

REGIONE: MOLISE  
PROVINCIA: CAMPOBASSO  
COMUNE: ROTELLO



DS ITALIA 1 SRL  
Roma (RM) Via del Plebiscito 112 - 00186  
P.IVA 15926361005  
dsitalia1srl@legalmail.it

Impianto Agrosolare Rotello 52.7

RELAZIONE GEOLOGICA

IL TECNICO

GEOLOGO

Dottor Geologo  
Giancarlo Rocco Di Berardino  
g.diberardino@proes.it



IL PROPONENTE

DS ITALIA 1 S.R.L.  
Via del Plebiscito 112  
00186 Roma (RM)  
P. IVA 15926361005  
dsitalia1srl@legalmail.it

RESPONSABILE TECNICO PROES SRL

Ingegnere  
Maurizio Elisio  
m.elisio@proes.it



APRILE 2022

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 2 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## SOMMARIO

<b>1.0</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
1.2	REGIME VINCOLISTICO.....	13
1.3	UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO.....	14
<b>2.0</b>	<b>ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA .....</b>	<b>16</b>
2.1	GEOLOGIA GENERALE E LOCALE.....	16
2.2	GEOMORFOLOGIA .....	18
2.3	IDROGEOLOGIA .....	19
<b>3.0</b>	<b>ANALISI GEOTECNICA .....</b>	<b>22</b>
3.1	NORME DI RIFERIMENTO .....	22
3.2	INDAGINI <i>IN SITU</i> .....	23
3.2.1	Prova penetrometrica CPT .....	23
3.2.2	Prova penetrometrica DPSH .....	24
3.3	RISULTATI DELLE INDAGINI <i>IN SITU</i> .....	25
3.3.1	Prove penetrometriche .....	25
3.3.2	Dati pregressi.....	28
3.4	CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA.....	29
<b>4.0</b>	<b>ANALISI SISMICA.....</b>	<b>30</b>
4.1	INQUADRAMENTO MACROSISMICO .....	30
4.2	FAGLIE E TETTONICA .....	31
4.3	MICROZONAZIONE SISMICA .....	31
4.4	INDAGINI <i>IN SITU</i> .....	32
4.4.1	Caratterizzazione sismica dei terreni <i>in situ</i> .....	32
4.4.2	Liquefazione dei terreni .....	33
<b>5.0</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>35</b>
5.1	STATO DEI LUOGHI .....	35
5.1.1	<i>Geomorfologia</i> .....	35
5.1.2	<i>Faglie e tettonica</i> .....	35
5.2	CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO.....	36
5.3	CONSIDERAZIONI FINALI.....	37
<b>6.0</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>38</b>
<b>7.0</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>40</b>

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 3 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## 1.0 INTRODUZIONE

La Società **DS ITALIA 1 srl**, P.IVA 15926361005, Via del Plebiscito 112, 00187 Roma Italia, PEC dsitalia1srl@legalmail.it (di seguito **Proponente**) ha in progetto la realizzazione di un impianto agrivoltaico, nel territorio comunale di Rotello (CB), Regione Molise, denominato **Rotello 52.7**, della potenza complessiva di 52.702 kWp. Tale impianto sarà costituito da diversi parchi agrivoltaici dislocati in aree tra loro limitrofe e ricadenti tutte nel medesimo territorio comunale. In particolare, le aree su cui insistono i parchi agrivoltaici che formano l'impianto complessivo **Rotello 52.7** (di seguito **aree**) sono: Area 1, Area 2, Area 3, Area 4, Area 5, Area 6, Area 7, Area 8, Area 9, Area 10 e Area 11 (11 in tutto). In relazione a tale impianto, il **Proponente** ha in progetto la realizzazione di opere di collegamento alla RTN (di seguito **opere di connessione**):

- cavo interrato in media tensione, lungo circa 3,37 km, che collega l'Area 2 al punto di raccolta (di seguito **Linea Nord**);
- cavo interrato in media tensione, lungo circa 3,17 km, che collega l'Area 1 all'Area 2 (di seguito **Linea Nord 1**);
- cavo interrato in media tensione, lungo circa 5,09 km, che collega le aree 3 e 4 al punto di raccolta (di seguito **Linea Ovest**);
- cavo interrato in media tensione, lungo circa 2,86 km, che collega le aree 5 e 6 al punto di raccolta (di seguito **Linea Est**);
- cavo interrato in media tensione, lungo circa 1,52 km, che collega l'Area 7 all'Area 6 (di seguito **Linea Est 1**);
- cavo interrato in media tensione, lungo circa 4 km, che collega le aree 8, 9, 10 e 11 al punto di raccolta (di seguito **Linea Sud**);
- punto di raccolta condiviso da altri 4 produttori e denominato "Piana della Fontana" (di seguito **Punto di Raccolta**);
- stazione di trasformazione 30/150 kV (**stazione**), ubicata all'interno del **Punto di Raccolta**, cui si allacceranno le linee descritte sopra.

Infine, tutto sarà poi connesso alla SE Rotello esistente, della RTN, mediante un cavo AT interrato 87/150 kV (**cavo AT**), della lunghezza di circa 500 m, che sarà posato sotto strada. E' previsto inoltre un ampliamento (di seguito **Ampliamento**) della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "Rotello", da realizzarsi per consentire la connessione di diversi produttori da FER sulla sbarra 150 kV, così come previsto nelle STMG di Terna. L'esistente Stazione Elettrica di Rotello, ubicata nel comune di Rotello, in provincia di Campobasso, si configura come una Stazione di Trasformazione in quanto connette due reti a differente livello di tensione. Nell'ambito del presente intervento, è prevista l'installazione del secondo ATR 380/150 kV della potenza di 250 MVA corredato dei relativi stalli primario e secondario, oltre che dello stallo 150 kV di connessione al punto di raccolta Piana della Fontana.

**Tra le file di vele fotovoltaiche verrà piantumata una coltura di pregio, nello spirito della pratica agrivoltaica: le due essenze, tra le quali verrà scelta in fase esecutiva quella da piantare nel terreno, sono *Lavanda officinalis* (volg. Lavanda) e *Foeniculum vulgare Mill.* (volg. Finocchietto o Finocchio selvatico). A ciò sarà affiancata la pratica dell'apicoltura: oltre al ricavo economico derivante dalla produzione di miele, ci saranno notevoli benefici di carattere ambientale-ecologico derivanti**

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 4 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**dall'aumento del numero di api, tra gli insetti impollinatori più importanti dell'intero ecosistema e purtroppo a rischio estinzione a causa dell'inquinamento prodotto dall'Uomo.**

Titolo del progetto: "Impianto Agrosolare Rotello 52.7" (di seguito **Progetto**). L'iter procedurale per l'ottenimento dei permessi alla realizzazione del progetto prevede la trasmissione, da parte del **Proponente**, di diversi elaborati ad Enti di competenza per l'acquisizione delle autorizzazioni. Tra i diversi studi da esibire, vi è anche il presente elaborato "Relazione geologica" (di seguito **studio**).

## 1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo **studio** è redatto al fine di caratterizzare, da un punto di vista fisico-meccanico, i terreni destinati ad accogliere i parchi agrivoltaici dislocati sulle **aree** (di seguito **parchi AV**). In corrispondenza della **stazione** all'interno del **Punto di Raccolta**, non sono previste opere che possano gravare sui terreni tanto da necessitare una parametrizzazione fisico-meccanica puntuale e neppure lavori che implicino severe modificazioni morfologiche sui luoghi, i quali rimarranno sostanzialmente invariati: per tale ragione, non sono state effettuate indagini specifiche. In ogni caso, qualora ritenuto opportuno dai progettisti o dalla Ditta realizzatrice i lavori, in corrispondenza dei terreni destinati ad accogliere la **stazione** sarà possibile condurre una minima campagna di indagini in fase esecutiva. Inoltre, saranno portati all'attenzione anche gli aspetti sismici relativi all'area in cui si inserisce il **Progetto**. Lo **studio** procede attraverso informazioni bibliografiche ed investigazioni originali *in situ* oltre che un rilevamento geologico e geomorfologico di campagna. Sono stati anche utilizzati dati pregressi, derivanti da studi condotti in zone limitrofe.

Accennando alla tipologia operativa (per i cui dettagli si rimanda agli elaborati di progetto), si riporta in estrema sintesi quanto segue.

### **Parchi AV**

- Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori solari monoassiali "Tracker". I moduli fotovoltaici saranno installati su doppia fila in configurazione portrait (verticale) rispetto all'asse di rotazione del tracker; ciascun tracker doppia fila si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. Per quanto attiene le fondazioni i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno. La profondità standard di infissione varia da 1,3 a 1,7 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire anche modifiche non trascurabili. La scelta di questo tipo di inseguitore, evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.
- Le cabine di trasformazione MT/BT, da realizzare nel numero di 18, vengono posizionate come di seguito: cabine 1 ÷ 3 all'interno dell'Area 1, cabine 4 e 5 nell'Area 3, cabina MT/BT 6 nell'Area 4, cabina MT/BT 7 nell'Area 2, cabine 8 e 9 nell'Area 6, cabina MT/BT 10 nell'Area 7, cabina MT/BT 11 nell'Area 8, cabina MT/BT 12 nell'Area 9, cabine 13 ÷ 16 nell'Area 10 ed infine cabine 17 e 18 nell'Area 11; la cabine saranno collocate ognuna su di una fondazione in calcestruzzo la quale poggerà, a sua volta, su di una base costituita da due strati di aggregato compattato del tipo 0/30 e 30/70, rispettivamente il più superficiale ed il più profondo, spessi circa 20 e 30 cm, posati in opera in scavi che raggiungeranno la quota circa - 80 cm dal piano campagna: non sarà necessario un

ammorsamento maggiore in quanto il carico trasmesso è nei fatti del tutto trascurabile. Analogamente saranno posate le cabine stoccaggio materiale (container o prefabbricate). I **parchi AV** saranno inoltre dotati complessivamente di tre cabine di ricezione, sezionamento e controllo, posate in opera nelle medesime modalità suddette, con scavo profondo circa 90 cm, come da tavole di progetto.

Di seguito, alcuni tipici progettuali.

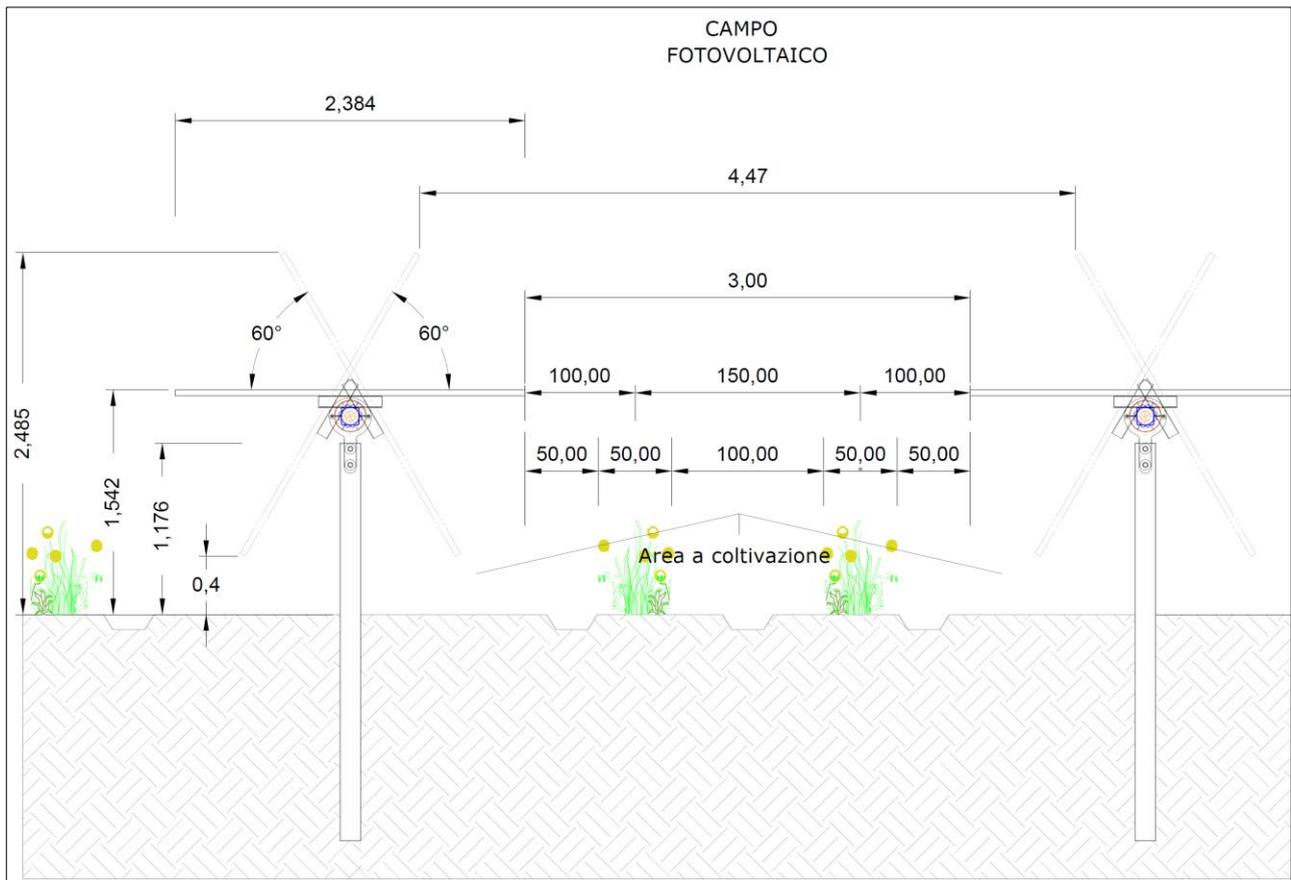


Figura 1-1: struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici e coltivazione di pregio tra le file di vele.

