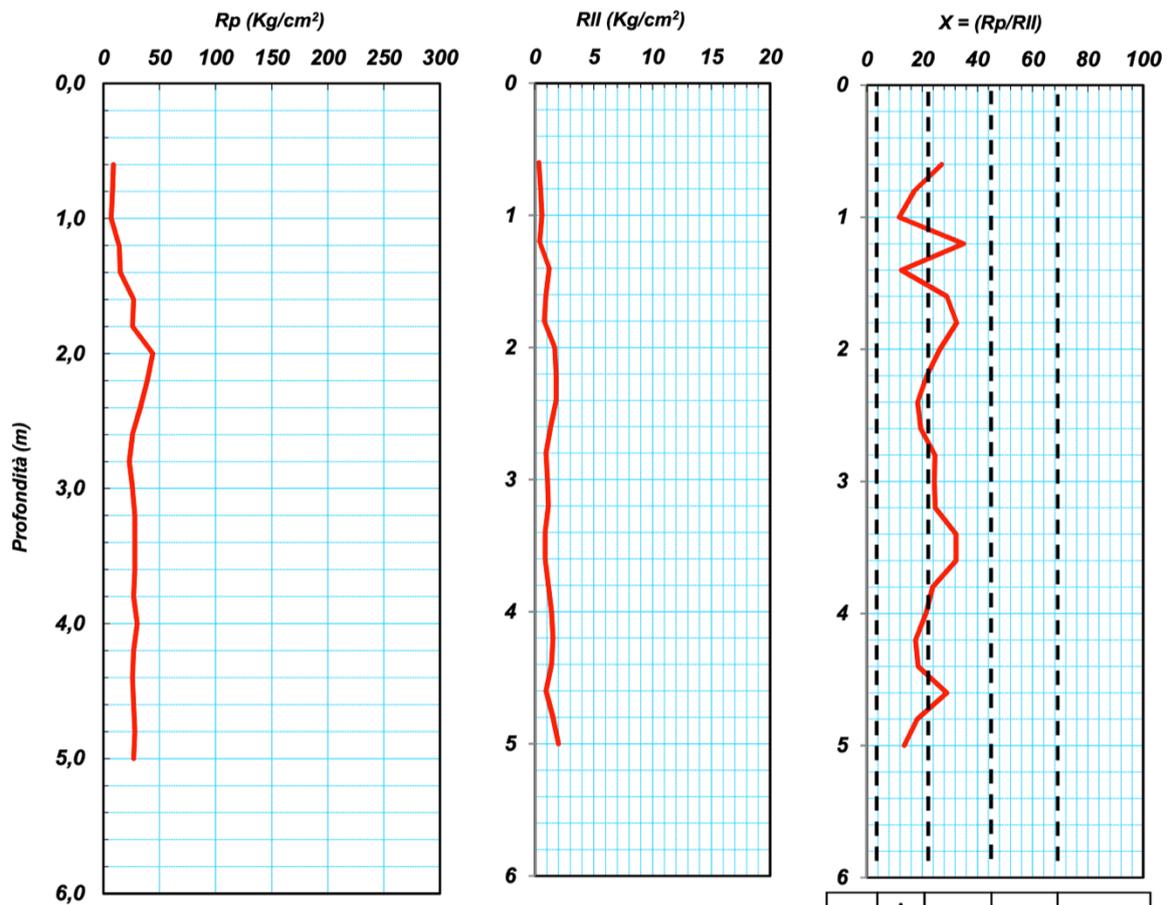


Durante la prova penetrometrica statica CPT è stato prelevato un campione a 2 m di profondità dal piano campagna ed eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- definizione delle proprietà fisiche
- analisi granulometrica
- prova di taglio diretto

Di seguito la parametrizzazione della prova penetrometrica CPT:

PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)					
COMMITTENTE:	Trend Energetico s.r.l.				
OGGETTO:	Progetto Industria del Sole		N° Certificato	1696/21	
LOCALITA':	comune di Pietramelara-Riardo (Ce) località "Mass. Papa"		Sigla Prova	CPT 1	
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 5,1 Kg	TIPOLOGIA PUNTA: Begeman	Data emissione	23/11/2021	
DATA ESECUZIONE PROVA:	23/11/2021	campione indisturbato (m): 2,00 - 2,50	Pagina	1/2	



### LEGENDA PER LA LITOLOGIA

T = Torbe	A = Argille	LA = Limi Argillosi	LS = Limi Sabbiosi
Sl = Sabbie Limose	S = Sabbie	G = Ghiaia	

T	A LA	LS	SL	S SG
---	---------	----	----	---------



Di seguito parametrizzazione delle analisi di laboratorio su campione di terreno prelevato a 2m di profondità dal piano campagna.

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI**

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 408/21**      Certificato n°: **2832-2021**  
del: **29.11.2021**      Data certificato: **06.12.2021**

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

**DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE**

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

**RISULTATI DELLE PROVE****Grandezze indici rilevate in laboratorio**

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	<b>17,50</b>
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	<b>25,78</b>
w	Contenuto di acqua naturale	%	<b>33,15</b>

**Grandezze indici derivate analiticamente**

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	<b>13,14</b>
n	Porosità	%	<b>49,01</b>
e	Indice dei vuoti	---	<b>0,96</b>
$s_r$	Grado di saturazione	%	<b>90,65</b>
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	<b>17,95</b>
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	<b>8,14</b>

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01  
del 03/01/2013

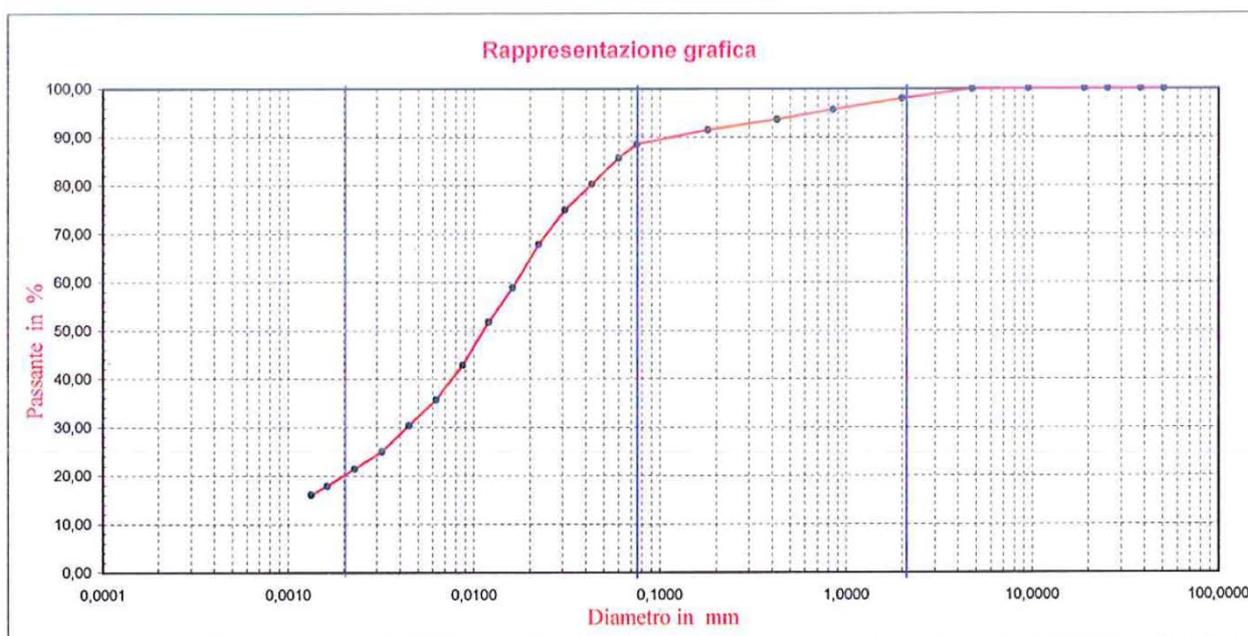
Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 408/21**  
del: **29.11.2021**Certificato n°: **2833-2021**  
Data certificato: **06.12.2021**

Richiedente: I.GEO. Sas  
 Committente: Trend Energetico Srl  
 Cantiere: Progetto Industria del Sole  
 Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
 Data di prova: 29.11.2021

**DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE**

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

**SETACCIATURA**

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,87	97,89	95,63	93,62	91,44	88,42

**SEDIMENTAZIONE**

D. (mm)	0,0599	0,0430	0,0309	0,0223	0,0161	0,0120	0,0087	0,0062	0,0045	0,0032	0,0023	0,0016	0,0013
P. (%)	85,62	80,27	74,92	67,78	58,86	51,73	42,81	35,68	30,32	24,97	21,41	17,84	16,05

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Limo argilloso sabbioso
<b>2,11</b>	<b>12,27</b>	<b>64,22</b>	<b>21,41</b>	











## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 408/21

Certificato n°:

2834-2021

del: 29.11.2021

Data certificato:

06.12.2021

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Trend Energetico Srl

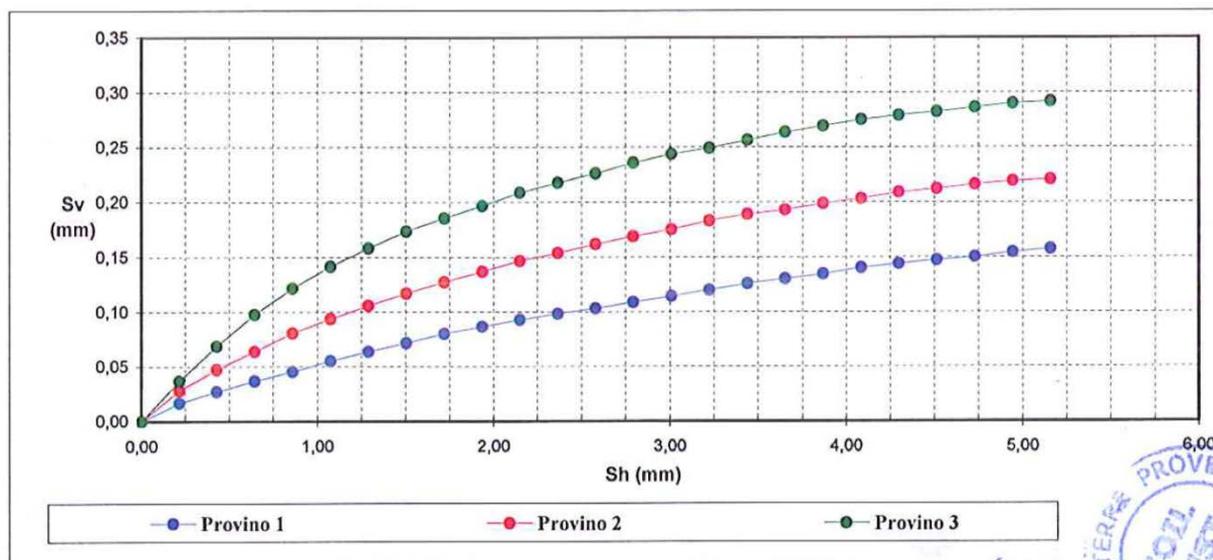
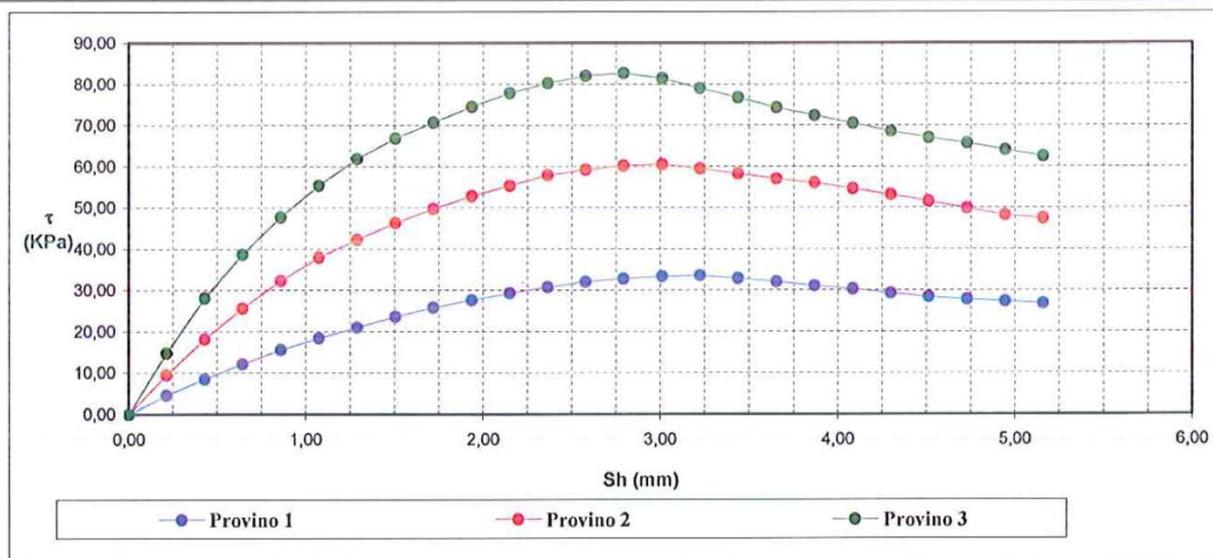
Cantiere: Progetto Industria del Sole

Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)

Data di prova: 29.11.2021

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**Norma di riferimento: **Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10**MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

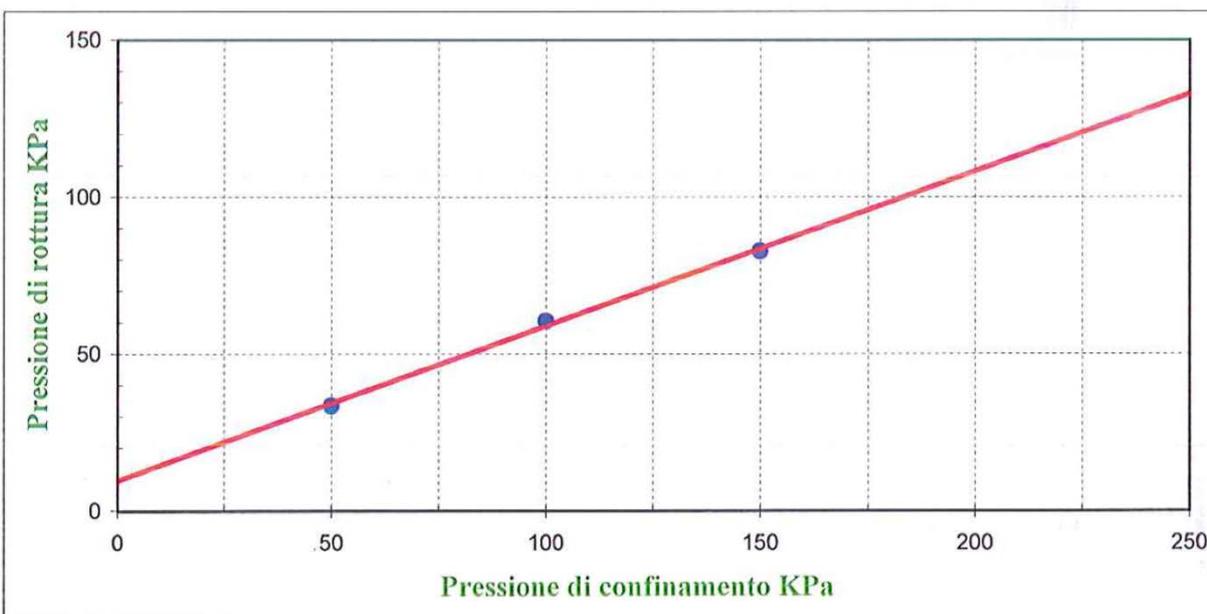
Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: **TR 408/21**Certificato n°: **2834-2021**del: **29.11.2021**Data certificato: **06.12.2021**Richiedente: **I.GEO. Sas**Committente: **Trend Energetico Srl**Cantiere: **Progetto Industria del Sole**Località: **Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)**Data di prova: **29.11.2021****Dati identificativi del campione**

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	CI	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

**Parametri meccanici a rottura**

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
<b>Provino 1</b>	<b>50,00</b>	<b>33,50</b>	<b>3,23</b>
<b>Provino 2</b>	<b>100,00</b>	<b>60,50</b>	<b>3,01</b>
<b>Provino 3</b>	<b>150,00</b>	<b>82,70</b>	<b>2,80</b>

**Risultati sperimentali**

Angolo di attrito	<b>26,20</b>	<b>Gradi</b>
Coesione	<b>9,70</b>	<b>KPa</b>



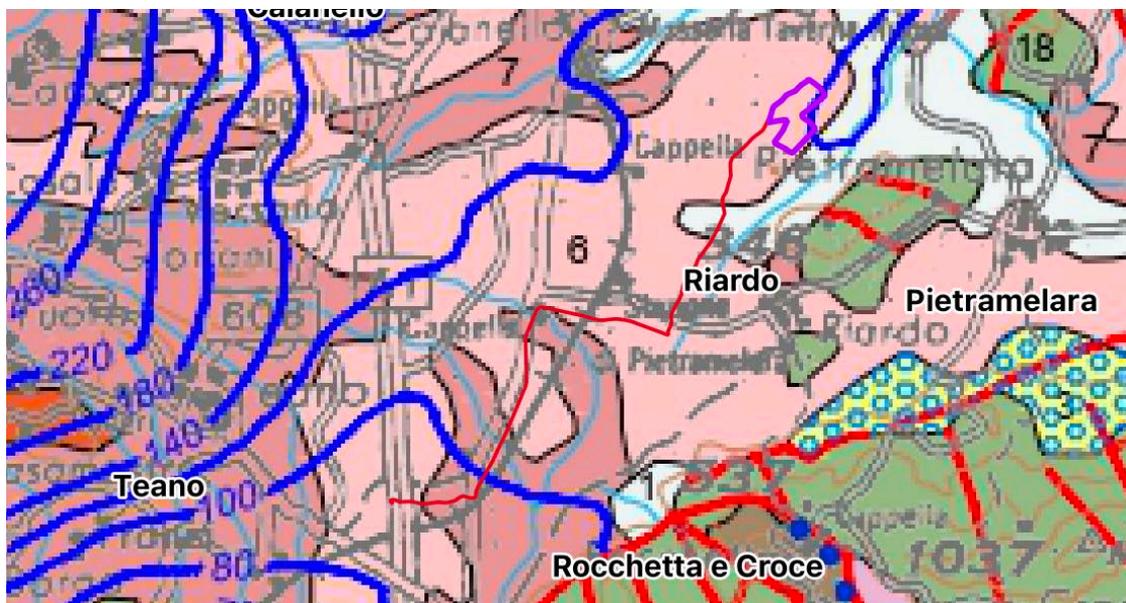
## 6 Idrogeologia

Il Roccamonfina è costituito da vulcaniti di età pleistocenica comprendenti colate piroclastiche, lave e prodotti piroclastici di caduta, intercalati a sedimenti sabbioso-argillosi ed argilloso-arenacei.

Questo assetto stratigrafico determina l'esistenza di più acquiferi sovrapposti separati da livelli semipermeabili ed impermeabili, che raramente mostrano una notevole continuità spaziale. Nell'ambito dei depositi vulcanici assumono un ruolo fondamentale, per la circolazione idrica sotterranea, soprattutto le colate laviche ed i duomi lavici, molto permeabili per fessurazione, i depositi di caduta ghiaioso-sabbiosi in sede, da mediamente a molto permeabili per porosità e le brecce vulcaniche, molto permeabili per porosità e fessurazione.

Nel settore più studiato del vulcano, quello sud-orientale, è stata individuata, a grande scala, una circolazione idrica sotterranea di tipo radiale: la falda libera superficiale ed i diversi acquiferi semiconfinati di questo versante alimentano, in parte, l'alveo del fiume Savone ed, in parte, gli acquiferi della piana di Riardo e della bassa piana del fiume Volturno. In questo stesso settore, è stata segnalata l'interazione tra circuiti nell'acquifero vulcanico con quelli più profondi nell'acquifero carbonatico sepolto, alimentati dalla struttura di Monte Maggiore.

Prendendo a riferimento la Carta Idrogeologica "Appennino Meridionale e Gargano" della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale 1:250.000, in stralcio nella figura in basso dove viene evidenziato il layout dell'impianto fotovoltaico, è possibile distinguere terreni appartenenti al Complesso dei Depositi Vulcanici Plio-Quaternari:



### 6 - Complesso delle piroclastiti da caduta

Depositi incoerenti costituiti in gran parte da pomice e ceneri derivanti dall'attività esplosiva dei centri eruttivi campani e subordinatamente del Vulture. Per la giustapposizione laterale e verticale di termini granulometricamente differenti, costituiscono acquiferi eterogenei ed anisotropi la cui trasmissività è generalmente bassa.

Tipo di Permeabilità: Porosità

Grado di Permeabilità: Scarso - Medio



#### 7 - Complesso delle piroclastici da flusso

Prodotti piroclastici ignimbrici, da coerenti a pseudocoerenti. Costituiscono acquiferi omogenei ed anisotropi, caratterizzati localmente anche da discreta trasmissività.

Tipo di Permeabilità: Porosità - Fessurazione

Grado di Permeabilità: Medio

Analizzando l'andamento delle isopiezometriche, nella zona di installazione del parco fotovoltaico dovrebbe esserci una falda a 110m sul livello del mare, se riprendiamo le altimetrie indicate nel capitolo 3 (120m), la falda dovrebbe essere a circa 10m di profondità dal piano campagna, non c'è quindi nessuna interazione con le fondazioni per mettere in opera i pannelli fotovoltaici.



## 7 Dissesto Idrogeologico

*Estratto dal Portale Regionale "Difesa Suolo Regione Campania"*

Il "dissesto idrogeologico", come definito all'art.54 del D.Lgs. 152/06, è "la condizione che caratterizza aree ove processi naturali o antropici, relativi alla dinamica dei corpi idrici, del suolo o dei versanti, determinano condizioni di rischio sul territorio".

Nella Regione Campania le aree con tali caratteristiche sono numerose e l'esposizione al rischio geologico-idraulico costituisce un problema di grande rilevanza sociale, sia per il numero di vittime, che per i danni prodotti alle abitazioni, alle industrie e alle infrastrutture. La Campania è un territorio geologicamente "giovane" e pertanto soggetto a intensi processi morfogenetici che ne modellano in modo sostanziale il paesaggio. I frequenti fenomeni di dissesto idrogeologico sono una diretta conseguenza dell'estrema eterogeneità degli assetti geologico-strutturali, geomorfologici, idrogeologici e geologico-tecnici e di un'ampia gamma di condizioni microclimatiche differenti anche in aree limitrofe o apparentemente simili. In conseguenza di tale naturale predisposizione, il dissesto si manifesta nella nostra regione con molteplici combinazioni e modalità: frane (crolli, ribaltamenti, scorrimenti, espansioni laterali, colamenti, debris e mud flow, movimenti complessi), esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, trasporto di massa lungo le conoidi nelle zone montane e collinari, esondazioni e sprofondamenti nelle zone collinari e di pianura. Il rischio idrogeologico in Campania, tuttavia, è stato fortemente condizionato dall'azione dell'uomo e dalle continue modifiche del territorio che hanno, da un lato, incrementato la possibilità di accadimento dei fenomeni e, dall'altro, aumentato la presenza di beni e di persone nelle zone dove tali eventi erano possibili e si sono poi manifestati, a volte con effetti catastrofici. L'abbandono dei terreni montani, il continuo disboscamento, gli incendi boschivi, le numerose piste montane, l'uso di tecniche agricole invasive e poco rispettose dell'ambiente, l'estrazione incontrollata di fluidi dal sottosuolo, l'apertura di cave di prestito, la trasformazione degli alvei in strade, l'abusivismo edilizio, l'eccessiva espansione urbanistica con impermeabilizzazione dei suoli, l'occupazione di zone di pertinenza fluviale, il prelievo abusivo di inerti dagli alvei fluviali, la discarica abusiva di rifiuti in alveo, la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua, sono le principali concause che hanno sicuramente aggravato il dissesto del già fragile territorio campano.

In conseguenza dell'alto impatto causato dai tragici eventi di Sarno (maggio 1998), sono state quindi emanate norme (D.L. 11.06.98 n.180, convertito in Legge 03.08.98 n.267; D.L. 12.10.2000 n.279, convertito in Legge 11.12.2000 n.365) che hanno indotto una diversa politica di gestione del rischio idrogeologico, passando da una impostazione di base incentrata sulla riparazione dei danni e sull'erogazione di provvidenze, ad una cultura di previsione e prevenzione, diffusa a vari livelli, imperniata sull'individuazione delle condizioni di rischio e volta all'adozione di interventi finalizzati alla minimizzazione dell'impatto degli eventi.