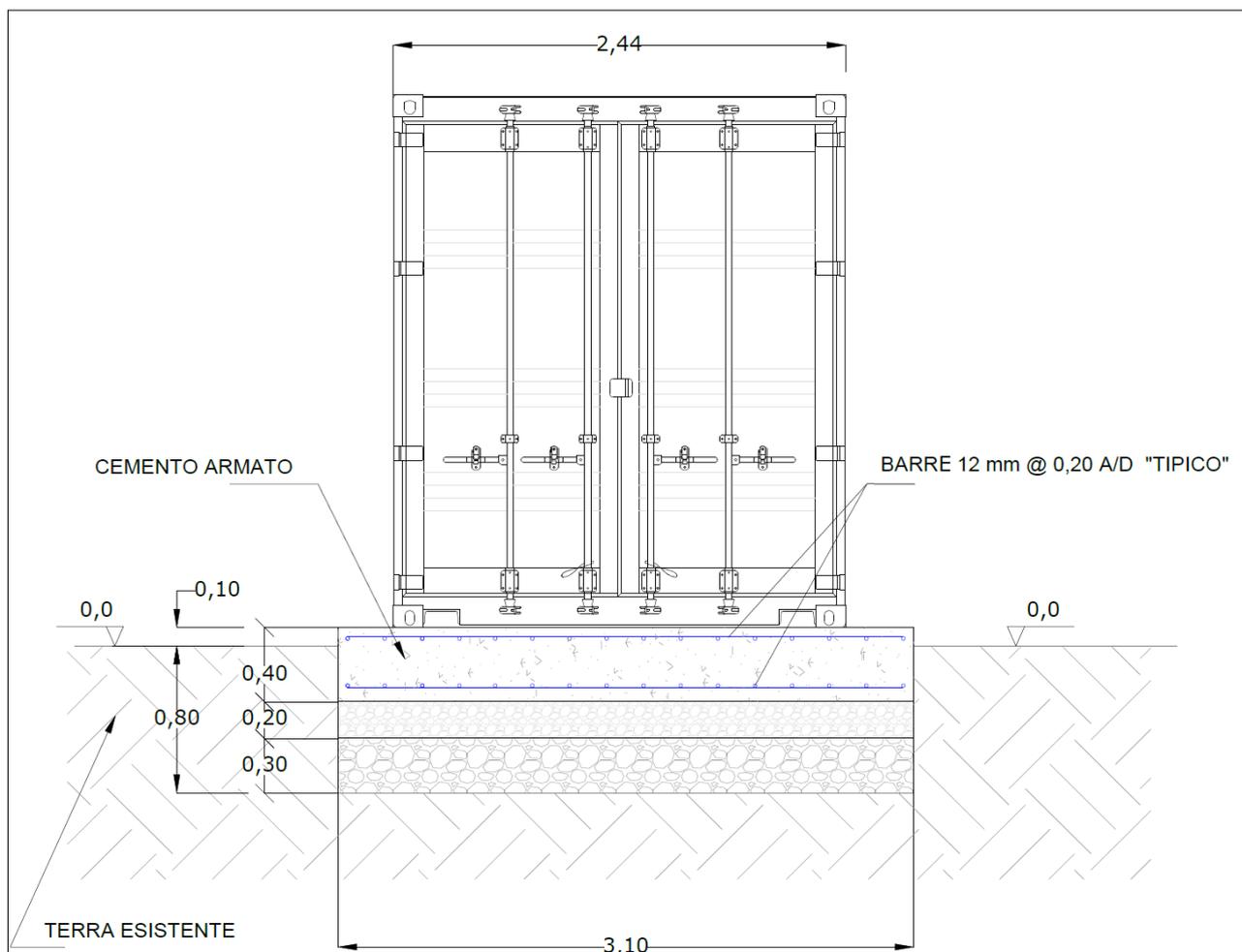
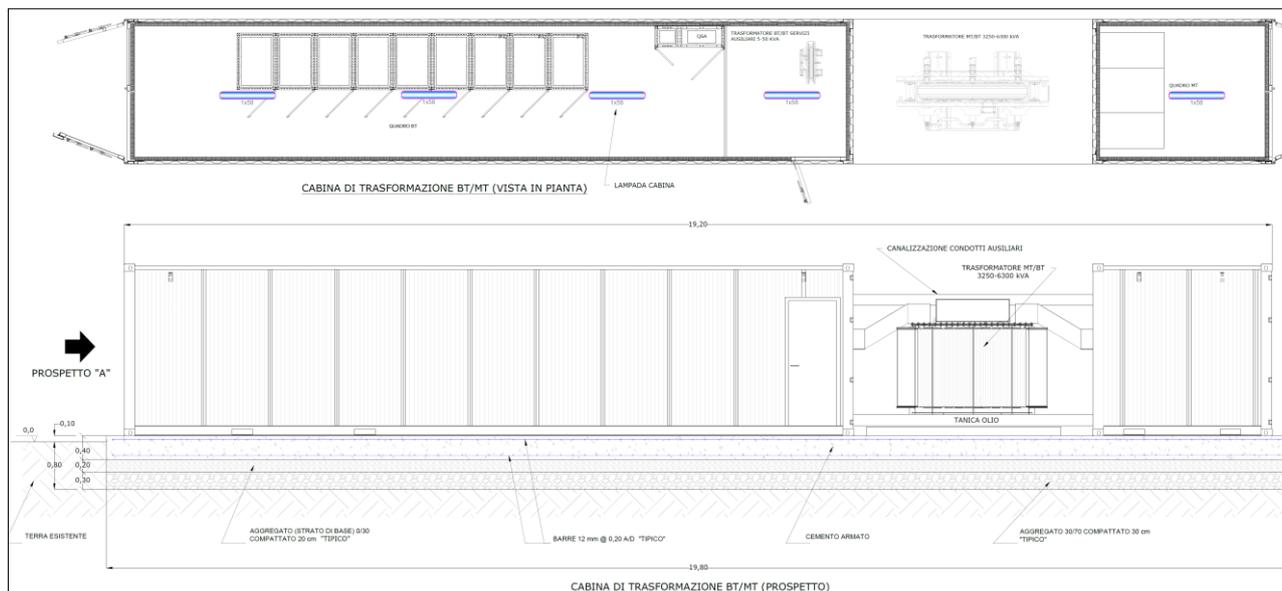


Figura 1-2: cabina di trasformazione MT/BT; con la stessa modalità verranno posate le cabine per stoccaggio materiale.

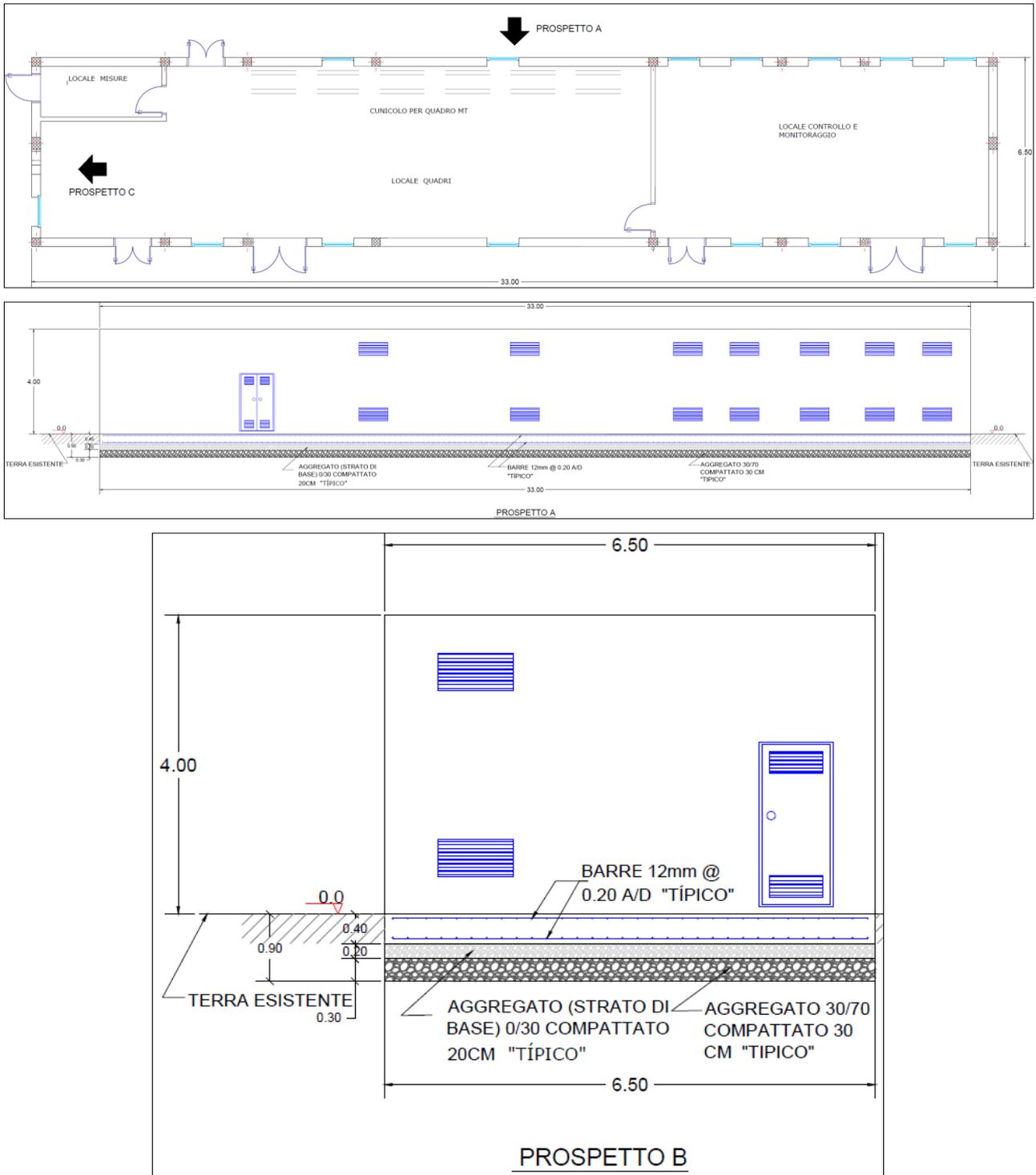


Figura 1-3: tipico cabina di ricezione (in alto, visione in pianta).

Di seguito, le sezioni di posa in opera dei cavi di collegamento.

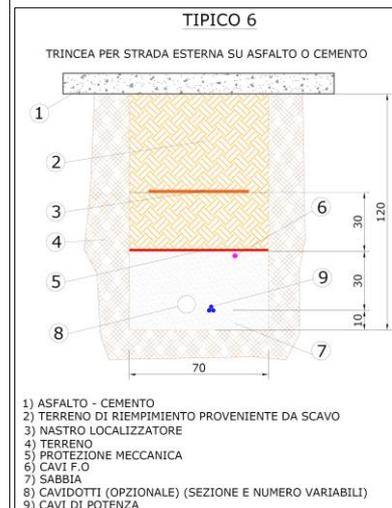
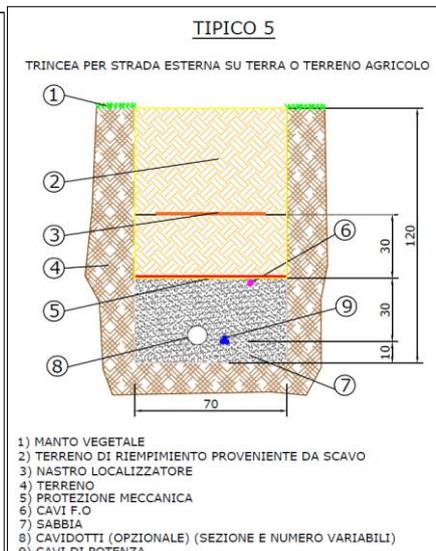
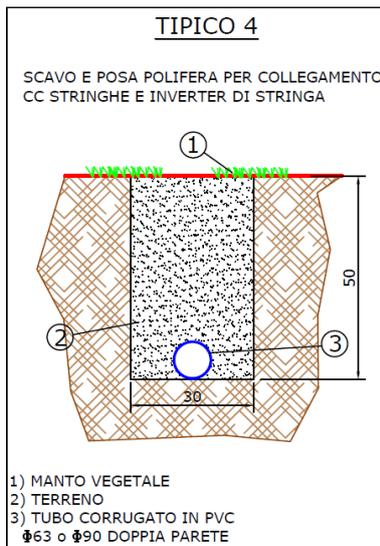
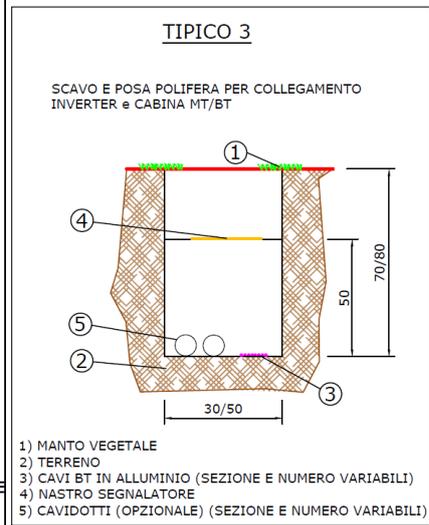
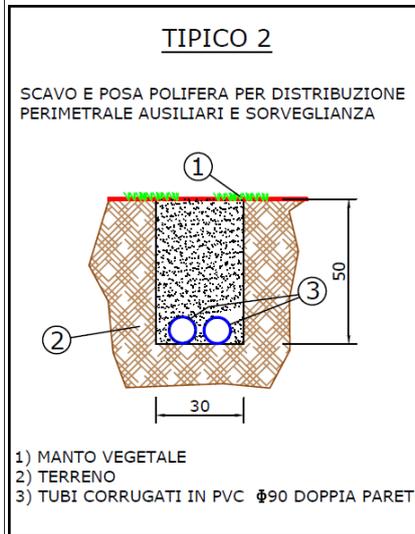
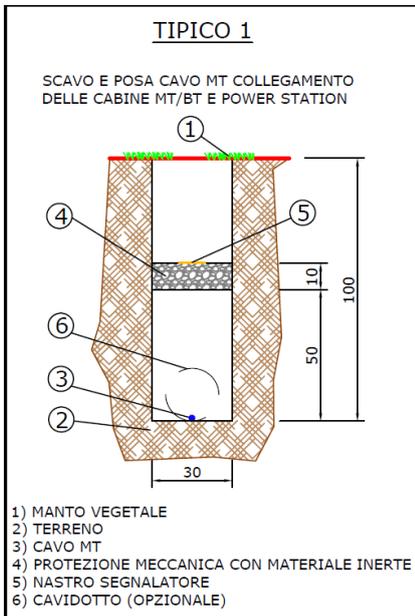


Figura 1-4: particolare dei cavi interni alle aree dei parchi AV.