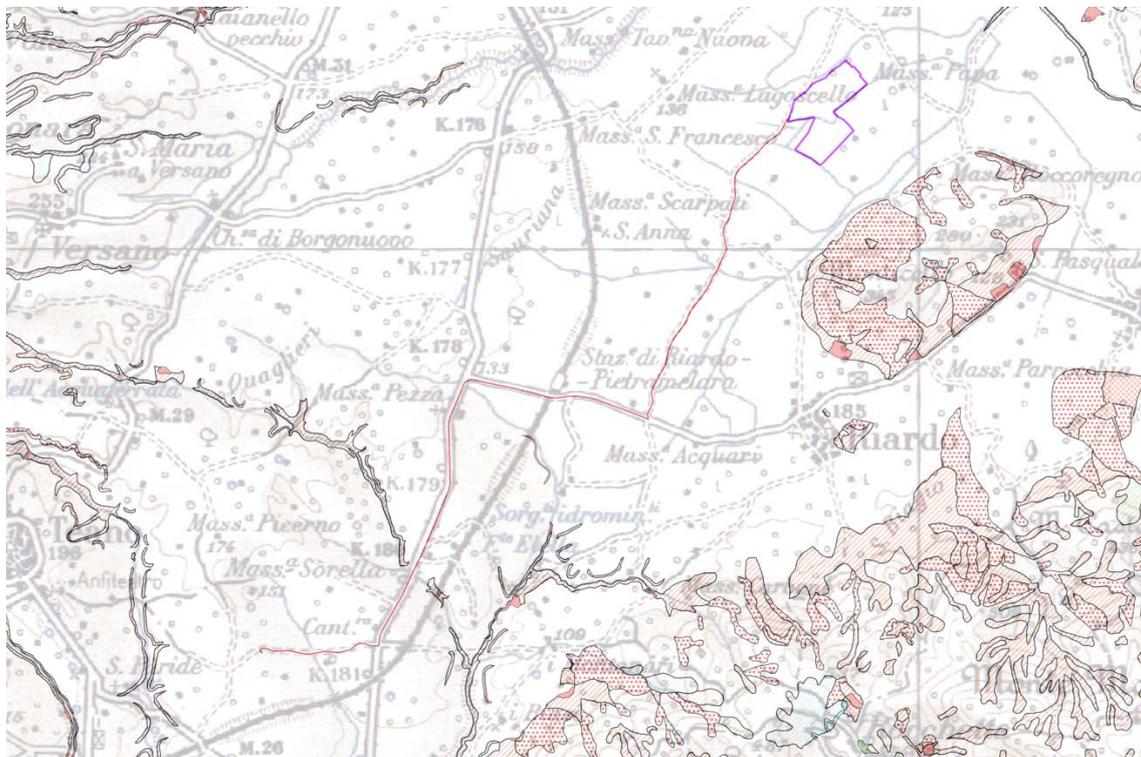
A seguito di tali norme, sono state istituite per tutto il territorio nazionale Autorità di Bacino (AdB) che hanno elaborato i "Piani Stralcio per l'assetto idraulico ed idrogeologico" (PAI), a definire e cartografare il diverso livello di pericolosità da frana e da alluvione. AdB di riferimento per il territorio di nostro interesse è l'AdB Nazionale Liri, Garigliano e Volturno, oggi accorpata con molte altre nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

## 7.1 Pericolosità da Frana

La Carta della Pericolosità da Frana dell'EX AdB Liri, Garigliano e Volturno non cartografa nessuna criticità da frana nell'immediato intorno della zona di studio, sia per l'area di installazione del parco fotovoltaico (in viola) sia per tutta la tratta del cavidotto interrato, posato su strade esistenti (linea rossa).

Come descritto ampiamente nel capitolo 3, ci troviamo in una zona pianeggiante dove le pendenze sono trascurabili e quindi non possono essere fattore scatenante e/o predisponente una qualche fenomenologia di frana.

Siamo comunque lontani dal rilievo collinare "Monticello", a circa 700m in direzione SudEst e cartografato dall'AdB con versanti << di Attenzione Potenzialmente Alta >>: siamo lontani da possibili zone di invasione di frane che potrebbero innescarsi sul versante ma rovinare nel torrente alla base dell'alto morfologico (Rio Pietrabianca) e mai arrivare ad invadere la zona del parco fotovoltaico.



## 7.2 Pericolosità Idraulica

Nell'intorno della zona di studio non ci sono corsi d'acqua degni di nota a creare una qualche forma di instabilità idraulica.

L'AdB Liri, Garigliano e Volturno non evidenzia nessuna criticità idraulica.

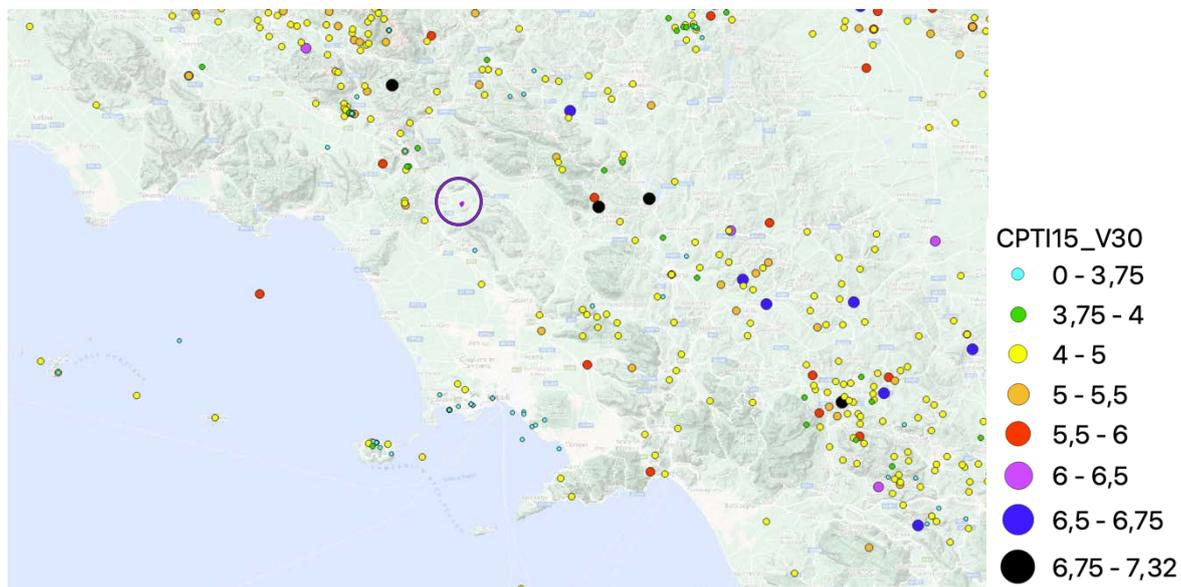
## 8 Compatibilità sismica

### 8.1 Sismicità di Vasta Area

Prendendo a riferimento il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI v3.0 dal 1000 al 2019 – (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A. 2021 – INGV), e definendo una distanza di rispetto di 150km dalla zona del futuro parco fotovoltaico, è possibile elencare nella tabella che segue tutti i terremoti storici che hanno colpito questo settore dell'Italia Meridionale, con una magnitudo  $\geq 5,8Mw$ .

Year	Epicalentral	MwDef
1456	Appennino centro-meridionale	7.19
1915	Marsica	7.08
1688	Sannio	7.06
1706	Maiella	6.84
1980	Irpinia-Basilicata	6.81
1349	Lazio-Molise	6.8
1732	Irpinia	6.75
1694	Irpinia-Basilicata	6.73
1561	Vallo di Diano	6.72
1805	Molise	6.68
1703	Aquilano	6.67
1930	Irpinia	6.67
1627	Capitanata	6.66
1702	Sannio-Irpinia	6.56
1851	Vulture	6.52
1461	Aquilano	6.5
1561	Vallo di Diano	6.34
1654	Sorano	6.33
1731	Tavoliere delle Puglie	6.33
2009	Aquilano	6.29
1349	Appennino laziale-abruzzese	6.27
1962	Irpinia	6.15
1361	Subappennino dauno	6.03
1627	Capitanata	6.03
1466	Irpinia-Basilicata	5.98
1657	Capitanata	5.96
1933	Maiella	5.9
1692	Irpinia	5.88
1875	Gargano	5.86
1978	Tirreno centrale	5.86
1984	Monti della Meta	5.86

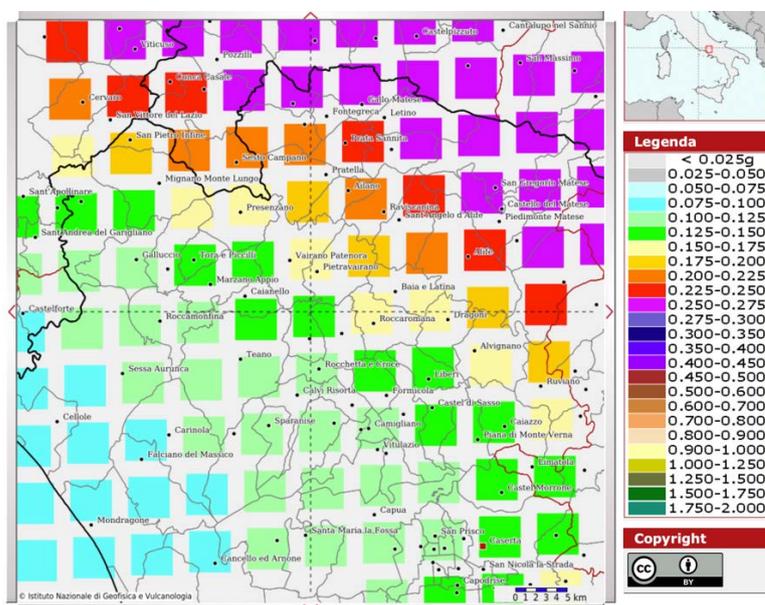
Nella foto che segue una visuale generale del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, con indicata in viola la zona di studio:



Anche se l'area di trova in un territorio dove storicamente non si sono verificati terremoti degni di nota, resta comunque prossima alla catena appenninica che resta una delle zone a più alta sismicità d'Italia e dove sono localizzati alcuni dei terremoti a maggiore energia, con magnitudo stimata maggiore di 6,75.

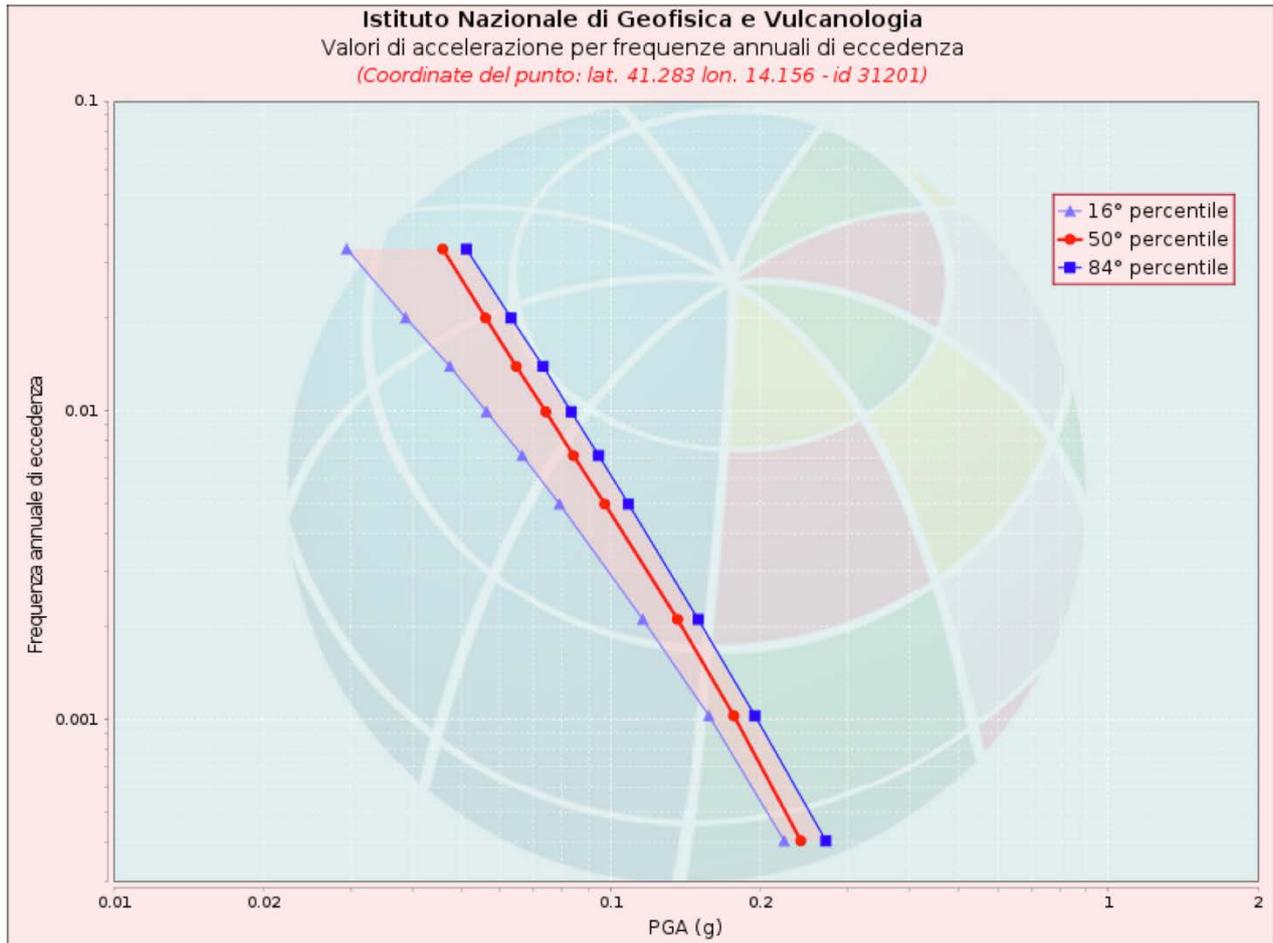
Analizzando la Carta della Pericolosità Sismica redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, la mappa rappresenta con diversi colori il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A,  $V_{s30} > 800$  m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 31201 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.



## Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

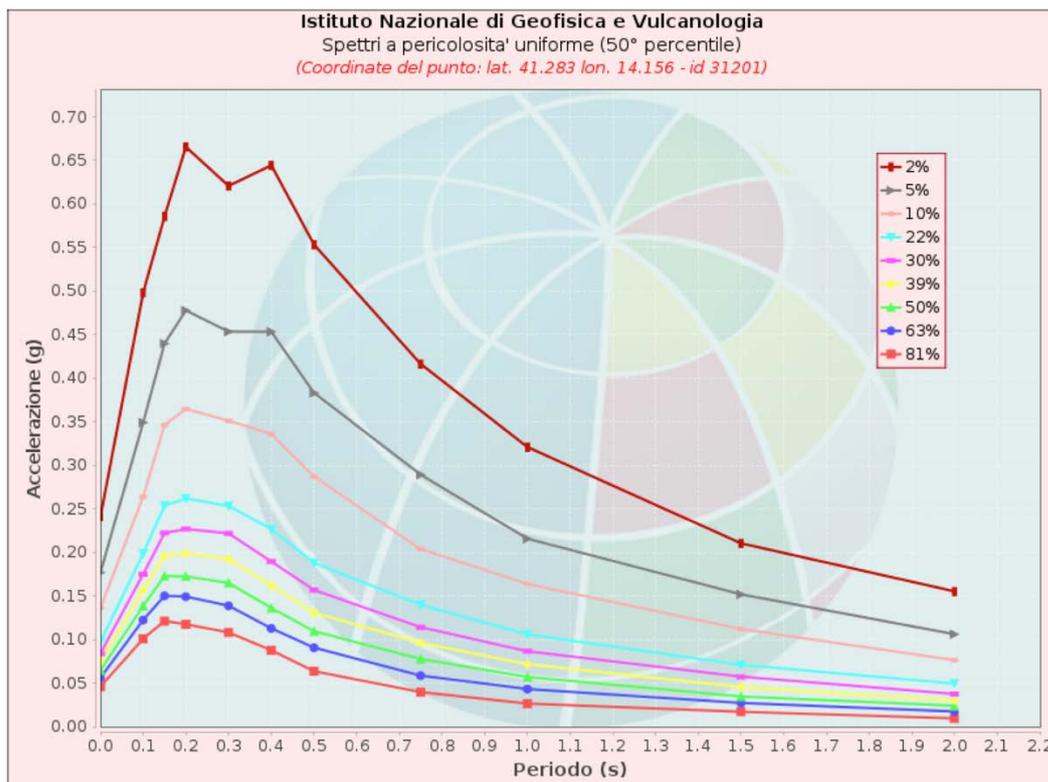


Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.223	0.241	0.271
0.0010	0.158	0.177	0.195
0.0021	0.116	0.136	0.150
0.0050	0.079	0.097	0.109
0.0071	0.066	0.084	0.095
0.0099	0.056	0.074	0.083
0.0139	0.048	0.065	0.073
0.0199	0.039	0.056	0.063
0.0332	0.029	0.046	0.051

## Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

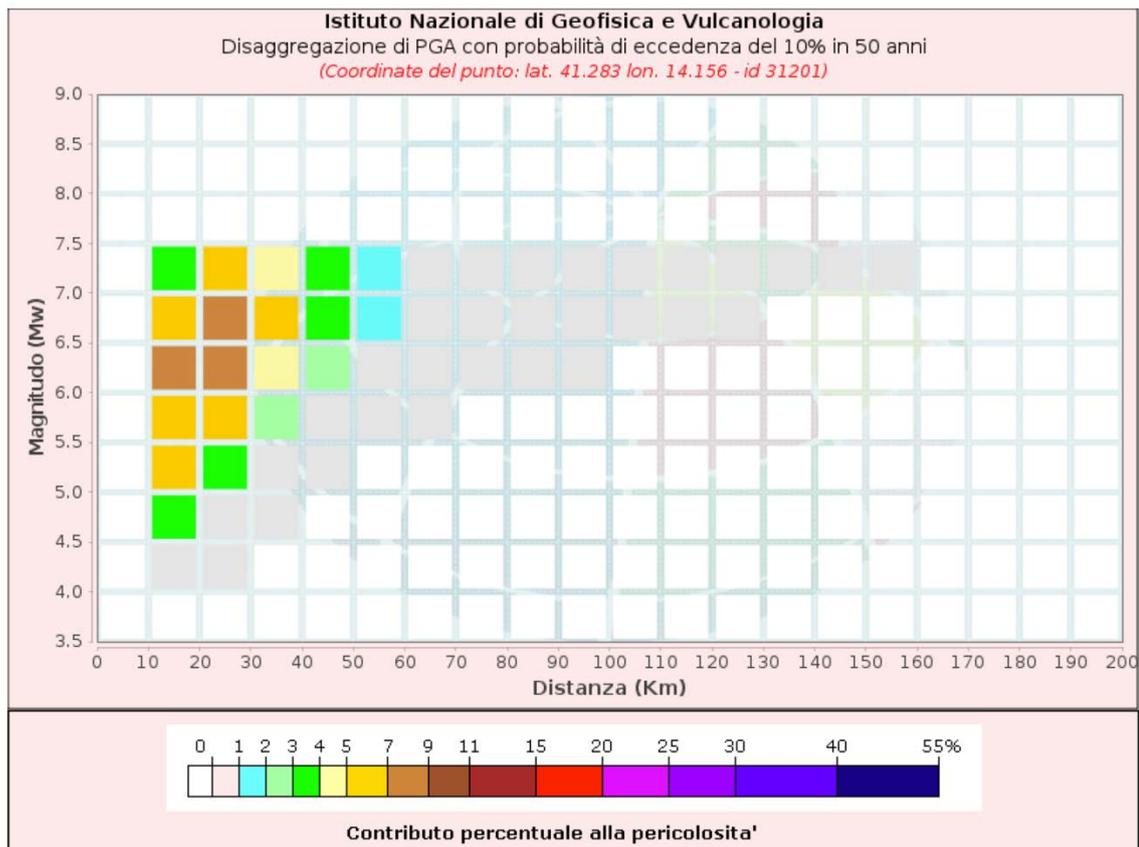
I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.241	0.498	0.586	0.665	0.621	0.644	0.553	0.416	0.321	0.210	0.155
5%	0.177	0.349	0.440	0.478	0.453	0.453	0.383	0.289	0.216	0.152	0.106
10%	0.136	0.264	0.346	0.365	0.351	0.336	0.287	0.204	0.164	0.112	0.076
22%	0.097	0.199	0.254	0.262	0.253	0.227	0.188	0.140	0.106	0.071	0.049
30%	0.084	0.175	0.222	0.227	0.222	0.189	0.157	0.114	0.086	0.057	0.037
39%	0.074	0.157	0.196	0.199	0.192	0.162	0.131	0.096	0.072	0.045	0.030
50%	0.065	0.138	0.173	0.172	0.165	0.136	0.109	0.078	0.057	0.035	0.024
63%	0.056	0.122	0.150	0.149	0.139	0.113	0.091	0.059	0.043	0.027	0.017
81%	0.046	0.101	0.121	0.117	0.108	0.088	0.064	0.040	0.026	0.017	0.009

## Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6500	3.0900	5.3100	6.9900	7.3800	6.4200	3.4900	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0383	0.9820	3.2500	5.8200	7.8700	8.5100	5.4700	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0115	0.7070	2.4700	4.4500	6.0500	4.6300	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0367	0.8360	2.1800	3.6100	3.1300	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1250	0.7320	1.4300	1.2800	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0044	0.2380	0.6660	0.6690	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0622	0.3280	0.3590	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.1630	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0757	0.1190	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0299	0.0701	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0091	0.0398	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0197	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0079	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 6.33 ; distanza = 28.0 ; epsilon = 1.15

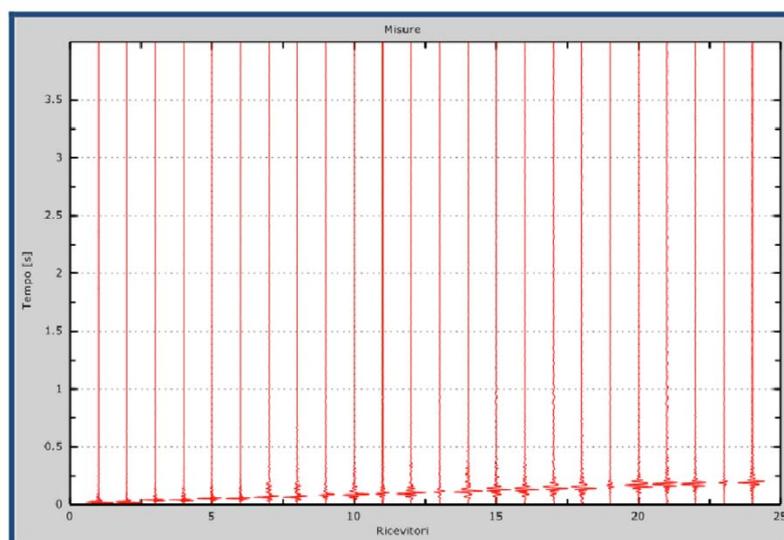
## 8.2 Sismicità di Sito

Per definire le caratteristiche sismiche dei terreni del futuro parco fotovoltaico è stata eseguita in data 23/11/2021 una prova sismica MASW, descritta in dettaglio nel seguito.

Report Fotografico:



La traccia acquisita in sito:



Curva di Dispersione:

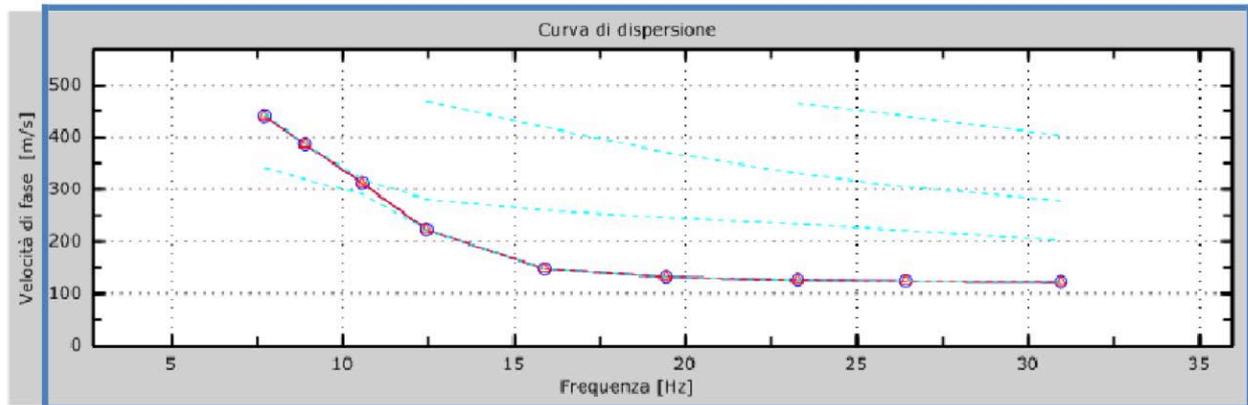
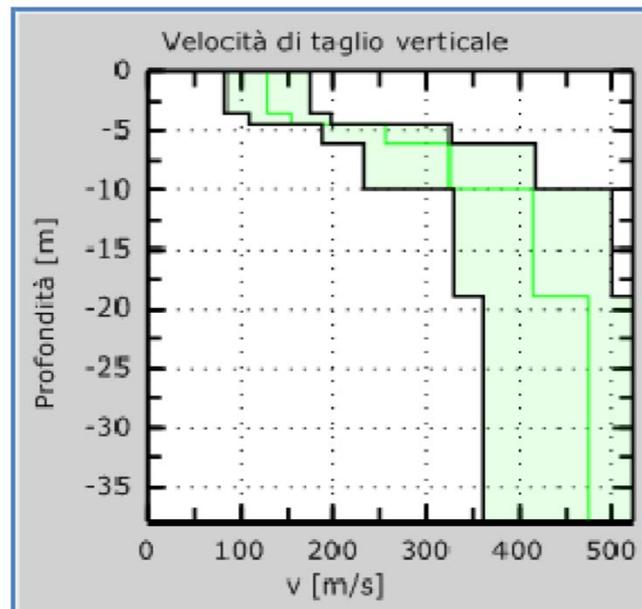


Grafico delle Velocità delle Onde S



La prova sismica MASW ha ottenuto valori della  $V_{s,eq}$  di 310m/s, facendo rientrare questi terreni nella categoria di sottosuolo C, definita dalle NTC2018 come << Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s >>.

Nella pagina che segue, Elaborazione con Software Licenziato Geostru PS Advanced, per la caratterizzazione sismica di sito.