### Opere di connessione

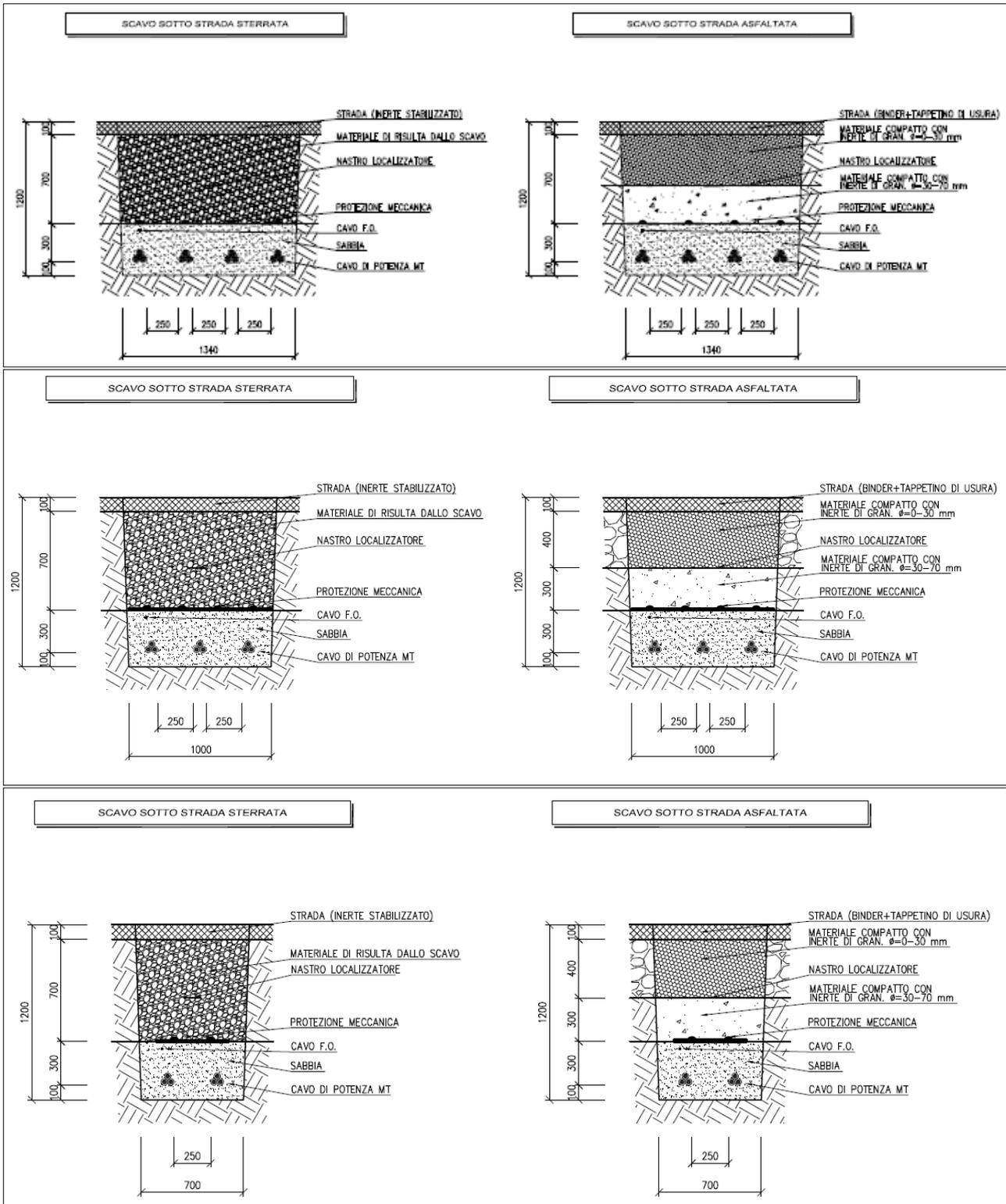
- Le linee di collegamento (**Linea Nord**, **Linea Nord 1**, **Linea Ovest**, **Linea Est**, **Linea Est 1** e **Linea Sud**) saranno rappresentate da quattro cavidotti MT principali e due cavidotti MT secondari aventi tensione di esercizio 30 kV; i cavi verranno interrati ad una profondità minima di 1,2 metri e posati su un letto di sabbia vagliata. La distanza minima tra le terne, disposte a trifoglio, sarà pari a 25 cm. In corrispondenza di ogni giunto verrà realizzato un pozzetto di ispezione, mentre si poseranno i cavi all'interno di tubi in caso di attraversamenti stradali, con lo scopo di limitare la presenza di scavi aperti in carreggiata. In questo caso, come da norma CEI 11-17 III ed., il diametro minimo interno del tubo deve essere 1,4 volte il diametro circoscritto del fascio di cavi. Nel medesimo scavo verrà posata la fibra ottica armata, al fine di garantire la comunicazione tra il parco fotovoltaico e la SE di

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 9 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

trasformazione del produttore. Oltre alla segnalazione in superficie della presenza del cavidotto mediante opportuni ceppi di segnalazione, verrà anche posizionato un nastro monitore al di sopra dei cavi al fine di segnalarne preventivamente la presenza in caso di esecuzione di scavi. La larghezza dello scavo è compresa tra 0,4 e 1,4 m, mentre la quota di posa delle terne di cavi sarà pari a circa 1,1 metri di profondità, quindi posati su circa 10 cm di sabbia o terra vagliata.

- L'area totale sulla quale insisterà la **stazione**, vale a dire il **Punto di Raccolta** all'interno del quale è ubicata, è di circa 10.993 m<sup>2</sup>; al termine dei lavori di costruzione sarà interamente recintata un'area di 6.325 m<sup>2</sup>; sono previsti sei diversi locali, uno per ciascuno dei produttori connessi al punto di raccolta ed uno dedicato al sistema di comando e controllo dello stallo arrivo linea 150 kV in cavo dalla SE 150 kV Rotello; i movimenti di terra per la realizzazione del punto di raccolta consisteranno nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni macchinari e apparecchiature, ecc.). L'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dall'area su cui insisterà l'impianto. I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un lieve sbancamento al fine di ottenere un piano a circa meno 50÷60 cm rispetto alla quota del piazzale di stazione, ovvero in uno "scotico" superficiale di circa 30÷40 cm con scavi a sezione obbligatoria per le fondazioni. La quota di imposta del piano di stazione sarà stabilita in modo da ottimizzare i volumi di scavo e di riporto.
- In merito all'**Ampliamento**, l'area sulla quale insisterà il Progetto è ricompresa nella particella 58 del foglio catastale 30 del Comune di Rotello. La particella, di proprietà di Terna SpA, ha una superficie di 76.470 m<sup>2</sup>. Al termine dei lavori di costruzione del Progetto non aumenterà né l'area recintata né l'area complessiva destinata alla Stazione Elettrica 380/150 kV RTN Rotello.
- Per il **cavo AT** si prevede una posa in trincea con disposizione dei cavi a "trifoglio", che verranno interrati ad una profondità di 1,6 metri e posati su un letto in calcestruzzo C12/15 con spessore di circa 10 cm. Al di sopra dei cavi verrà posato uno strato di circa 50 cm di sabbia e una tegola a protezione meccanica del cavo. Il completamento del riempimento avverrà con materiale di risulta o di riporto, e sarà collocato un nastro monitore all'incirca a metà dello strato del materiale sovrastante il cavo. L'attraversamento di tratti su strade avverrà nelle modalità prescritte dagli enti proprietari; in corrispondenza di attraversamenti stradali ovvero di interferenza con sottoservizi (gasdotti, cavidotti, fognature e scarichi etc.) si dovrà provvedere all'utilizzo di tubazioni PVC serie pesante, e i cavi dovranno essere posati all'interno di tubi inglobati in manufatti in cemento. Nel caso le prescrizioni degli enti o la tipologia di tratta da scavare (dovuta eventualmente a particolari esigenze di servizio della stazione di Terna) non consenta la possibilità di operare con scavi a cielo aperto ovvero con chiusure parziali della strada, si dovrà prevedere l'utilizzo di sistemi di perforazione teleguidata per la posa dei tubi all'interno dei quali alloggiare i cavi.

Di seguito, alcuni tipici progettuali.



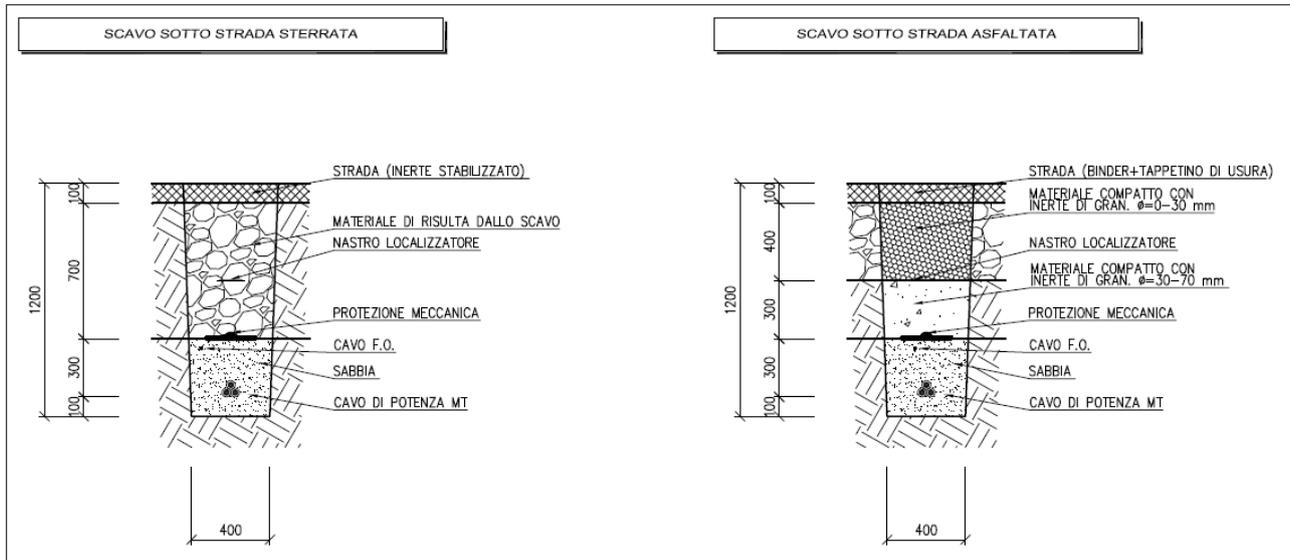


Figura 1-5: tipici di posa dei cavidotti MT.

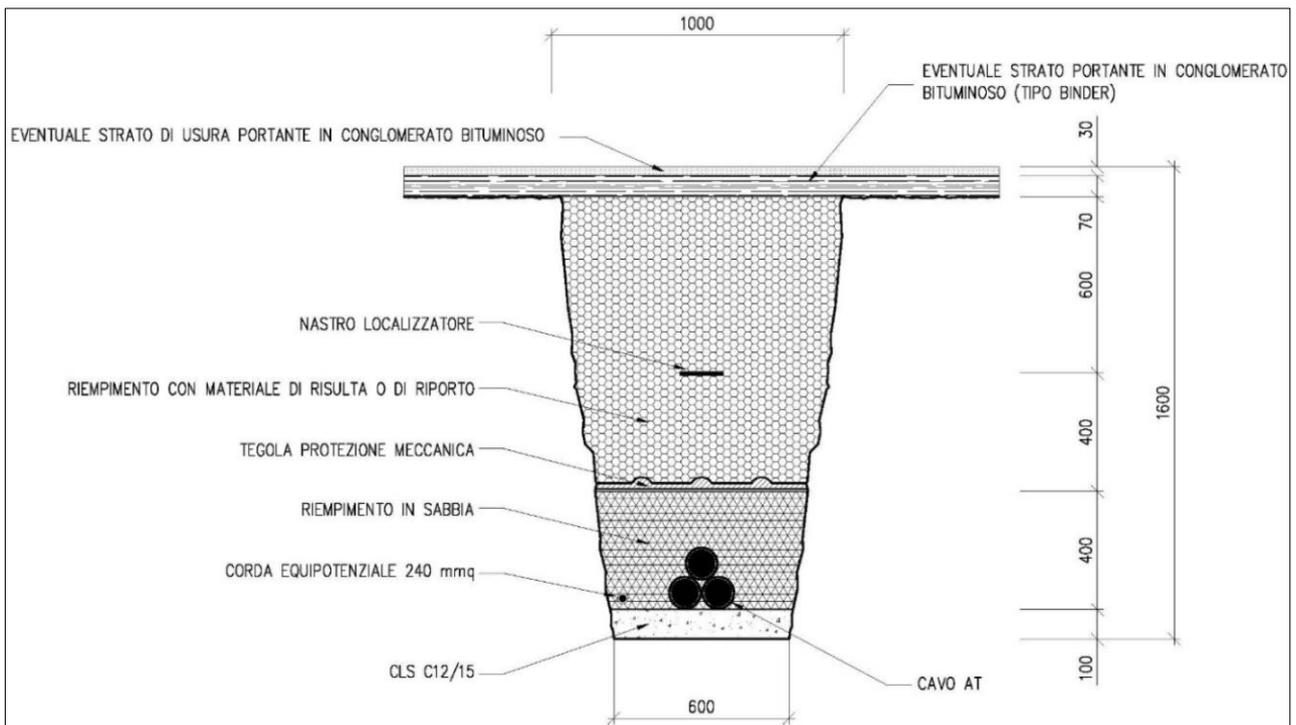


Figura 1-6: tipico di posa del cavo AT.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 12 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