## 8.2.1 Pericolosità sismica di base

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
Classe d'uso: II  
Coefficiente d'uso (Cu): 1  
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41,2892647 [°]  
Longitudine (WGS84): 14,1537323 [°]  
Latitudine (ED50): 41,2902565 [°]  
Longitudine (ED50): 14,1546125 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	31200	41,283420	14,089070	5528,78
2	31201	41,283060	14,155600	804,28
3	30979	41,333070	14,156080	4762,41
4	30978	41,333430	14,089490	7254,81

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,470	0,284
SLD	50	0,054	2,514	0,317
	72	0,061	2,583	0,334
	101	0,070	2,592	0,351
	140	0,079	2,627	0,363
	201	0,092	2,562	0,403
SLV	475	0,126	2,575	0,439



SLC	975	0,162	2,599	0,456
	2475	0,215	2,657	0,517

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,461	0,286
SLD	50	0,056	2,520	0,315
	72	0,065	2,555	0,334
	101	0,074	2,575	0,348
	140	0,084	2,589	0,362
	201	0,097	2,537	0,401
SLV	475	0,136	2,542	0,433
SLC	975	0,177	2,566	0,449
	2475	0,241	2,625	0,465

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,459	0,283
SLD	50	0,061	2,499	0,312
	72	0,072	2,501	0,330
	101	0,083	2,536	0,341
	140	0,095	2,532	0,354
	201	0,111	2,524	0,369
SLV	475	0,157	2,505	0,416
SLC	975	0,211	2,471	0,431
	2475	0,301	2,450	0,446

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,450	0,284
SLD	50	0,059	2,510	0,313
	72	0,068	2,523	0,331
	101	0,078	2,567	0,345
	140	0,089	2,559	0,357
	201	0,103	2,565	0,372
SLV	475	0,143	2,544	0,423
SLC	975	0,185	2,578	0,438
	2475	0,250	2,641	0,456

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,461	0,285
SLD	50	0,057	2,516	0,315
SLV	475	0,138	2,541	0,431
SLC	975	0,180	2,559	0,447

## 8.2.2 Pericolosità sismica di sito

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Muri di sostegno NTC 2008

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,015	0,049	0,061
kv	0,006	0,008	0,025	0,031
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,683	0,834	2,020	2,507
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

### Paratie NTC 2008

Altezza paratia (H):

3,0 [m]

Spostamento ammissibile us:

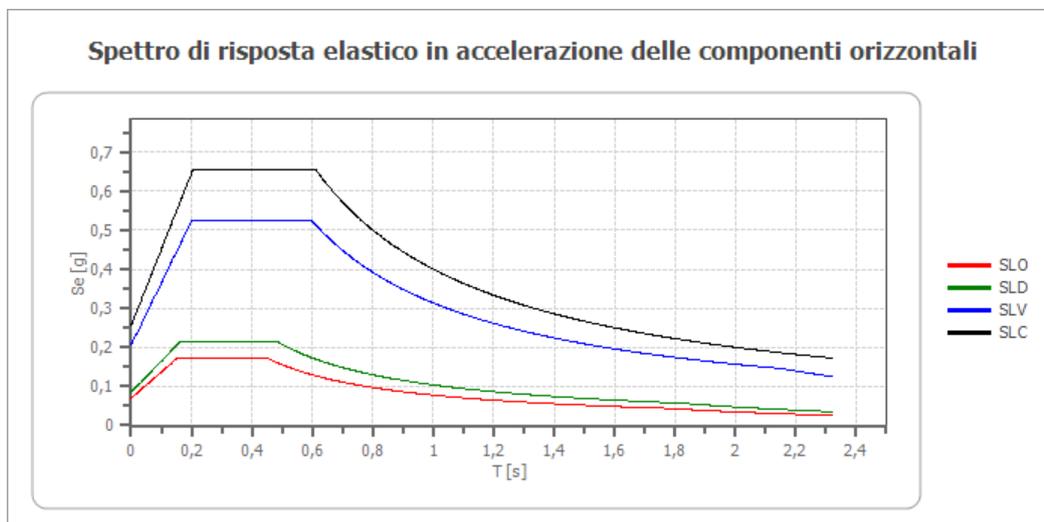
0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,045	0,055	0,134	0,166
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,683	0,834	2,020	2,507
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,017	0,049	0,061
kv	0,007	0,009	0,025	0,031
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,683	0,834	2,020	2,507
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,046	2,461	0,285	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,151	0,453	1,786	0,070	0,171
SLD	1,0	0,057	2,516	0,315	1,500	1,540	1,000	1,500	1,000	0,162	0,485	1,827	0,085	0,214
SLV	1,0	0,138	2,541	0,431	1,490	1,390	1,000	1,490	1,000	0,200	0,599	2,153	0,206	0,523
SLC	1,0	0,180	2,559	0,447	1,420	1,370	1,000	1,420	1,000	0,204	0,612	2,320	0,256	0,654

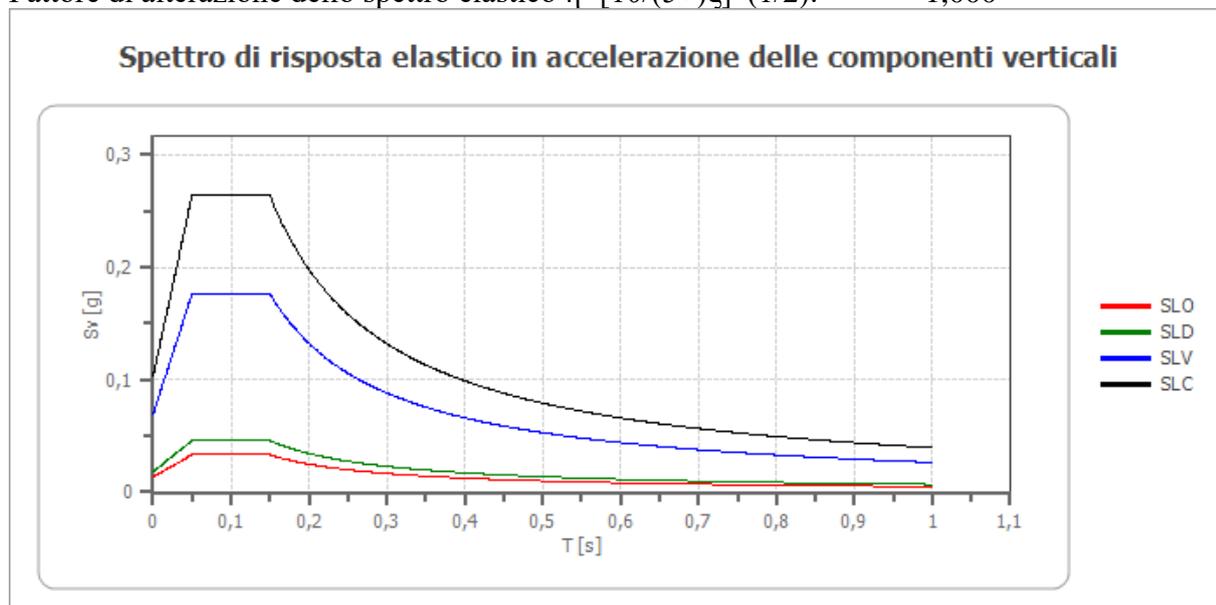
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,046	2,461	0,285	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,033
SLD	1,0	0,057	2,516	0,315	1	1,540	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,046
SLV	1,0	0,138	2,541	0,431	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,069	0,176
SLC	1,0	0,180	2,559	0,447	1	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,103	0,264

### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q:

1,50

Fattore di struttura spettro verticale q:

1,50

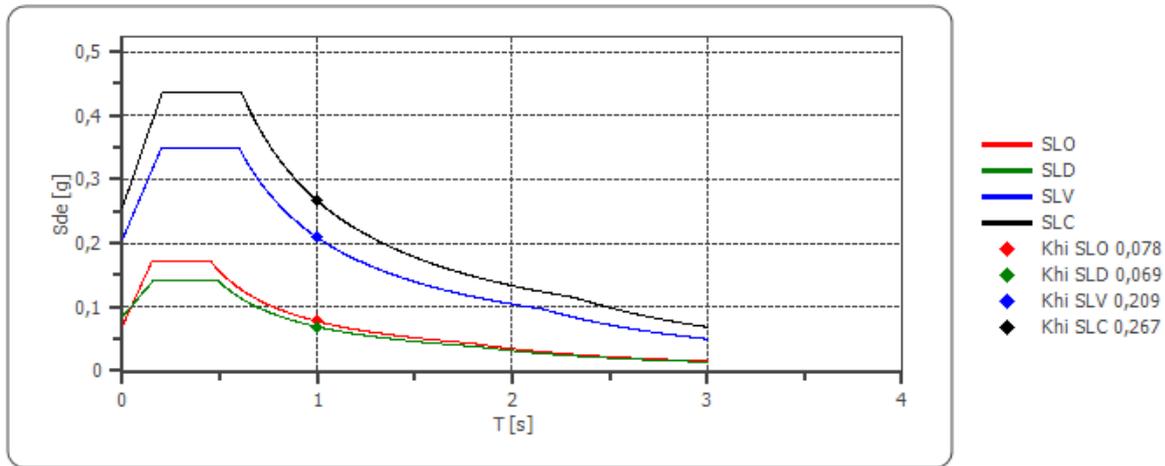
Periodo fondamentale T:

1,00 [s]

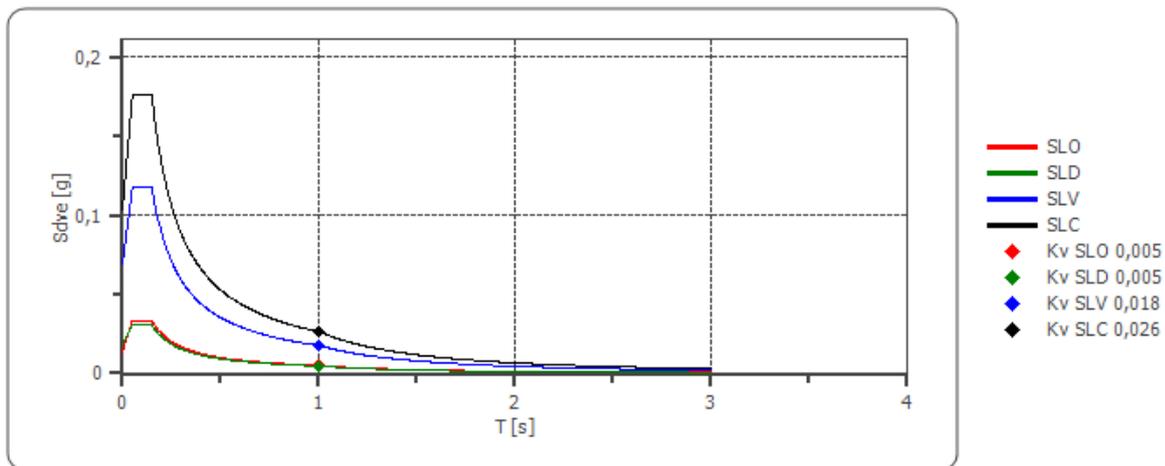
	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,078	0,069	0,209	0,267
0,005	0,005	0,018	0,026	



**Spettro di progetto delle componenti orizzontali**



**Spettro di progetto delle componenti verticali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,046	2,461	0,285	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,151	0,453	1,786	0,070	0,171
SLO verticale	1,0	0,046	2,461	0,285	1,500	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,033
SLD orizzontale	1,0	0,057	2,516	0,315	1,500	1,540	1,000	1,500	1,500	0,162	0,485	1,827	0,085	0,143
SLD	1,0	0,057	2,516	0,315	1,500	1,540	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,018	0,031



verticale														
SLV orizzontale	1,0	0,138	2,541	0,431	1,490	1,390	1,000	1,490	1,500	0,200	0,599	2,153	0,206	0,349
SLV verticale	1,0	0,138	2,541	0,431	1,490	1,390	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,069	0,118
SLC orizzontale	1,0	0,180	2,559	0,447	1,420	1,370	1,000	1,420	1,500	0,204	0,612	2,320	0,256	0,436
SLC verticale	1,0	0,180	2,559	0,447	1,420	1,370	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,103	0,176

Caserta, 03/02/2022

Geol. Vittorio Emanuele Iervolino





**Ditta esecutrice I. Geo. s.a.s.**

## **RELAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**Committente:**

**Trend Energetico s.r.l.**

**Oggetto:**

**Progetto Industria del Sole**

**Località:**

**comune di Pietramelara-Riardo (Ce) - località "Mass. Papa"**

**Indagini Eseguite:**

***Prova penetrometrica statica Cpt;***

***Prova geofisica Masw;***

***Analisi di laboratorio;***

---

**I. Geo. s.a.s.**

**Indagini geognostiche e geofisiche  
Consolidamenti – pali – micropali**  
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE)  
tel 0823/879116; cell. 338/1534202  
E-Mail: igeo2004@virgilio.it  
Pec : igeo@pec.it  
P.Iva : 01956710618

**Pastorano (CE), li Dicembre 2021**

*Il direttore tecnico*

**I. GEO S.a.s.**  
**di DONOFRIO GIUSEPPE & C.**  
Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)  
Part.Iva E. Cod. Fisc. 01556710618



Per incarico ricevuto dalla soc. Trend Energetico s.r.l., è stata eseguita dalla ditta I.GEO s.a.s., una campagna di indagini geognostiche, in località “Mass. Papa” nel comune di Pietramelara-Riardo (Ce), di seguito indicate:

- *Prova penetrometrica statica (CPT);*
- *Prova geofisica Masw;*
- *Analisi geotecniche di laboratorio;*

La campagna di indagini geognostiche ha avuto luogo nel mese di Novembre 2021, ed è stata eseguita dalla ditta specializzata **I.GEO. s.a.s.**, con sede in Pastorano (CE), le indagini geotecniche di laboratorio sono state eseguite dal laboratorio **Soil Test** con sede in Caserta fraz. Falciano.

## **PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

La prova penetrometrica statica CPT è stata effettuata mediante l'utilizzo di un penetrometro statico PAGANI tg 63-200 KN da venti tonnellate ed è stata utilizzata una punta meccanica tipo BEGEMANN di 10 cm<sup>2</sup> di sezione che misura, ogni venti centimetri, la  $Q_c$  (resistenza alla punta),  $R_{ll}$  (resistenza laterale locale),  $R_t$  (resistenza totale). Tali valori sono rilevati mediante cella di carico di sommità, (classe 0,2) e visualizzati da una centralina elettronica.

## MASW

La MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza. Per le modalità operative e per la strumentazione utilizzata si rimanda all'apposito allegato.

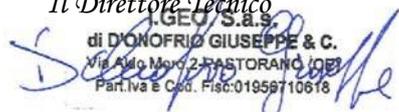
Nelle pagine successive vengono riportate le risultanze della prova penetrometrica statica, unitamente alle risultanze delle analisi di laboratorio geotecnico eseguite sul campione prelevato e alla prova geofisica eseguita.

Pastorano (CE) lì Dicembre 2021

**I.GEO. s.a.s.**

*Il Direttore Tecnico*

I.GEO. S.A.S.  
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.  
Via Aldo Moro 2 PASTORANO (CE)  
Part.Iva e Ccia. Fisn:01959710618



**Committente:**

**Trend Energetico s.r.l.**

**Oggetto:**

**Progetto Industria del Sole**

**Località:**

**comune di Pietramelara-Riardo (Ce) - località "Mass. Papa"**

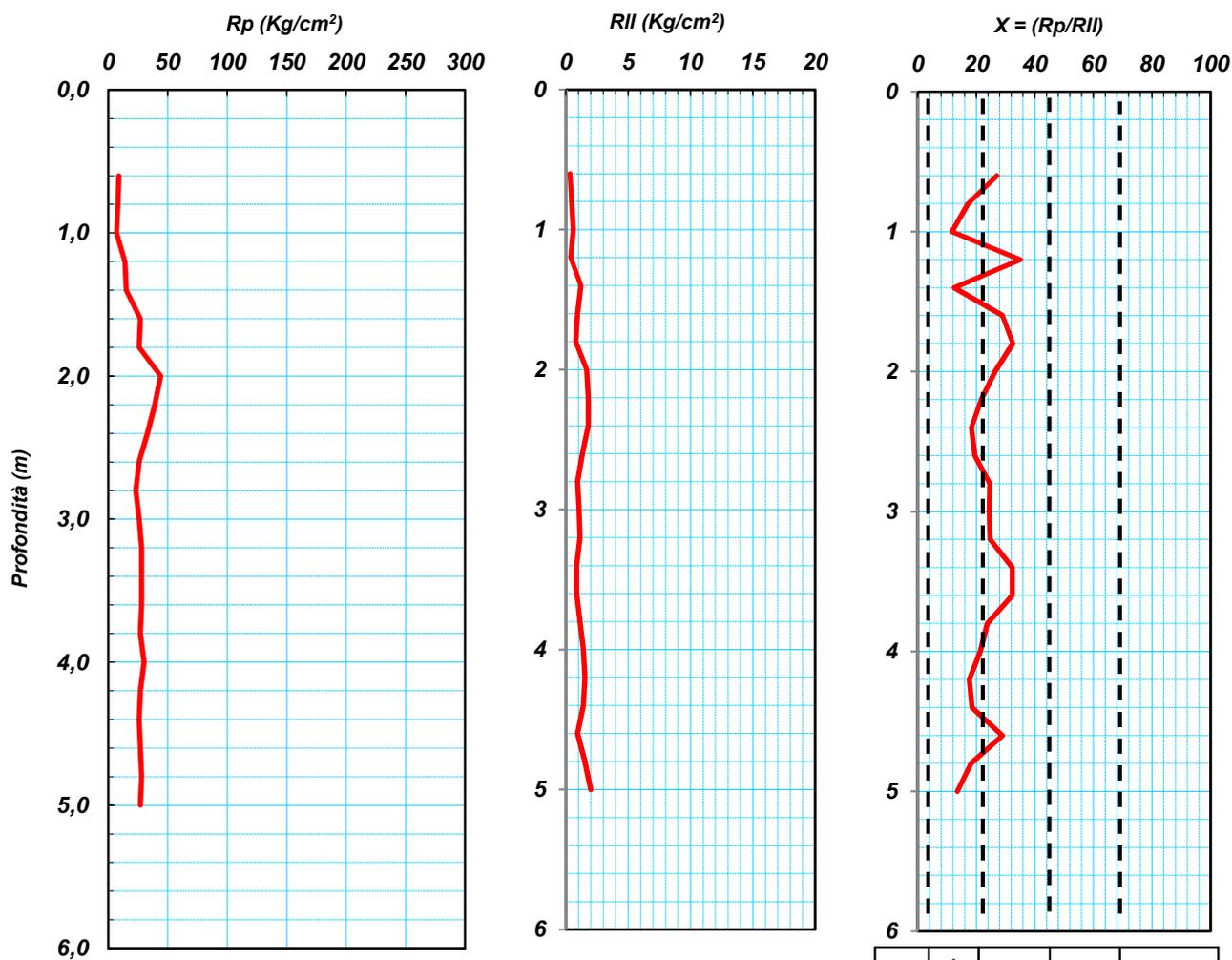
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
(CPT)**



# I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618  
 ISO 9001:2015 - QMS-05065959-19  
 Attestazione SOA n. 4685/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche  
 valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)					
COMMITTENTE:	Trend Energetico s.r.l.				
OGGETTO:	Progetto Industria del Sole		N° Certificato	1696/21	
LOCALITA':	comune di Pietramelara-Riardo (Ce) località "Mass. Papa"		Sigla Prova	CPT 1	
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 5,1 Kg	TIPOLOGIA PUNTA: Begeman	Data emissione	23/11/2021	
DATA ESECUZIONE PROVA:	23/11/2021	campione indisturbato (m): 2,00 - 2,50	Pagina	1/2	



T	A LA	LS	SL	S	SG
---	---------	----	----	---	----

LEGENDA PER LA LITOLOGIA					
T = Torbe	A = Argille	LA = Limi Argillosi	LS = Limi Sabbiosi		
SI = Sabbie Limose	S = Sabbie	G = Ghiaia			

Il direttore tecnico  
 Dott. Geol. Giuseppe Di Onofrio  
 I. Geo. s.a.s.  
 Via Aldo Moro, 2 - PASTORANO (CE)  
 Part. Iva e Cod. Fisc. 01956710618



**Committente:**

**Trend Energetico s.r.l.**

**Oggetto:**

**Progetto Industria del Sole**

**Località:**

**comune di Pietramelara-Riardo (Ce) - località "Mass. Papa"**

**MASW**

# I. Geo. s.a.s.

*Indagini geognostiche e geofisiche*

*Consolidamenti – pali – micropali*

*Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE)*

*tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202*

*E-Mail: [igeo2004@virgilio.it](mailto:igeo2004@virgilio.it)*

*P.iva: 01956710618*

**Attestazione SOA OS 20-B n. 4685/66/02**

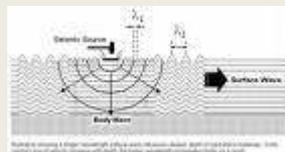


Committente	Trend Energetico s.r.l.
Località	comune di Pietramelara-Riardo (Ce) - località "Mass. Papa"

Caratterizzazione sismica dei suoli con metodo

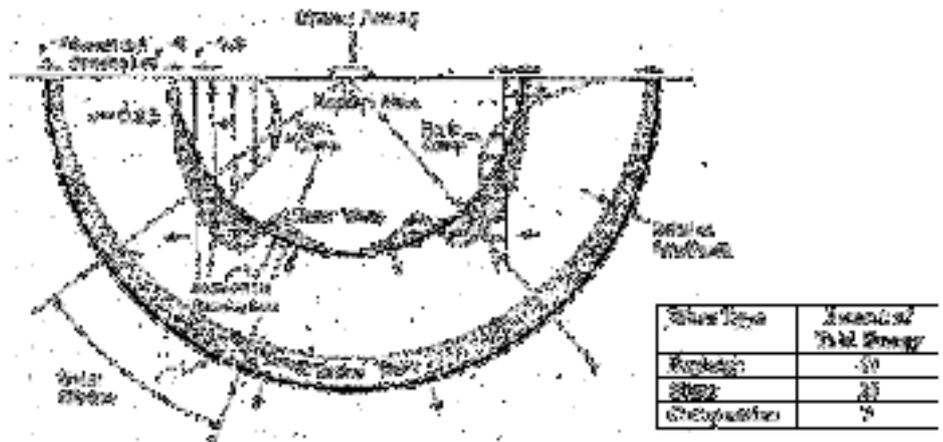
# Masw

(Multichannel Analysis of Surface Waves)



## INDAGINE SISMICA M.A.S.W.

Il rilievo geofisico MASW (multichannel analysis of surface waves) è utilizzato per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con *algoritmi genetici*



I vantaggi dell'uso di questa metodologia geofisica rispetto ai metodi tradizionali sono:

1. Particolarmente indicato per suoli altamente attenuanti ed ambienti rumorosi
2. Non limitato – a differenza del metodo a rifrazione – dalla presenza di inversioni di velocità in profondità
3. Buona risoluzione (a differenza del metodo a riflessione)
4. Permette la ricostruzione della distribuzione verticale della velocità delle onde di taglio ( $S$ ) – fondamentale per la caratterizzazione geotecnica del sito.

Inoltre:

- La percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

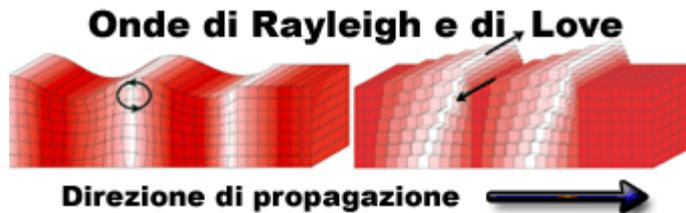


Figura 1: Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

- L'ampiezza delle *surface waves* dipende da  $\sqrt{r}$  e non da  $r$  come per le *body waves*.

## STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali della SARA Electronic Instruments S.r.l. di Perugia, modello DOREMI, con processore Pentium IV esterno, display VGA a colori in LCD-TFT 15". Computer portatile a supporto, trattamento del segnale a 16 bit, trattamento di dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione; inoltre, i guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo

strumento. Il trigger è dato da un geofono starter esterno, con possibilità di pre-trigger (0-10 ms).

Sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz e, come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 5 Kg battuta su una piastra metallica.

## METODOLOGIA OPERATIVA

Acquisire un set di dati per l'indagine MASW non è troppo diverso da una comune acquisizione per un'indagine a rifrazione (o riflessione). E' sufficiente effettuare uno stendimento di geofoni allineati con la sorgente ed utilizzare una sorgente ad impatto verticale (martello).