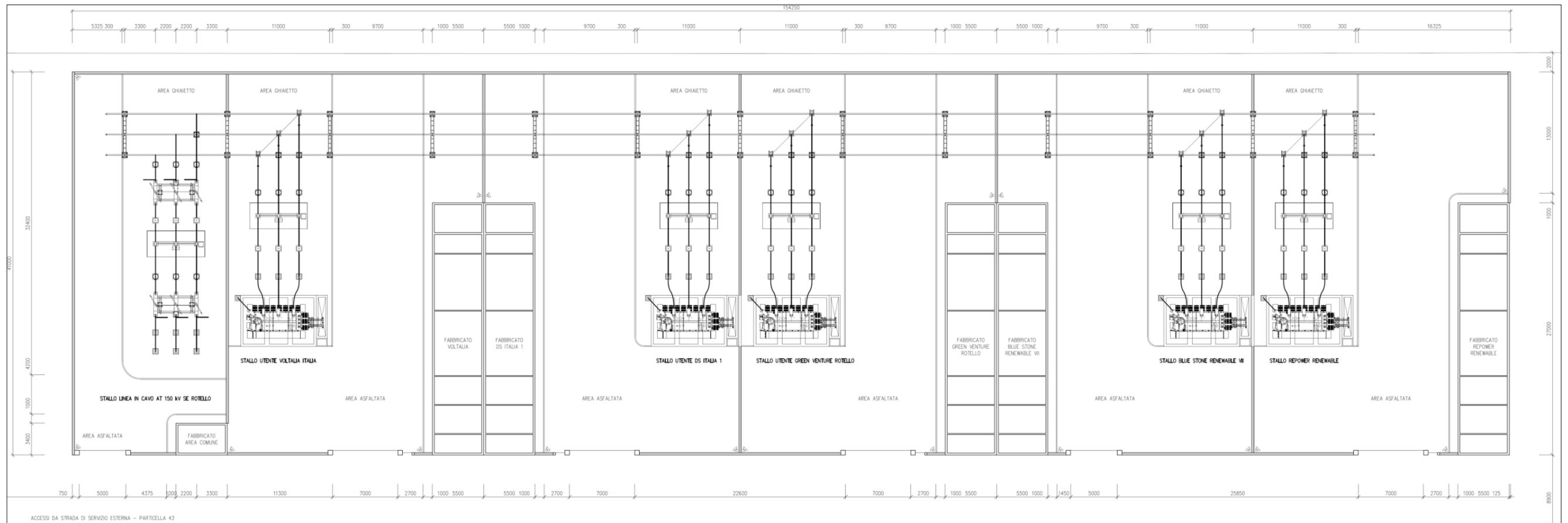


Figura 1-7: planimetria Punto di raccolta; per la scala adeguata ai dettagli, si rimanda alle tavole di progetto.

 <b>DSIT1</b> DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 13 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## 1.2 REGIME VINCOLISTICO

Circa il quadro vincolistico idrogeologico-idraulico sovraordinato all'area di intervento, si riporta quanto segue (**Tabella 1-1**):

TIPOLOGIA VINCOLISTICA	P	A
PAI (Pericolosità da Frana e da Valanga) – Pericolosità estremamente elevata PF3		
PAI (Pericolosità da Frana e da Valanga) – Pericolosità elevata PF2		
PAI (Pericolosità da Frana e da Valanga) – Pericolosità moderata PF1		
PAI (Pericolosità Idraulica) – Pericolosità elevata PI3		
PAI (Pericolosità Idraulica) – Pericolosità moderata PI2		
PAI (Pericolosità Idraulica) – Pericolosità bassa PI1		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica elevata P3		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica media P2		
PGRA Distretto Appennino Meridionale – Pericolosità idraulica bassa P1		
Vincolo Idrogeologico (RD3267/23)		

Tabella 1-1: P - vincolo presente; A - vincolo assente.

L'Ente territoriale competente per quanto attiene ai principali vincoli di carattere idrogeologico e idraulico è la Struttura dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale afferente ai bacini idrografici dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (ex Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore), di seguito **AdB**. A questa si affianca il Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale istituito con D.Lgs. 152/06 che opera nella pianificazione distrettuale mediante la realizzazione del PGA e del PGRA con la pubblicazione delle mappe di pericolosità e rischio idraulico. Nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - Il ciclo 2016-2021 (Direttiva 2007/60/CE, D.Lgs. 152/2006, Direttiva 2007/60/CE, D.Lgs. 49/2010, D.Lgs. 219/2010) sono disponibili le Mappe della pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni – riesame e aggiornamento ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 49/2010.

### **Parchi AV**

In base a quanto indicato dalla cartografia PAI (Piano di stralcio Assetto Idrogeologico) "Pericolosità da Frana e da Valanga" dell'**AdB**, nessuna delle 11 aree è vincolata da pericolosità. Inoltre non vi è alcuna pericolosità idraulica derivante dal PAI o dal PGRA.

### **Opere di connessione**

In riferimento al PAI, nessuna porzione delle **opere di connessione** interferisce oppure lambisce zone classificate pericolose; non vi sono neppure interferenze con la pericolosità idraulica. Per quanto riguarda il PGRA, la **Linea Est** e la **Linea Sud** intercettano, in due punti, una sottile striscia a pericolosità media P2 nei pressi dell'Area Pozzo Torrente Tona 5 e Area Pozzo Torrente Tona 24; non è necessario predisporre alcuno studio di compatibilità idraulica dedicato: le considerazioni fatte nel successivo paragrafo 2.2 dello **studio** (sulla geomorfologia) sono sufficienti a dare conto della compatibilità fra le due linee MT e la sottile striscia P2 del PGRA. La **Linea Nord** e la **Linea Ovest** interferiscono con pericolosità P2 del PGRA più a valle del medesimo fosso (che prende poi il nome di Torrente Mannara), subito ad Est dell'Area Pozzo Torrente Tona n. 8: in relazione a ciò, viene predisposto specifico studio di compatibilità idraulica.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 14 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

### 1.3 UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

I **parchi AV** in predicato di realizzazione si inseriscono all'interno di una superficie catastale complessiva (**Superficie Disponibile**) di circa 95,1 ettari. Di questa superficie totale a disposizione del **Proponente**, una parte sarà recintata, per un totale di circa 86,4 ettari, e occupata dai **parchi AV (Superficie Occupata)**, vale a dire vele fotovoltaiche, strutture di supporto, cabine, strumentazione e coltivazione di pregio da affiancare all'allevamento di api che costituiscono concretamente l'opera per circa 55,8 ettari complessivi, la restante parte manterrà lo *status quo ante*. I siti che accolgono i **parchi AV** si trovano nel territorio comunale di **Rotello (CB)**, nel settore centro-orientale della regione Molise. Tutte le **opere di connessione** rientrano nello stesso territorio comunale di Rotello. L'intera area si inquadra nel settore centro-orientale della regione Molise. E' raggiungibile percorrendo l'autostrada A14 Adriatica Bologna - Taranto fino all'uscita Termoli; si prosegue sulla SS87 verso Campobasso – Larino, quindi sulla SP167 per Rotello, si continua sulle SP148, SP73 ed SP40 fino a Rotello. Le tavolette in scala 1:5.000 (CARTA TECNICA REGIONALE – REGIONE MOLISE) di riferimento sono la 395011, 395012, 395013, 395014, 395023, 395024, 395051, 395054 e 395064. Di seguito, un estratto fuori scala dall'originale 1:5.000 da CTR regionale. Per la topografia di dettaglio si rimanda alla cartografia allegata allo **studio**.

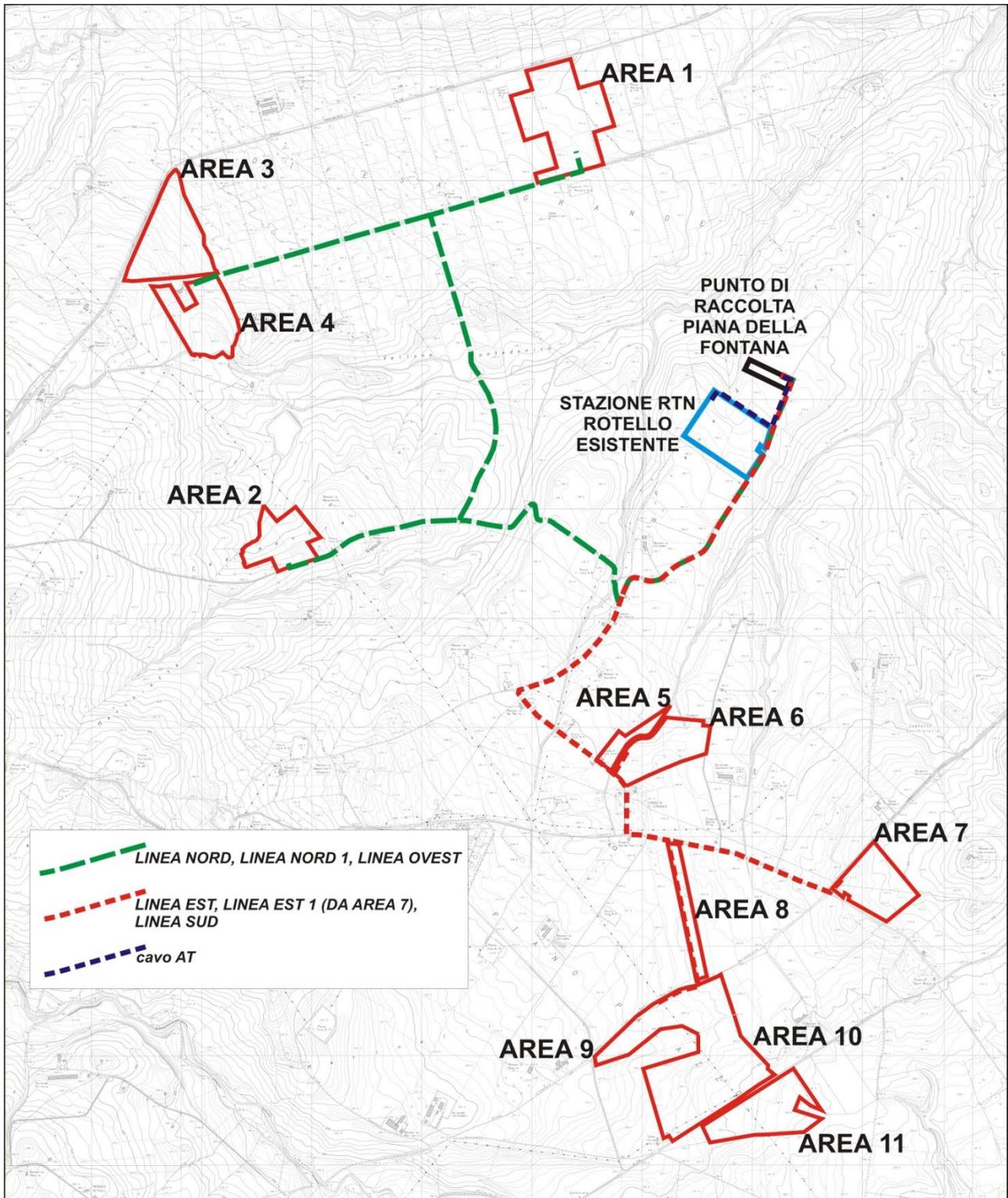


Figura 1-8: l'intero Progetto, fuori scala da originale su CTR 1:5.000.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 16 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## 2.0 ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

### 2.1 GEOLOGIA GENERALE E LOCALE

In una visione di ampio respiro, i siti d'interesse ricadono nella pressochè totalità all'interno del dominio tettono-sedimentario dei depositi dei *Complessi postorogeni (Successioni continentali)* e dell'*Avanfossa pliocenica e pleistocenica (Successione del Pleistocene inferiore pp. e del Pliocene superiore)* di FESTA, GHISSETTI & VEZZANI (2004). Tali successioni, nell'area di studio, si trovano immediatamente al fronte di un sistema a pieghe e sovrascorrimenti che propone all'*hanging-wall* le *Unità Molisane*, nella fattispecie l'*Unità dei Monti della Daunia* (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*). Le *Unità Molisane* costituiscono un sistema di strutture tettoniche Est-vergenti sviluppate lungo una fascia orientata NO-SE ed estese dai M. Frentani in Molise ai M. della Daunia in Puglia, alla dorsale dei Flysch esterni in Basilicata (CELLO *ET ALII*, 1987; BUTLER *ET ALII*, 2004); lungo questo fascio di strutture affiora essenzialmente la porzione terziaria di una successione originariamente ubicata ad Est della piattaforma carbonatica Campano-Lucana ed interpretata da OGNIBEN (1969) come il tetto stratigrafico della successione calcareo silico-marnosa del Bacino Lagonegrese (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*). L' *Unità dei Monti della Daunia* è quella molisana più esterna che affiora in posizione basale lungo il fronte esterno della Catena appenninica, dove è spesso associata al *Mélange tettonico dei M. Frentani*; anche questa unità è scollata a livello dell'alternanza delle argille policrome e di calcareniti torbiditiche di età Miocene inferiore-Oligocene (*Flysch rosso*) (CIPOLLARI & COSENTINO, 1995; BUTLER *ET ALII*, *IBIDEM*). Questa formazione basale dell'Unità dei Monti della Daunia, costituita da un'alternanza in livelli centimetrici di argille marnose, marne argillose da rosso violacee a verdi, e radiolariti passa stratigraficamente verso l'alto (Casacalenda, Dogliola) alle quarzareniti gialle del *Flysch Numidico*, di età Langhiano-Burdigaliano, a sua volta seguito dalla *Formazione Faeto* (CROSTELLA & VEZZANI, 1964). La successione dell'Unità dei M. della Daunia passa verso l'alto alla *Formazione di Vallone Ferrato*, costituita da marne argillose grigie con intercalazioni di arenarie, di età Messiniano-Tortoniano. Nella zona di Tavenna, Dogliola e Montemitro questa successione marnosa si chiude verso l'alto con un'alternanza torbiditica argilloso-arenacea, di età Messiniano (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*). Tutto ciò è il risultato di una vivace tettonica di età neogenico-quadernaria che ha interessato l'area molisana con cinematismi di raccorciamento che giustappongono alcune tra le principali unità tettono-stratigrafiche dell'orogeno (DI BUCCI *ET ALII*, 1999).

**Localmente**, facendo riferimento a quanto riportato in FESTA, GHISSETTI & VEZZANI (*IBIDEM*), l'Area 7 insisterebbe al di sopra di un sottosuolo costituito dai depositi della molassa pelitica delle *Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI (1971). Tutte le altre aree si troverebbero in corrispondenza di terreni quadernari alluvionali terrazzati (1t) in copertra sul substrato marino; l'estremità meridionale dell'Area 4 interesserebbe sulla Formazione Faeto. **A valle delle indagini originali condotte, di quanto osservato direttamente in campagna e in funzione dei dati pregressi, è possibile confermare che il sottosuolo è rappresentato dalle peliti grigio-azzurre plio-pleistoceniche a luoghi ricoperte dai terreni alluvionali, come rappresentato nella Carta Geologica originale in calce allo studio; si aggiunge che un certo spessore di coltri eluvio-colluviali è presente nella pressochè totalità del paesaggio.** Per i dettagli, si vedano i paragrafi successivi dello **studio**, redatti a seguito dei risultati ottenuti dalle indagini *in situ* e in base ai dati pregressi.

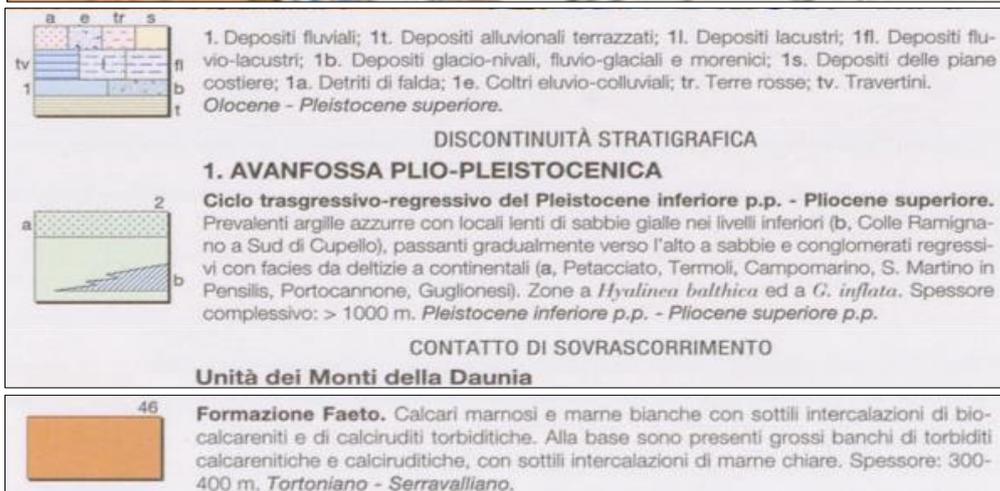
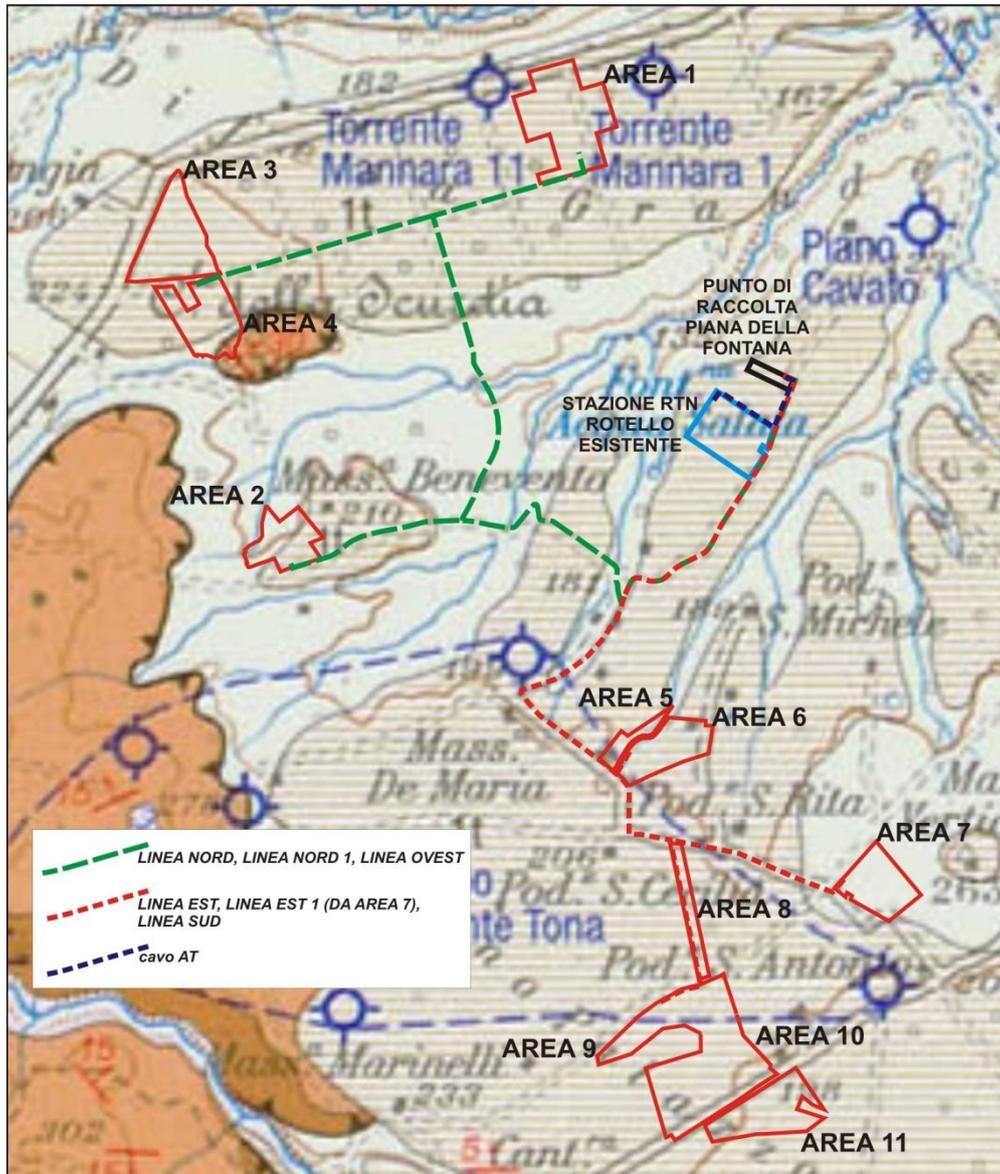


Figura 2-1: stralcio fuori scala dall'1:100.000 originale di FESTA, GHISSETTI & VEZZANI (2004). L'intero progetto sul contesto geologico da bibliografia.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 18 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## 2.2 GEOMORFOLOGIA

**In linea generale**, i territori in cui si inseriscono i **parchi AV** e le **opere di connessione** sono caratterizzati da pendenze molto blande dirette verso i quadranti orientali: ciò è desumibile da una analisi delle mappe topografiche. Nel documento “*Caratterizzazione geologico-ambientale del territorio molisano e delle unità territoriali (macro-aree) individuate*” (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL MOLISE, 2014), l’area in cui ricade l’area del **Progetto** viene definita *Basso Molise* ed è interessata da processi fluvio-denudazionali associabili a fenomeni di instabilità, sia lenti che rapidi, come scorrimenti e scivolamenti, colamenti e fenomeni complessi, e da fenomeni di erosione superficiale spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica concentrata e lineare accelerata; è inoltre caratterizzata dalla diffusa presenza di lembi di superfici fluvio-denudazionali che si rinvergono in posizione sommitale o lungo i versanti, dove i processi morfogenetici dominanti sono legati all’azione delle acque incanalate e non e alla forza di gravità che, visto le pendenze, gioca un ruolo piuttosto limitato, favorendo comunque lo sviluppo di fenomeni superficiali quali il *creep* e il soliflusso, nonché di limitati movimenti in massa superficiali e lenti; questi processi si rinvergono anche dove affiorano i depositi dell’avanfossa plio-pleistocenica a composizione argillosa e sabbioso - ghiaioso conglomeratica, al limite con l’area “Fascia costiera”. Di seguito, i contesti geomorfologici **in dettaglio** (si veda la cartografia in calce allo **studio**).

### **Parchi AV**

Le **aree** si trovano, complessivamente, a quote comprese tra i 155 ed i 230 m circa sul livello del mare, rispettivamente muovendosi dalla zona centro-settentrionale del progetto a quella meridionale. L’intera area di progetto mostra complessivamente una blanda pendenza verso i quadranti orientali. La morfologia è caratterizzata da diversi impluvi che drenano verso il Torrente Saccione a Nord e verso il Torrente Tona a Sud. **Circa i processi legati alla gravità**, nessuna delle 11 **aree** è interessata da processi franosi o deformativi lenti di superficie (soliflussi); ciò è in accordo con il PAI, in base al quale non sono segnalate zone pericolose interferenti con i siti destinati ai **parchi AV**. In via collaterale, secondo il PAI, il lato meridionale dell’Area 2 sarebbe lambito (ma non interessato) da una zona a pericolosità PF2 (elevata): tale zona di pericolosità viene indicata immediatamente a Sud del tracciato viario di Strada Comunale Campo della Fontana Cannuccia (senza che intercetti la strada) mentre il limite meridionale dell’Area 2 si trova a Nord del medesimo tracciato stradale. Come visibile dalla Carta Geomorfologica originale, a tale perimetrazione PF2 non corrisponde alcun fenomeno di versante (ne’ franoso ne’ de formativo lento), per cui in ogni caso non esiste alcun tipo di criticità in riferimento all’area lambita. **Circa i processi legati alle acque di scorrimento superficiali**, gli elementi morfologici principali sono il Torrente Saccione, il quale nella zona in esame presenta andamento circa WSW-ENE, ed il Torrente Tona, che ha un andamento circa WNW-ESE. Entrambi i corsi d’acqua presentano scarpate erosive attive ma non hanno alcuna interazione con le **aree**. Tutte le **aree** sono soggette al normale dilavamento diffuso superficiale e nessuna di esse interagisce con corpi idrici e neppure con processi erosivi o di denudazione dei versanti attribuibili alle acque. In via collaterale, tra le aree 5 e 6 è presente un piccolo fosso che non verrà intercettato da alcun tipo di attività, dal momento che le recinzioni perimetrali e le opere di mitigazione si manterranno in sinistra e destra idrografica dello stesso, senza interessarlo. **I processi legati all’uomo** sono relativamente ridotti: strade, masserie ed alcune aree pozzo, nonché la Centrale Agip Petroli, introducono una rottura con il contesto naturale. Anche l’attività agricola modifica il contesto primigenio attraverso le operazioni di aratura della colture di suolo. Sono presenti alcuni parchi fotovoltaici esistenti nelle vicinanze di alcune aree.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 19 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

### **Opere di connessione**

I tracciati dei cavidotti si snodano all'interno del paesaggio descritto in premessa del presente paragrafo. Circa i **processi gravitativi**, nessuna linea e neppure il **Punto di Raccolta** si trovano in corrispondenza di aree interessate da processi franosi o da pericolosità di questo tipo (come confermato dal PAI). La **Linea Nord**, fiancheggiando il bordo meridionale dell'Area 2, si trova lungo il tracciato stradale lambito dalla pericolosità PF2, come descritto in precedenza: in base alle considerazioni fatte sopra, non esiste alcun tipo di problematica legata a questa segnalazione del PAI. Per quanto attiene ai **processi e forme legati alle acque di scorrimento superficiali**, una sottile striscia a pericolosità P2 del PGRA è interferita due volte, nei pressi dell'Area Pozzo Torrente Tona n. 5 e Area Pozzo Torrente Tona n. 24, poco a Nord, dai tracciati della **Linea Est** e della **Linea Sud**. Considerando la natura estremamente modesta del fosso segnalato come pericoloso (che a valle assume tratti più naturali, più strutturati, e prende il nome di Torrente Mannara), sia in termini di bacino sotteso, sia in termini di pendenze, tenendo presente che è stato anche regimato artificialmente (presenta rettificazione del percorso, con sagomatura dell'incisione e presenza di pareti spondali in cemento) e tenendo presente che la posa in opera dei due cavidotti avverrà tramite staffatura su ponticello in calcestruzzo nell'interferenza prossima all'Area Pozzo Torrente Tona 5 e in corrispondenza dell'interferenza poco a Nord, ad Ovest di Masseria Vaccaro, lungo la strada esistente, preservando in tal modo le linee da qualsiasi interferenza con le dinamiche idrauliche e morfoevolutive del suddetto fosso, il passaggio dell'opera nella stretta striscia P2 sarà compatibile con il livello di pericolosità dichiarato il quale non aumenterà. Più a valle, in prossimità dell'Area Pozzo Torrente Tona n.8, la viabilità (e quindi il tracciato in progetto dei cavidotti **Linea Nord** e **Linea Ovest**) attraversa il Torrente Mannara (ove presente, lo si rammenta, il vincolo PGRA); in corrispondenza di questo attraversamento, l'incisione è poco profonda, con sponde protette da vegetazione ripariale infestante, molto fitta, e non rappresenta un elemento critico nei confronti della posa in opera dei cavidotti: come riportato nello Studio di Compatibilità Idraulica dedicato (al quale si rimanda per i dettagli), sarà sufficiente effettuare uno scavo più profondo rispetto al resto del tracciato, in modo tale da evitare qualsiasi problematica legata al piccolo corso d'acqua. A valle dell'attraversamento, oltre la strada, si osserva una scarpata di erosione la quale, in ogni caso, ha importanza piuttosto modesta e soprattutto è inattiva. Nessun'altra porzione delle opere da realizzare si trova ad attraversare zone interessate da fasce vincolate e ancor più da fenomeni erosivi reali che possano costituire alcun tipo di criticità, trovandosi in corrispondenza di una viabilità che non mostra segni di danneggiamento dovuti alle acque di scorrimento. Su tutto il territorio agisce il normale dilavamento diffuso superficiale dovuto alle acque selvagge di pioggia. Circa i **processi e forme antropici**, il passaggio dei cavidotti avverrà in corrispondenza di strade esistenti, le quali non mostrano segni di danneggiamento dovuto a fenomeni naturali, mentre una parte delle linee ed il **Punto di Raccolta** con la **stazione** al suo interno saranno vicino alla stazione Rotello RTN che già costituisce un elemento antropico all'interno del territorio. Inoltre, la pratica agricola costituisce uno degli elementi antropici più caratteristici del paesaggio assieme alla sporadica presenza di masserie e case coloniche datate nel tempo e spesso lasciate all'abbandono. Anche le aree pozzo, legate ad attività mineraria, sono un elemento presente nell'area ad ampio raggio.