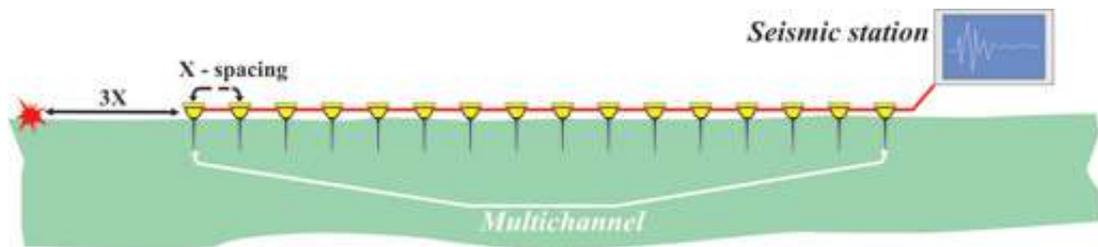


Figura 2: Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo Masw

Il profilo MASW è stato eseguito utilizzando n° 24 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 1,00 metro; i punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 2,00 m, 5,00 m e 8,00 m dal geofono n° 1. La scelta dei tre scoppi è stata effettuata per avere

la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

## METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Il software *MASW 2007 dell'Ing. Vitantonio Roma* consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers* acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global-search methods* o *soft computing*).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

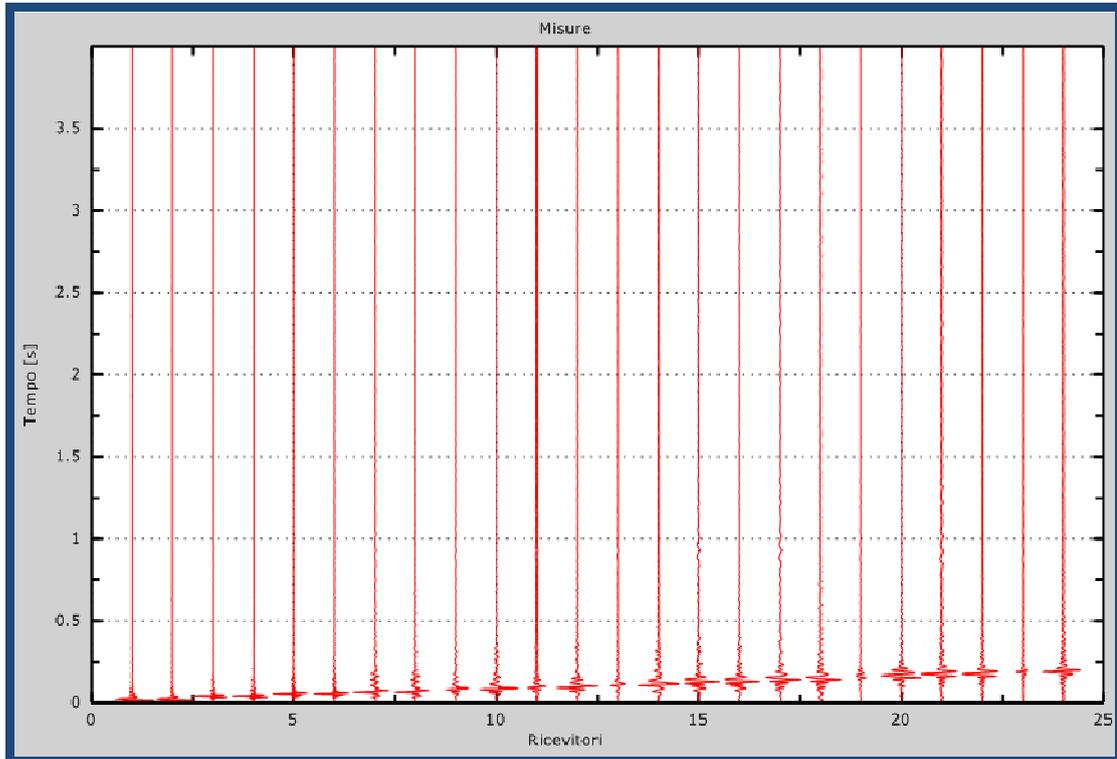
Gli algoritmi evolutivi offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (*search space*) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

Quella finale viene infine proposta con anche una stima della sua attendibilità (*deviazioni standard*) attenuata grazie all'impiego di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza del software utilizzato è quindi proprio quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie, arricchiti anche da una stima dell'attendibilità.

Nella pagina seguente si riportano le risultanze scaturite dall'indagine eseguite:

# VISUALIZZAZIONE FORMA D'ONDA



**Figura 1: Tracce acquisite in sito**

# CURVA DI DISPERSIONE

(CURVA MULTIMODALE: MODI DI RAYLEIGH-APPARENTE EFFETTIVA)

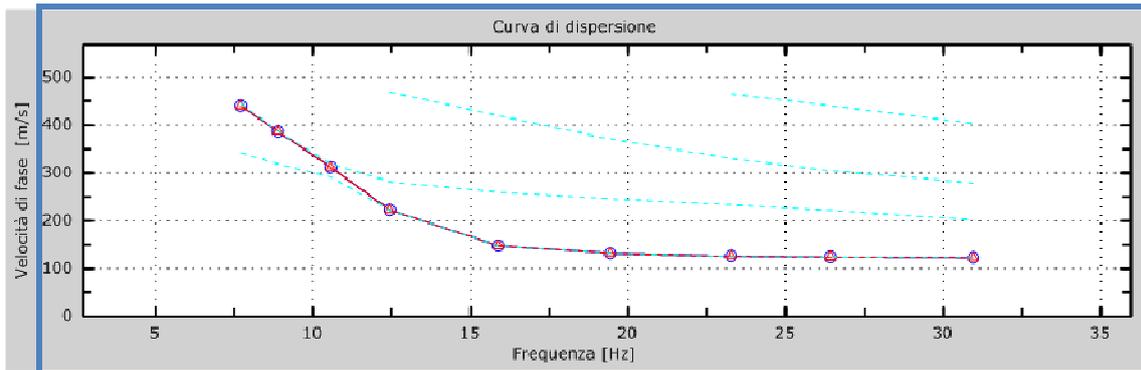


Figura 2: Calcolo curva di dispersione

# GRAFICO VELOCITA' ONDE S

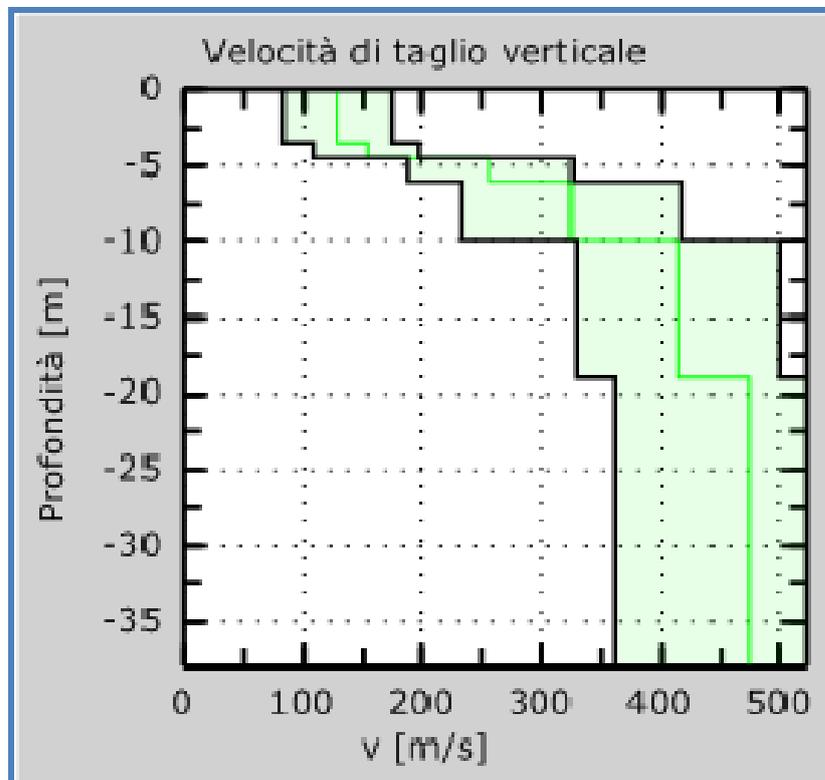


Figura 3: Le velocità del grafico visualizzato sono riportate nella pagina successiva.

## 2.4. PROFILO DI Vs FINALE

Sono stati individuati n. 6 sismostrati principali alle seguenti profondità e alle rispettive velocità delle onde S. :

PROFONDITA' z(m)	SPESSORE h(m)	Vs (m/s)
- 3.50	3.50	129
da - 3.50 a - 4.50	1	154
da - 4.50 a - 6	1.50	257
da - 6 a -10	4	325
da - 10 a -19	9	415
da - 19 a -35	16	474

Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S hanno portato alla seguente determinazione della  $V_{s30}$  a partire dal piano campagna :

Vs30 =	30	310	m/s
	$\Sigma h_i/V_i$		

**Categoria di suolo tipo : C**

Pastorano (CE) li Dicembre 2021

I.GEO S.a.s.  
di D'ONOFRIO GIUSEPPE & C.  
Via Aldo Moro 2 PASTORANO (CE)  
Part.IVA e Cod. Fisc. 01959710618

**Committente:**

**Trend Energetico s.r.l.**

**Oggetto:**

**Progetto Industria del Sole**

**Località:**

**comune di Pietramelara-Riardo (Ce) - località "Mass. Papa"**

**ANALISI DI LABORATORIO**

## IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 408/21      Certificato n°: 2831-2021  
del: 29.11.2021      Data certificato: 06.12.2021

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPTI	CI	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

### DATI GENERALI

### PROVE SPEDITIVE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	47,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	58,1	Colore (Tabella colori Munsell)	7,5YR Brown 4/4

### DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso sabbioso di colore marrone, moderatamente consistente.

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. G. VERRILLO



## CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 408/21  
del: 29.11.2021

Certificato n°: 2832-2021  
Data certificato: 06.12.2021

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

### RISULTATI DELLE PROVE

#### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	17,50
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	25,78
w	Contenuto di acqua naturale	%	33,15

#### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	13,14
n	Porosità	%	49,01
e	Indice dei vuoti	---	0,96
$s_r$	Grado di saturazione	%	90,65
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	17,95
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	8,14

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. G. VERRILLO



## ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01  
del 03/01/2013

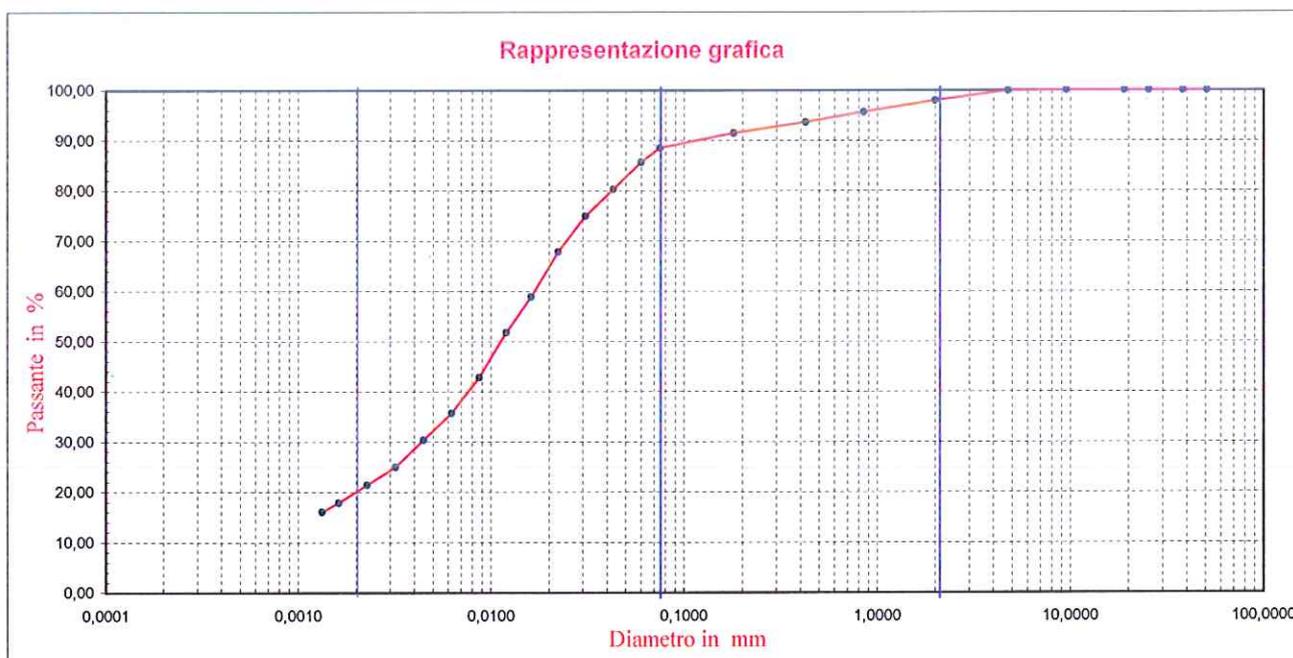
Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 408/21**      Certificato n°: **2833-2021**  
del: **29.11.2021**      Data certificato: **06.12.2021**

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021



### SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,87	97,89	95,63	93,62	91,44	88,42

### SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0599	0,0430	0,0309	0,0223	0,0161	0,0120	0,0087	0,0062	0,0045	0,0032	0,0023	0,0016	0,0013
P. (%)	85,62	80,27	74,92	67,78	58,86	51,73	42,81	35,68	30,32	24,97	21,41	17,84	16,05

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Limo argilloso sabbioso
2,11	12,27	64,22	21,41	

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. G. VERRILLO



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 408/21

Certificato n°: 2834-2021

del: 29.11.2021

Data certificato: 06.12.2021

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Trend Energetico Srl

Cantiere: Progetto Industria del Sole

Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)

Data di prova: 29.11.2021

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0086	mm/min

### Caratteristiche del campione

	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
<b>Provino 1</b>	36,00	23,00	17,43	33,51	35,79
<b>Provino 2</b>	36,00	23,00	17,57	32,79	33,85
<b>Provino 3</b>	36,00	23,00	17,50	33,08	33,31

### Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
<b>Provino 1</b>	24	50	0,37
<b>Provino 2</b>	24	100	0,68
<b>Provino 3</b>	24	150	0,97

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST S/n S277-01/AD/0004

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Verbale di accettazione n°: TR 408/21  
del: 29.11.2021