### **2.3 IDROGEOLOGIA**

**A grande scala**, l'intera area di progetto appartiene a ciò che CELICO *ET ALII* (1978) e CELICO (1983) definiscono *Complesso argilloso – sabbioso – conglomeratico*. Si tratta sostanzialmente delle argille e sabbie marine periadriatiche plio-pleistoceniche (i *Depositi pelitici di avanfossa del Plio-Pleistocene* di

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 20 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

DESIDERIO & RUSI, 2004) e dei conglomerati fluviali quaternari: possiedono una permeabilità per porosità variabile, da bassa a media, in relazione alla granulometria dei depositi. I domini idrogeologici delle aree collinare e di piana alluvionale della regione molisana sono rispettivamente costituiti da marne argillose, arenarie, conglomerati e argille delle unità plio-pleistoceniche e da sabbie, ghiaie ed argille continentali, delle alluvioni terrazzate delle pianure alluvionali; nella zona collinare si individuano sorgenti a regime perenne ricaricati essenzialmente dalle acque meteoriche (NANNI & VIVALDA, 1986); le pianure alluvionali, in tutto il settore Adriatico centrale, dalle Marche al Molise, sono generalmente impostate su linee tettoniche trasversali che ne hanno fortemente condizionato l'evoluzione pleistocenica (NANNI & VIVALDA, 1987; BIGI ET ALII, 1997); sono costituite da corpi lenticolari ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e da lenti variamente estese di depositi fini limo-sabbiosi e limoso-argillosi il cui spessore varia sensibilmente nelle diverse pianure e nell'Abruzzo meridionale e nel Molise, a sud della linea Aventino-Sangro (Majella), l'aquicluda plio-pleistocenico è sostituito o si inframmezza alle argille e marne della colata gravitativa (DESIDERIO & RUSI, *IBIDEM*).

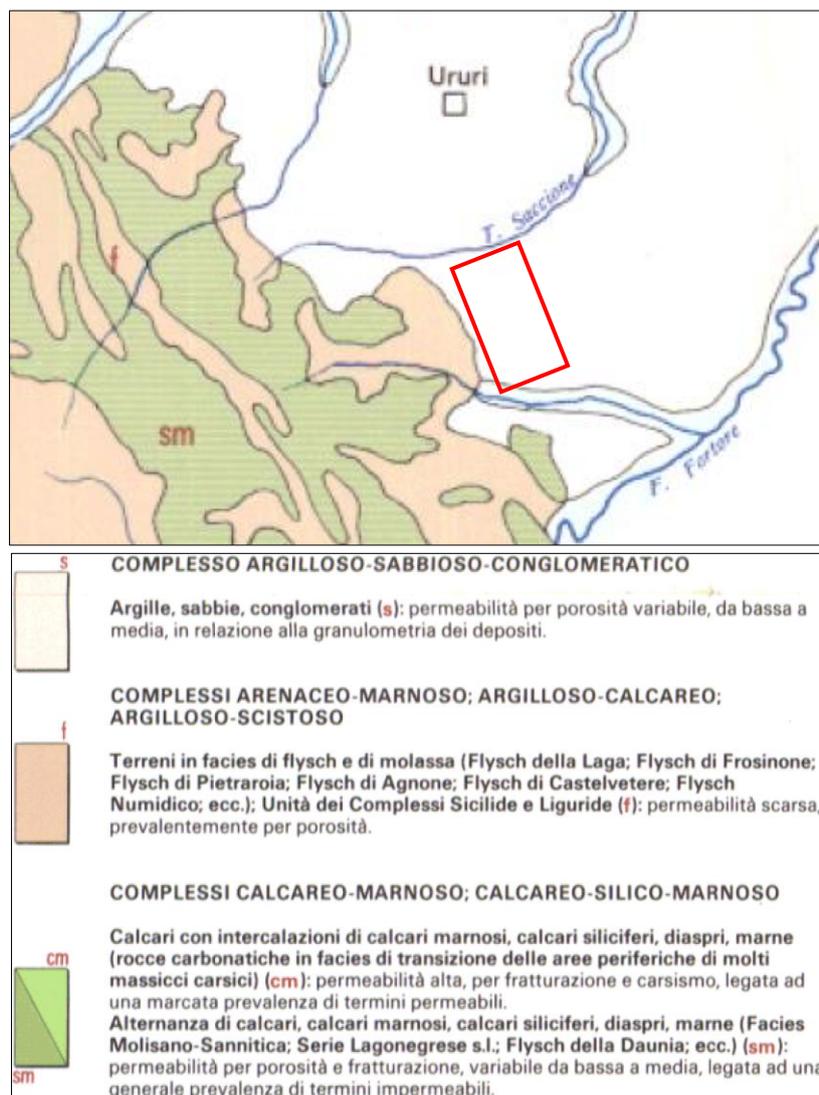


Figura 2-2: in rosso, l'area in cui ricade il Progetto; l'immagine è uno stralcio fuori scala dalla scala originale 1:400.000 (CELICO, 1983).

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 21 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**In dettaglio**, in base ai risultati delle indagini originali e ai dati pregressi, in corrispondenza delle **aree** non è presente falda in sottosuolo fino alle profondità investigate e neppure a quote inferiori ove verificata la presenza del substrato marino impermeabile. Per quanto riguarda i depositi alluvionali terrazzati all'interno dei quali si sono concluse, con rifiuto strumentale, alcune penetrometrie, in questo settore della fascia periadriatica si tratta di terreni da scarsamente/per nulla a mediamente permeabili: la permeabilità può variare da nulla per gli intervalli fini a media per quelli grossolani; tuttavia, considerando che gli intervalli grossolani sono contenuti come corpi lenticolari, più o meno discontinui, all'interno della *facies* fine o al tetto presentano livelli di coltre, è poco probabile la presenza di acqua e ancor più di falda continua. E' verosimile che vi sia presenza discontinua di spot contenenti un'elevata umidità o talora acqua gravifica, ma ben localizzata, puntuale; e in ogni caso, considerando le profondità di posa in opera interessate dal **Progetto** e le quote fino alle quali non è stata rinvenuta falda durante le indagini, i lavori non intercetteranno alcuna falda. Per quanto riguarda le **opere di connessione**, sostanzialmente ricadono all'interno di un territorio le cui condizioni idrogeologiche sono tratteggiate dalla descrizione fornita per le **aree**. Come già definito in precedenza, nel caso venisse richiesto in fase esecutiva da parte dei progettisti o della Ditta realizzatrice, sarà possibile effettuare ulteriori indagini in corrispondenza dei terreni che accoglieranno il **Punto di Raccolta** e la **stazione** collocata nel suo perimetro per approfondire la conoscenza della situazione idrologica del sottosuolo.

Inoltre, in base alla tavola "T3 – Caratterizzazione corpi idrici sotterranei" del Piano Tutela delle Acque (PTA), non è presente alcun corpo idrico in corrispondenza di Saccione, Mannara e Tona; ciò è in sostanziale accordo con quanto concluso nello **studio**.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 22 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

### 3.0 ANALISI GEOTECNICA

#### 3.1 NORME DI RIFERIMENTO

I regolamenti cui fare riferimento per la redazione dello **studio**, con particolare attenzione rivolta alla scelta dei *valori caratteristici dei parametri geotecnici*, sono i seguenti:

- *D.M. LL.PP. del 11/03/1988 - Circolare Ministero LL.PP. n.30483 del 24/09/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- *D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.*
- *Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.3.2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- *D.M. 14 settembre 2005 - Norme Tecniche per le costruzioni”.*
- *Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28.04.2006 – Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.*
- *D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le costruzioni” (di seguito **norme**).*
- *Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 02.02.2009, n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14.01.2008 (di seguito **circolare**).*
- *D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni” (di seguito **nuove norme**).*
- *Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21.01.2019, n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (di seguito **nuova circolare**).*

**Nel C 6.2.2 della nuova circolare si legge** “...Stabilito il volume significativo di terreno coinvolto dall'opera in progetto (definito nel § 6.2.2 delle NTC), l'obiettivo delle indagini è di giungere alla definizione del modello geotecnico ovvero a uno schema rappresentativo del volume significativo stesso, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico...”. Nelle **norme**, il volume significativo di terreno “...è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. Il volume significativo ha forma ed estensione diverse a seconda del problema in esame e deve essere individuato caso per caso, in base alle caratteristiche dell'opera e alla natura e caratteristiche dei terreni ...”

Ciò premesso, **stante il progetto**, sottolineando come l'opera in predicato di realizzazione trasmetta sui terreni carichi di fatto trascurabili (pressochè nulli) in corrispondenza dei **parchi AV** e non elevati in corrispondenza della **stazione** all'interno del **Punto di Raccolta**, e **stante l'assetto morfologico privo di particolari criticità**, è stata eseguita una campagna di indagini per la modellazione del volume significativo di terreno. La profondità prevista delle indagini penetrometriche (di seguito) è di 10 m da piano campagna: in considerazione del progetto, è più che adeguata a descrivere i terreni in sottosuolo. Inoltre, si rammenta l'utilizzo di dati pregressi.

Ancora, **nel C 6.2.2 della circolare (idem in nuova circolare)**, al punto *Valori caratteristici dei parametri geotecnici*, **si legge** “Nelle valutazioni ... dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 23 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

*rigidezza sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidezza.”*

Nella fattispecie, **appare ragionevole considerare una elevata cubatura di terreno** come volume significativo in sottosuolo (*sensu* AGI, 1977) riferibile a tutte le opere all'interno dei **parchi AV** ed alla **stazione e Punto di Raccolta**. Dunque, i valori caratteristici equivalgono ai valori medi desunti dalle varie indagini.

L'Eurocodice 7 (2005) introduce il concetto del **valore caratteristico** dei parametri fisico-meccanici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite di progetto, deve essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica. Tale concetto è stato ripreso dalle **norme e nuove norme**. Inoltre, la **circolare** “... chiarisce alcuni dettagli relativi alla determinazione dei valori caratteristici, ma non offre metodi operativi per la loro determinazione” (CARBONE & TUCCI, 2010) e invece l'Eurocodice 7 pone in evidenza come l'unica metodologia delineata per tale determinazione sia di **natura statistica**. Tale approccio **non è obbligatorio**, tanto che la **circolare** suggerisce, come ricordato sopra, di utilizzare valori *medi* o *minimi* in funzione dei volumi di terreno coinvolti; **nello specifico**, un **criterio statistico** per la definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, nonostante si abbia a disposizione un modesto numero di famiglie di dati (vedi paragrafo subito sotto), è utilizzato. Inoltre, si procede attraverso una semplice media aritmetica per completezza di informazione.

### 3.2 INDAGINI IN SITU

Le indagini (le cui ubicazioni sono visibili nella cartografia in calce allo **studio**) sono state condotte in due periodi successivi:

nella data 03.09.2021, le seguenti:

- DPSH01, DPSH02 e DPSH04;

nella data 06.09.2021, le seguenti:

- CPT01, DPSH03, DPSH05 e DPSH06.

Si tratta di prove penetrometriche statiche CPT (*Cone Penetration Test*) e dinamiche DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*).

#### 3.2.1 Prova penetrometrica CPT

La *Cone Penetration Test* si effettua di solito su terreni coesivi (argille e limi fini) con una certa (subordinata) frazione granulare (sabbie e/o ghiaie). Nello specifico, l'indagine *in situ* è stata condotta con un penetrometro superpesante di tipo Pagani TG63 – 200kN. Questa indagine viene definita “statica” relativamente alla modalità di applicazione del carico nel terreno (CASADIO & ELMI, 1995). Infatti, l'utensile (punta conica) viene fatto avanzare a velocità costante di 2 cm al secondo. La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico); il carico di spinta per la prova varia dalle 10 alle 20 tonnellate e viene garantito da ancoraggio verticale al terreno mediante eliche. Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testata di misura idraulica. La punta conica, la

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 24 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

cui area è di 10 cm<sup>2</sup>, è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale. Le dimensioni della punta e del manicotto sono standard, e precisamente:

- diametro punta conica meccanica (mm)      35,7
- area di punta (cm<sup>2</sup>)                              10
- angolo di apertura punta ( ° )                60
- superficie laterale del manicotto (cm<sup>2</sup>)    150

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm<sup>2</sup>) durante l'infissione sono le seguenti:

- lettura alla punta LP: prima lettura relativa all'infissione della sola punta;
- lettura laterale LT: seconda lettura relativa all' infissione della punta + manicotto;
- lettura totale LLTT: terza lettura relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

I dati rilevati dalla prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP ed LT; le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto alla quota della prima lettura della punta. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di catalogare e parametrizzare il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati ed una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. Questa prova permette inoltre di riconoscere lo spessore delle coltri del substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii e la consistenza in generale del terreno. In ultimo, consente una campionatura di terreno nei primi metri di profondità.