Certificato n°: 2834-2021  
Data certificato: 06.12.2021

Pag. 2 di 6

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

### Dati relativi al provino 1

$\sigma_v$ 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
25	0,22	0,017	0,017	4,6										
50	0,43	0,027	0,031	8,5										
75	0,65	0,037	0,044	12,2										
100	0,86	0,046	0,056	15,6										
125	1,08	0,055	0,066	18,4										
150	1,29	0,064	0,075	21,0										
175	1,51	0,072	0,085	23,6										
200	1,72	0,080	0,093	25,8										
225	1,94	0,086	0,099	27,6										
250	2,15	0,093	0,105	29,3										
275	2,37	0,098	0,111	30,7										
300	2,58	0,103	0,115	32,0										
325	2,80	0,109	0,118	32,7										
350	3,01	0,114	0,120	33,3										
375	3,23	0,120	0,121	33,5										
400	3,44	0,126	0,118	32,8										
425	3,66	0,130	0,115	32,0										
450	3,87	0,134	0,112	31,0										
475	4,09	0,140	0,109	30,3										
500	4,30	0,144	0,105	29,3										
525	4,52	0,147	0,102	28,4										
550	4,73	0,150	0,100	27,8										
575	4,95	0,154	0,098	27,3										
600	5,16	0,157	0,096	26,8										

Pressione a rottura 33,5 (KPa)  
Deformazione a rottura 3,23 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Verbale di accettazione n°: TR 408/21  
del: 29.11.2021

Certificato n°: 2834-2021  
Data certificato: 06.12.2021

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

Pag. 3 di 6

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

### Dati relativi al provino 2

$\sigma_v$ 100 KPa															
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	
0	0,00	0,000	0,000	0,0											
25	0,22	0,028	0,034	9,5											
50	0,43	0,047	0,066	18,2											
75	0,65	0,064	0,092	25,6											
100	0,86	0,081	0,116	32,3											
125	1,08	0,094	0,136	37,9											
150	1,29	0,106	0,152	42,3											
175	1,51	0,117	0,167	46,3											
200	1,72	0,127	0,179	49,7											
225	1,94	0,137	0,190	52,8											
250	2,15	0,146	0,199	55,3											
275	2,37	0,153	0,208	57,9											
300	2,58	0,161	0,213	59,2											
325	2,80	0,169	0,217	60,2											
350	3,01	0,175	0,218	60,5											
375	3,23	0,183	0,214	59,5											
400	3,44	0,189	0,210	58,2											
425	3,66	0,193	0,205	57,0											
450	3,87	0,198	0,202	56,0											
475	4,09	0,203	0,197	54,6											
500	4,30	0,209	0,191	53,1											
525	4,52	0,212	0,185	51,5											
550	4,73	0,216	0,180	49,9											
575	4,95	0,219	0,174	48,2											
600	5,16	0,221	0,171	47,4											

Pressione a rottura 60,5 (KPa)  
Deformazione a rottura 3,01 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 408/21  
del: 29.11.2021

Certificato n°: 2834-2021  
Data certificato: 06.12.2021

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

### Dati relativi al provino 3

$\sigma_v$ 150 KPa															
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	
0	0,00	0,000	0,000	0,0											
25	0,22	0,037	0,053	14,8											
50	0,43	0,069	0,101	28,1											
75	0,65	0,098	0,139	38,7											
100	0,86	0,122	0,172	47,7											
125	1,08	0,141	0,199	55,4											
150	1,29	0,158	0,223	61,9											
175	1,51	0,173	0,240	66,8											
200	1,72	0,185	0,255	70,7											
225	1,94	0,197	0,268	74,5											
250	2,15	0,209	0,280	77,8											
275	2,37	0,217	0,289	80,3											
300	2,58	0,226	0,295	82,0											
325	2,80	0,236	0,298	82,7											
350	3,01	0,244	0,293	81,4											
375	3,23	0,249	0,284	79,0											
400	3,44	0,257	0,276	76,7											
425	3,66	0,264	0,267	74,3											
450	3,87	0,269	0,261	72,4											
475	4,09	0,275	0,254	70,5											
500	4,30	0,279	0,247	68,5											
525	4,52	0,282	0,241	67,0											
550	4,73	0,286	0,237	65,7											
575	4,95	0,290	0,230	64,0											
600	5,16	0,292	0,225	62,5											

Pressione a rottura **82,7 (KPa)**  
Deformazione a rottura **2,80 (mm)**

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 408/21

Certificato n°: 2834-2021

del: 29.11.2021

Data certificato: 06.12.2021

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: Trend Energetico Srl

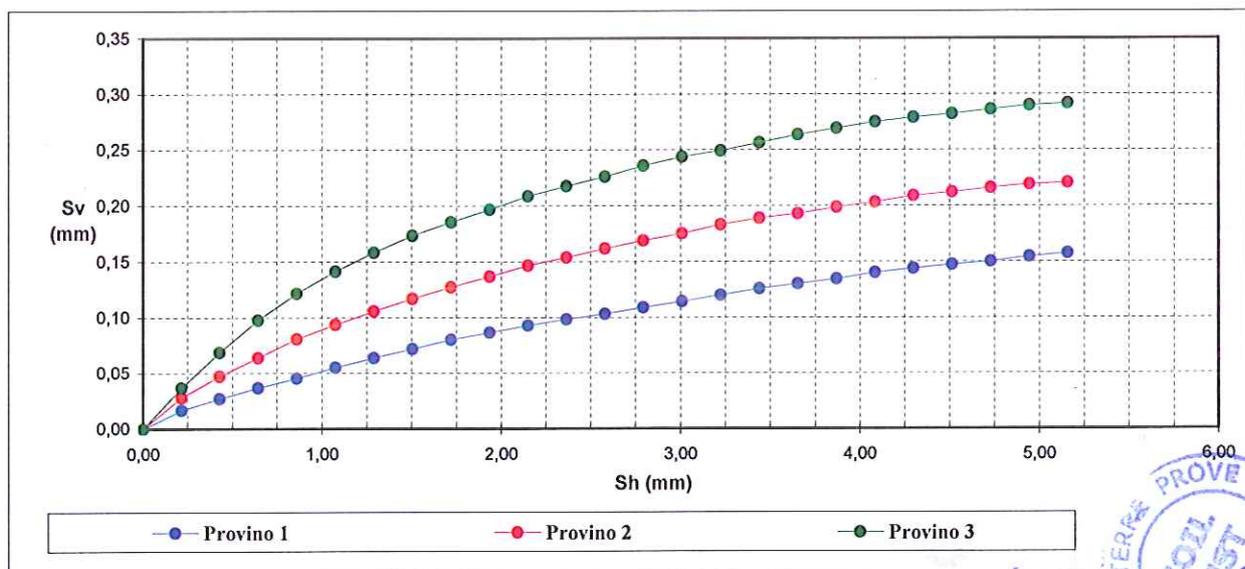
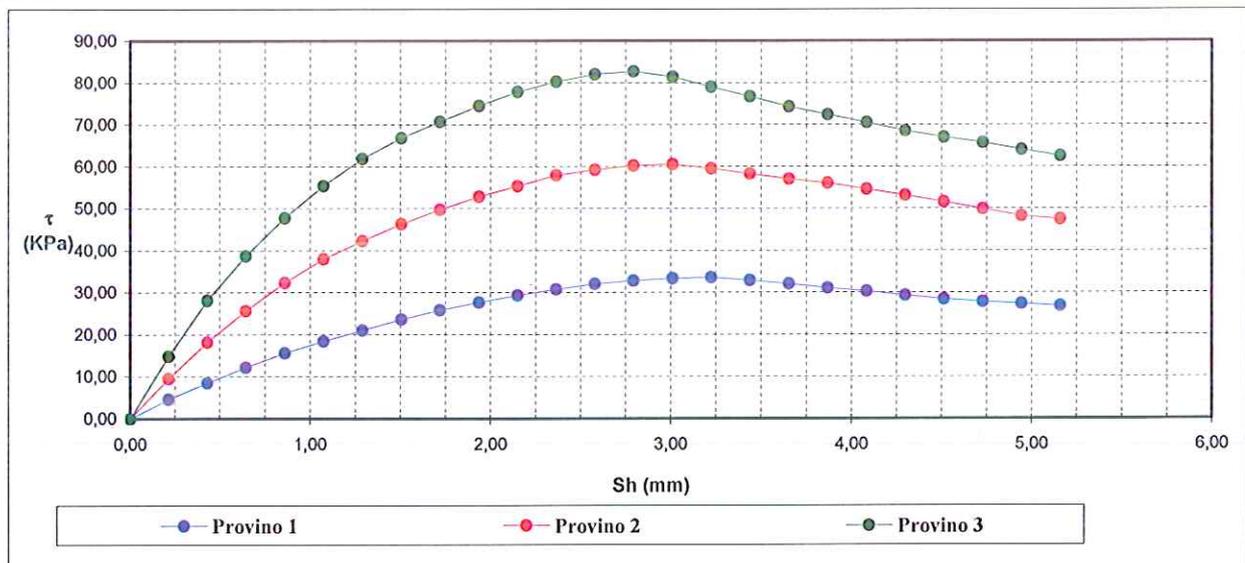
Cantiere: Progetto Industria del Sole

Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)

Data di prova: 29.11.2021

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021



Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. G. VERRILLO

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 408/21  
del: 29.11.2021

Certificato n°: 2834-2021  
Data certificato: 06.12.2021

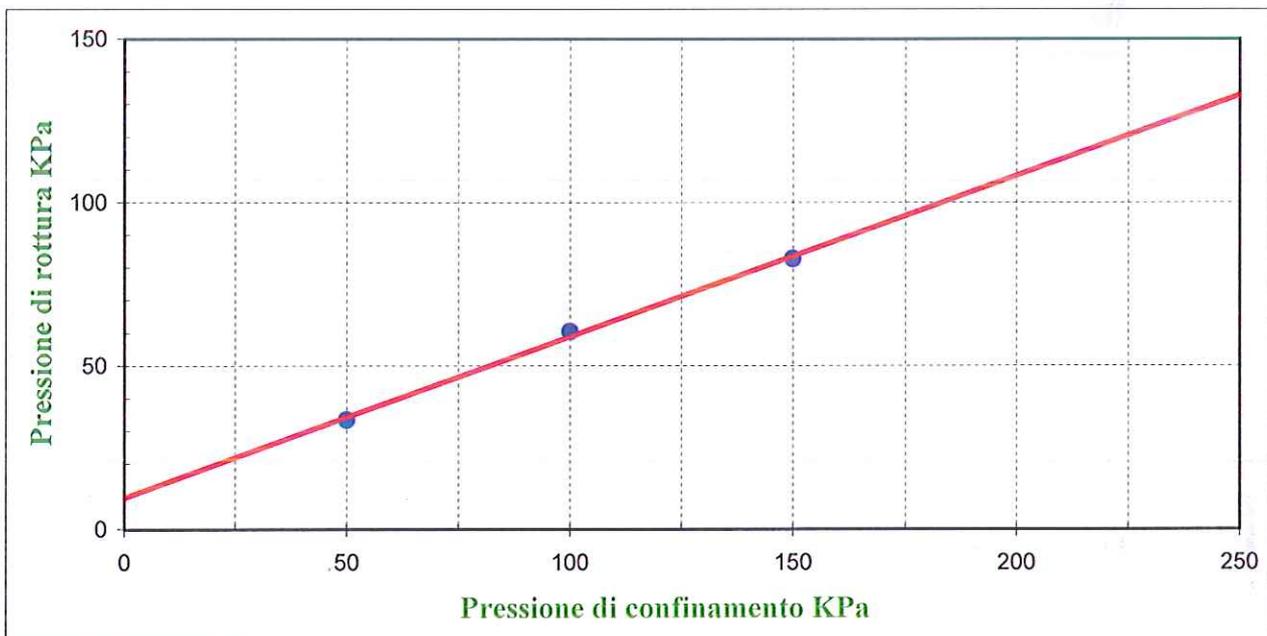
Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: Trend Energetico Srl  
Cantiere: Progetto Industria del Sole  
Località: Loc. Masseria Papa - Comuni di Pietramelara-Riardo (CE)  
Data di prova: 29.11.2021

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
CPT1	C1	2,00-2,50	indisturbato	23.11.2021

### Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	33,50	3,23
Provino 2	100,00	60,50	3,01
Provino 3	150,00	82,70	2,80



### Risultati sperimentali

Angolo di attrito 26,20 Gradi  
Coesione 9,70 KPa

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. F. MARTONE

Direttore Laboratorio  
Dr Geol. G. VERRILLO



**Committente:**

**Trend Energetico s.r.l.**

**Oggetto:**

**Progetto Industria del Sole**

**Località:**

**comune di Pietramelara-Riardo (Ce) - località "Mass. Papa"**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

## ***I. Geo. s.a.s.***

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116; cell. 338/<1534202  
E-Mail: [igeo2004@virgilio.it](mailto:igeo2004@virgilio.it) – P.IVA: 01956710618  
Certificazione Qualità: EN ISO 9001:2015 N.: QMS-05065959-19 - Attestazione SOA OS 20-B n. 4685/66/02



**Postazione prova penetrometrica statica (CPT)**



**Postazione prova geofisica (MASW)**