### 3.2.2 Prova penetrometrica DPSH

La prova penetrometrica dinamica con penetrometro superpesante (DPSH) consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari (CASADIO & ELM, *IBIDEM*). Un numero di colpi superiore a 100 per affondamento di 30cm, della punta o dei rivestimenti testimonierà l'impossibilità di proseguire alla prova (rifiuto). L'elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica di tale prova consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele. Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura a);
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$ .

Per il penetrometro superpesante (come quello utilizzato nella campagna di indagini relativa allo studio) si elencano le caratteristiche di seguito: massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta$  =20-30 cm, punta conica conica (a = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm<sup>2</sup>.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 25 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

### 3.3 RISULTATI DELLE INDAGINI *IN SITU*

#### 3.3.1 Prove penetrometriche

##### **CPT01**

La prova penetrometrica ha raggiunto la profondità di 10 m da piano campagna. Fino a circa 1,8 m è presente una coltre eluvio-colluviale terrosa (argille, limi e sabbie, variamente miscelati, con rari trovanti immersi nella *facies* fine), la quale ricopre il substrato marino molassico plio-quadernario, sostanzialmente da argille, marne e argille marnose, con variabile tenore in limo e sabbia (*Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI). Di seguito, la sintesi dei risultati (**Tabella 3-1**). I valori dei pesi di volume e dei moduli edometrici derivano da una semplice media tra l'aliquota coesiva e quella incoerente. Non è stata rinvenuta falda.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 1,8	1,96	2,07	70,42	2,22	32,89
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	1,8 – 10,0	2,07	2,20	109,80	5,14	25,29

**Tabella 3-1:** risultati della CPT01.

##### **DPSH01**

La seconda prova penetrometrica ha raggiunto la profondità di 4 m da piano campagna, dove ha raggiunto il rifiuto in corrispondenza di alluvioni grossolane. L'interpretazione dell'indagine ha indicato la presenza di 3 intervalli litostratigrafici: fino alla profondità di 1,6 m da piano campagna sono nuovamente presenti coltri eluvio colluviali, cui seguono fino a 3,2 m di profondità terreni alluvionali argillosi e limosi fluviali, con sabbie e trovanti immersi nella matrice fine. Seguono fino a fondo foro alluvioni grossolane. Di seguito, la sintesi dei risultati (**Tabella 3-2**). I valori dei pesi di volume e dei moduli edometrici derivano da una semplice media tra l'aliquota coesiva e quella incoerente. Non è stata rinvenuta acqua neppure in corrispondenza di questa verticale di indagine.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 1,6	1,86	2,01	96,17	1,64	27,53
ORIZZONTE 2	Alluvioni fini	1,6 – 3,2	1,85	1,98	92,89	1,36	27,31
ORIZZONTE 3	Alluvioni grossolane	3,2 – 4,0	2,28	2,35	464,56	--	45,08

**Tabella 3-2:** risultati della DPSH01.

##### **DPSH02**

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 26 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

La prova è andata a rifiuto alla profondità di 3,6 m da piano campagna. Sostanzialmente si ha un profilo litostratigrafico che ricalca quello rinvenuto in corrispondenza di DPSH01, con diversi spessori. Di seguito, la sintesi dei risultati (**Tabella 3-3**). Neppure qui è stata trovata falda.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 0,4	1,90	1,91	40,45	1,45	--
ORIZZONTE 2	Alluvioni fini	0,4 – 2,8	2,04	2,20	136,91	3,12	32,30
ORIZZONTE 3	Alluvioni grossolane	2,8 – 3,6	2,18	2,20	634,72	--	45,21

**Tabella 3-3: risultati della DPSH02.**

### DPSH03

La prova penetrometrica ha raggiunto la profondità di 10,2 m da piano campagna. L'interpretazione dell'indagine ha indicato la presenza di 3 intervalli litostratigrafici: fino alla profondità di circa 3,4 m da piano campagna sono presenti le coltri eluvio colluviali viste in precedenza; seguono alluvioni fini, come quelle descritte poco sopra, per uno spessore di circa 3,2 m. Dunque, alla quota di – 6,6 m circa si trova il tetto del substrato marino dell'avanfossa plio-quadernaria. Di seguito, la sintesi dei risultati (

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 3,4	1,72	1,88	51,22	0,55	24,11
ORIZZONTE 2	Alluvioni fini	3,4 – 6,6	1,73	1,89	62,68	0,42	25,09
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	6,6 – 10,2	2,05	2,16	191,08	2,81	32,71

**Tabella 3-4).** I valori dei pesi di volume e dei moduli edometrici derivano da una semplice media tra l'aliquota coesiva e quella incoerente. Non è stata rinvenuta falda neppure in corrispondenza di DPSH03.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 3,4	1,72	1,88	51,22	0,55	24,11
ORIZZONTE 2	Alluvioni fini	3,4 – 6,6	1,73	1,89	62,68	0,42	25,09
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	6,6 – 10,2	2,05	2,16	191,08	2,81	32,71

**Tabella 3-4: risultati della DPSH03.**

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 27 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

#### DPSH04

La prova penetrometrica ha raggiunto la profondità di 10 m da piano campagna e ha sostanzialmente restituito il medesimo sottosuolo visto per la CPT01, con la coltre spessa circa 2,2 m. Di seguito, la sintesi dei risultati (

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 1,8	1,79	2,01	77,51	1,20	26,24
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	1,8 – 10,0	2,05	2,16	191,26	3,07	32,71

Tabella 3-5). Neppure qui è stata rinvenuta falda.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 1,8	1,79	2,01	77,51	1,20	26,24
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	1,8 – 10,0	2,05	2,16	191,26	3,07	32,71

Tabella 3-5: risultati della DPSH04.

#### DPSH05

La prova penetrometrica ha raggiunto la profondità di 10,2 m da piano campagna. L'interpretazione ha restituito un profilo di sottosuolo costituito da tutti gli orizzonti visti in precedenza. Le coltri eluvio-colluviali (ORIZZONTE 1) sono presenti fino alla profondità di circa 1,8 m da piano campagna; segue un intervallo di alluvioni grossolane (ORIZZONTE 3), per uno spessore di circa 1 m, al tetto delle alluvioni fini (ORIZZONTE 2) che si estendono fino alla quota di – 7,6 m da piano campagna; di lì verso il basso, sono presenti le *Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI. Di seguito, la sintesi dei risultati (

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 3,4	1,79	1,98	75,24	0,55	26,07
ORIZZONTE 2	Alluvioni fini	3,4 – 6,6	1,79	2,00	76,69	0,56	26,18
ORIZZONTE 3	Alluvioni grossolane	2,8 – 3,6	1,86	1,94	190,95	--	42,70
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	6,6 – 10,2	1,90	2,07	191,08	1,57	28,35

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 28 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

Tabella 3-6). Neppure qui è stata trovata falda.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 3,4	1,79	1,98	75,24	0,55	26,07
ORIZZONTE 2	Alluvioni fini	3,4 – 6,6	1,79	2,00	76,69	0,56	26,18
ORIZZONTE 3	Alluvioni grossolane	2,8 – 3,6	1,86	1,94	190,95	--	42,70
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	6,6 – 10,2	1,90	2,07	191,08	1,57	28,35

Tabella 3-6: risultati della DPSH05.

#### DPSH06

La prova penetrometrica è andata a rifiuto alla profondità di 2,8 m da piano campagna. E' presente una coltre eluvio-colluviale spessa circa 1,8 m al di sopra delle alluvioni grossolane. Non è stata trovata falda. Di seguito, sintesi dei parametri (Tabella 3-7).

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI				
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 1,8	1,79	2,00	75,24	0,55	26,07
ORIZZONTE 3	Alluvioni grossolane	1,8 – 2,8	2,02	2,19	528,84	--	46,00

Tabella 3-7: risultati della DPSH06.

### 3.3.2 Dati pregressi

Di seguito, i valori dei parametri fisico-meccanici derivanti da dati pregressi.

ORIZZONTE LITO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA [m]	PARAMETRI FISICO – MECCANICI					
			$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$c'$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]
			Peso di volume	Peso di volume saturo	Modulo edometrico	Coesione totale	Coesione drenata	Angolo di attrito interno
ORIZZONTE 1	Coltre	0,0 – 3,4	1,91	1,96	78,99	2,09	0,05	29,61
ORIZZONTE 2	Alluvioni fini	3,4 – 6,6	1,95	2,11	93,92	3,48	--	24,63
ORIZZONTE 4	Argille e marne limose e sabbiose del substrato marino	6,6 – 10,2	2,03	2,20	134,97	5,29	--	24,67

Tabella 3-8: valori pregressi.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 29 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

### 3.4 CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA

In **Tabella 3-9** si riportano sia i valori statistici, sia i valori medi aritmetici, sia i valori minimi dei parametri fisico-meccanici. E' poi "... *responsabilità del progettista ... la caratterizzazione geotecnica corrispondente alle diverse fasi del progetto ...*" (**norme**, punto 6.2.2). Per quelli statistici si veda la metodologia spiegata subito sotto.

L'applicazione del metodo statistico è delineato nell'Eurocodice 7 (*IBIDEM*), punto 2.4.5.2, dove si legge: "*If statistical method are used, the characteristic value should be derived such that the calculated probability of a worse value governing the occurrence of the limit state under consideration is not greater than 5%*."

(Se si utilizzano metodi statistici, la derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore più sfavorevole che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%). Ovvero si deve trovare un valore tale per cui si abbia una bassa probabilità (inferiore al 5%) di averne uno peggiore.

L'uso della statistica è possibile anche con una popolazione di dati limitata e la ricerca del valore caratteristico assume la seguente forma:

$$\chi = \chi_m \pm 1,645 (\sigma / \sqrt{n}) \quad (\text{eq.ne 3.4.1}),$$

ove:

$\chi$  = valore caratteristico desiderato;

$\chi_m$  = valore medio della popolazione;

-1,645 = valore della variabile che dipende dalla probabilità di non superamento del 5% per una distribuzione di tipo gaussiana;

$\sigma$  = deviazione standard della popolazione;

$n$  = numerosità del campione.

E' utile esprimere la variabilità del dato in termini di *Coefficiente di Variazione* (COV), espresso dalla seguente equazione:

$$\text{COV} = \sigma / \mu \quad (\text{eq.ne 3.4.2}),$$

ove:

$\mu$  = media della popolazione.

L' eq.ne 3.4.1 può essere semplificata come riportato da SCHNEIDER H.R (1997):

$$\chi = \chi_m * [1 - (\text{COV}/2)] \quad (\text{eq.ne 3.4.3}),$$

sostituendo di volta in volta fino alla forma della 3.4.3 ed inserendo i dati delle tabelle 3-1 ÷ 3-7, si sono ottenuti i **valori statistici** o **caratteristici** (oltre a quelli minimi e medi aritmetici) dei parametri geotecnici (**Tabella 3-9**).

Il numero di orizzonti è frutto di una sintesi e della ricostruzione complessiva del quadro stratigrafico in sottosuolo, nel quale si individuano in buona sostanza uno strato più superficiale costituito dalle coltri eluvio-colluviali (ORIZZONTE 1), con spessore variabile tra qualche decimetro e i 3,4 m massimi circa in corrispondenza di DPSH03, un sottostante ORIZZONTE 2 formato da alluvioni fini (potenti qualche metro) nelle quali è intercalato, a diverse profondità, un ORIZZONTE 3 fatto da alluvioni grossolane, sempre di spessore limitato all'ordine del metro (fino a ciò che i rifiuti strumentali hanno permesso di investigare), ed infine il substrato marino terrigeno plio-pleistocenico più o meno degradato o in *facies sana i.e. Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI (ORIZZONTE 4), spesso nell'ordine delle centinaia di metri.

PARAMETRO	ORIZZONTE	VALORI PARAMETRI GEOTECNICI
-----------	-----------	-----------------------------

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 30 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

			CARATTERISTICI (STATISTICI)	MEDI	MINIMI
$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume	1	<b>1,778</b>	1,852	1,660
		2	<b>1,816</b>	1,907	1,610
		3	<b>1,993</b>	2,085	1,860
		4	<b>1,958</b>	2,024	1,790
$\gamma_{sat}$ [t/m <sup>3</sup> ]	Peso di volume saturo	1	<b>1,929</b>	1,993	1,850
		2	<b>1,978</b>	2,061	1,790
		3	<b>2,085</b>	2,170	1,940
		4	<b>2,105</b>	2,161	1,930
$C_u$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione totale	1	<b>1,003</b>	1,568	0,550
		2	<b>1,410</b>	2,388	0,420
		3	--	--	--
		4	<b>3,101</b>	3,972	1,570
$c'$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione drenata	1	--	<b>0,050</b>	--
		2	--	--	--
		3	--	--	--
		4	--	--	--
$\phi'$ [°]	Angolo di attrito interno	1	<b>26,578</b>	29,003	24,110
		2	<b>26,300</b>	27,543	25,090
		3	<b>44,035</b>	44,748	42,700
		4	<b>26,357</b>	28,111	24,660
$E_{ed}$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo edometrico	1	<b>64,529</b>	75,890	40,450
		2	<b>77,801</b>	98,842	54,320
		3	<b>360,090</b>	454,768	190,950
		4	<b>124,080</b>	146,019	95,040

Tabella 3-9: valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici del sottosuolo.

## 4.0 ANALISI SISMICA

### 4.1 INQUADRAMENTO MACROSISMICO

In relazione a quanto contenuto nelle **norme** (poi ripreso in sostanza dalle **nuove norme**), in particolare "ALLEGATO A ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI: PERICOLOSITÀ SISMICA", in cui si riporta: [Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>], si è provveduto all'utilizzo della griglia in rete dell'INGV (Progetto DPC – INGV – S1), all'indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>. Dunque, sul reticolo di riferimento, sintetizzato dalla *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale* (**Figura 4-1**), per l'area in cui ricade l'intero progetto si ha un valore di pericolosità di base ( $a_g$ ) all'interno dell'intervallo **0,2 g ≤  $a_g$  ≤ 0,225 g**, al 50° percentile, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ovvero allo 0.0021 come frequenza annuale di superamento ed al corrispondente periodo di ritorno di 475 anni; tali condizioni al contorno rispettano la Zonazione MPS04 dell'INGV.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 31 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

In base alla *mappa della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Uff. prevenzione, valutazione e mitigazione del Rischio Sismico, Classificazione Sismica al 2010*, il territorio comunale di **Rotello** è classificato come **zona 2** e rientra, per l'OPCM n.3519 del 28\_04\_06, nel **range di accelerazione attesa di  $0,15 < a_g \leq 0,25$** . Ai fini della caratterizzazione, per cautela, il sito rientra nel **range di pericolosità sismica di base di  $0,2 g \leq a_g \leq 0,25 g$** .

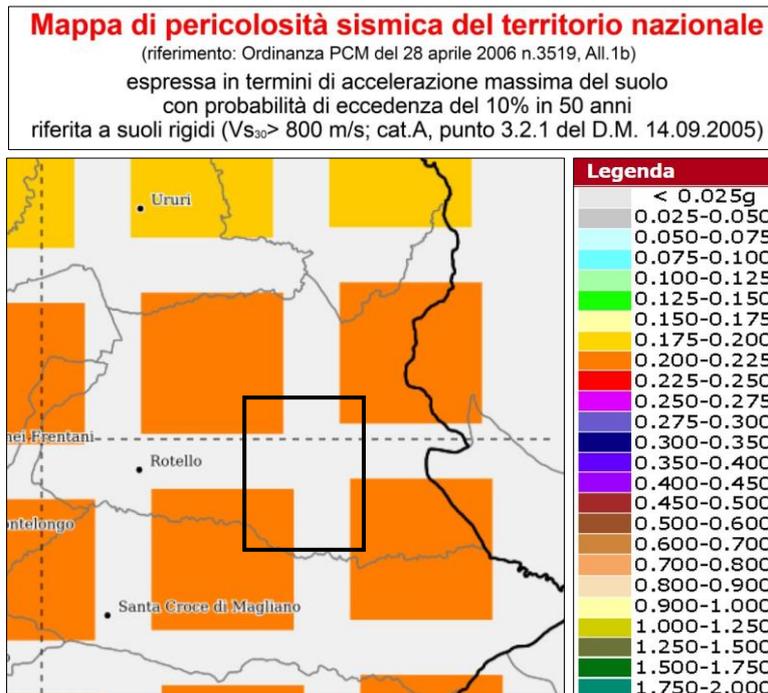


Figura 4-1: nel riquadro in nero ricade l'area di intervento, per la quale si ha una pericolosità di base  $0,2 g \leq a_g \leq 0,225 g$ .

## 4.2 FAGLIE E TETTONICA

All'indirizzo <http://www.6aprile.it/featured/2016/10/27/ingv-mappa-interattiva-faglie-italiane.html> è presente la mappa interattiva delle faglie attive della Penisola, capaci di generare sismi con intensità minima di 5.5. A seguito della sua consultazione, **non risultano faglie attive prossime all'area di progetto**: il lineamento attivo più vicino ad essa è quello denominato *San Marco in Lamis 5*, a circa 40 km verso Est. E' presente a Sud la sorgente sismogenetica composita denominata *Ripabottoni – San Severo*. Questa sorgente composita si trova a cavallo della regione tra la fascia collinare molisana e la piana di Capitanata, attraverso l'alta valle del Fiume Fortore, e appartiene allo *strike-slip system* (sistema di faglie trascorrenti) da obliquo a laterale destrorso che interessa l'Avampese adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è una faglia subverticale, con immersione circa verso Nord, ad est dell'asse estensionale principale dell'Appennino meridionale.

## 4.3 MICROZONAZIONE SISMICA

L'area dell'intero progetto non rientra all'interno della carta delle M.O.P.S. (Microzonee Omogenee in Prospettiva Sismica) del Comune di Rotello. In base al quadro geolitologico ricostruito, seguendo le indicazioni contenute all'interno del documento GRUPPO DI LAVORO MS (2008), che rappresenta gli indirizzi e

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 32 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

criteri in materia di microzonazione sismica, è possibile definire le zone in cui ricade il **Progetto** come *stabili suscettibili di amplificazioni locali* per ragioni litostratigrafiche.

#### 4.4 INDAGINI IN SITU

Ai sensi di quanto indicato dalla *normativa sismica (norme - § 7.11.3.5.2 e § 3.2.2 e nuove norme)*, sono state realizzate n.4 stese sismiche di tipo MASW all'interno dell'area di interesse:

- nel giorno 03.09.2021 le stese: MASW01 e MASW02;
- nel giorno 06.09.2021 le stese: MASW03 e MASW04.

Per l'ubicazione si rimanda alla cartografia in calce allo **studio**. Si anticipa che MASW01 e MASW02 sono state eseguite, rispettivamente, in corrispondenza di DPSH02 e DPSH04, mentre MASW03 e MASW04 in corrispondenza, rispettivamente, di CPT01 e DPSH06. Le sigle sui certificati seguono altra numerazione.

##### 4.4.1 Caratterizzazione sismica dei terreni *in situ*

La *caratterizzazione sismica* dei terreni si è resa necessaria a fronte di quanto riportato nelle **norme e nuove norme**. Per tale *caratterizzazione* è stato impiegato l'*approccio semplificato*. La categoria di sottosuolo si desume dal valore del parametro Vs30 (valore della velocità media delle onde SH nei primi trenta metri di profondità). Il parametro di normativa Vs30 si ottiene dalla seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo,  $N$  il numero di strati presenti nei primi trenta metri di profondità (**norme**, § 3.2.2). In estrema sintesi, i risultati possono essere esposti come di seguito (

Sigla indagine	Vs30		Categoria di suolo
	Quota riferimento (m da p.c.)	Velocità (m/s)	
MASW01	0	222	C
	-1	229	
	-2	235	
MASW02	0	315	C
	-1	340	
	-2	369(*)	
MASW03	0	293	C
	-1	317	
	-2	345	
MASW04	0	334	C
	-1	339	
	-2	345	

Tabella 4-1):

Sigla indagine	Vs30		Categoria di suolo
	Quota riferimento (m da p.c.)	Velocità (m/s)	
MASW01	0	222	C
	-1	229	
	-2	235	

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 33 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

MASW02	0	315	<b>C</b>
	-1	340	
	-2	369(*)	
MASW03	0	293	<b>C</b>
	-1	317	
	-2	345	
MASW04	0	334	<b>C</b>
	-1	339	
	-2	345	

Tabella 4-1: risultanze dalle stese sismiche; le categorie fanno riferimento alle nuove norme. (\*) la categoria associata a tale valore è B: si attribuisce cautelativamente categoria complessiva C in corrispondenza di MASW02.

#### 4.4.2 Liquefazione dei terreni

Di seguito si riportano le valutazioni in merito alla possibilità di liquefazione per i terreni in corrispondenza delle aree che ospiteranno il **Progetto**.

##### 4.4.2.1 Casi in cui si può escludere che si verifichino fenomeni di liquefazione

Il § 2.7.1.1 del volume GRUPPO DI LAVORO MS (*IBIDEM*) (di seguito **indirizzi**) recita:

[La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5 (capitolo 2.8).
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.1g.
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
  - frazione di fine45, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$ ;
  - $FC \geq 35\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 20$ ;
  - $FC \leq 5\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 25$ ;

dove  $(N_1)_{60}$  è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione:  $(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$ , in cui il coefficiente  $C_N$  è ricavabile dall'espressione  $C_N = (p_a / \sigma'_v)^{0.5}$  essendo  $p_a$  la pressione atmosferica e  $\sigma'_v$  la tensione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.7-1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  ed in Figura 2.7-1 (b) per coefficienti di uniformità  $U_c > 3.5$ .

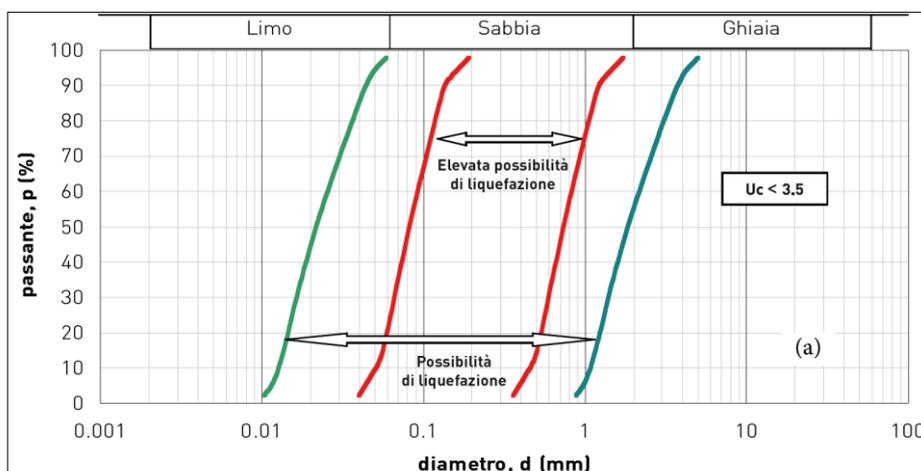


fig.2.7 – 1(a)

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 34 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

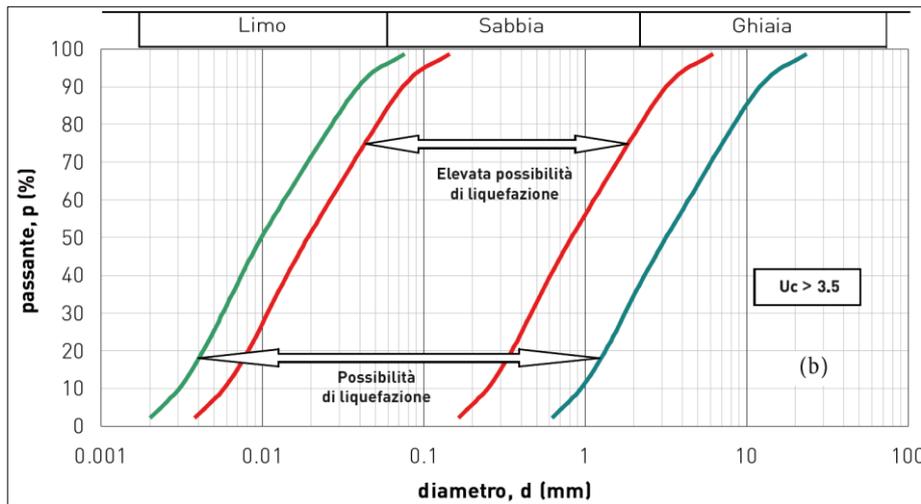


fig.2.7 – 1(b)

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna<sup>46</sup>.

46 L'indicatore è valido solo nel caso di piano campagna orizzontale, in presenza di edifici con fondazioni superficiali.].

#### 4.4.2.2 Check list per il sito di interesse

Andando a verificare i singoli punti, per valutare la necessità o meno di effettuare un'analisi numerica sul *potenziale di liquefazione*, risulta quanto segue:

1. Il sito di interesse ricade, a meno di errori derivanti dalla scala grafica di rappresentazione, all'interno della *zona 924* della zonazione Z9 di MELETTI & VALENSISE (2004); per tale motivo, ai sensi di quanto riportato nella tabella 2.8-1 degli *indirizzi*, la magnitudo da considerare è  $M_{w\max} = 6,83$  ( $6,83 > 5$ ).
2.  $0,15 \text{ g} < a_g < 0,25 \text{ g}$  ( $a_g > 0.1 \text{ g}$ ).
3.  $0,15 \text{ g} < a_g < 0,25 \text{ g}$  ( $a_g > 0.15 \text{ g}$ , per cui non servono ulteriori valutazioni circa  $(N_1)_{60}$ ).
4. Nello specifico, non sono state condotte analisi granulometriche che possano indicare in quale settore delle figure 2.7 ricadano i terreni di interesse; tuttavia, almeno in corrispondenza delle formazioni a frazione pelitica prevalente riconosciute in sottosuolo, la parte argillosa esclude il range di possibile liquefazione. Ciò non vale per gli intervalli più grossolani (nei quali, in ogni caso, non è stata rinvenuta acqua); per tale ragione, a scopo cautelativo, il punto si considera non verificato.
5. Non è presente falda in sottosuolo.

Riassumendo in **Tabella 4-2**:

Punto della check list	Verificato	Non verificato
1		
2		
3		
4		
5		

Tabella 4-2: si può escludere il fenomeno della liquefazione per ragioni idrogeologiche.

Dunque, in base agli *indirizzi*, non è necessario valutare la suscettibilità a liquefazione dei terreni in sottosuolo in termini di fattore di sicurezza  $F_s$ .

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 35 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco  04/2022

## 5.0 CONCLUSIONI

### 5.1 STATO DEI LUOGHI

#### 5.1.1 Geomorfologia

##### **Parchi AV**

In merito ai fenomeni di versante, in estrema sintesi, non esistono forme o processi geomorfologici da attenzionare in corrispondenza dei **parchi AV**. Le condizioni geomorfologiche delle **aree** destinate ai **parchi AV** sono del tutto favorevoli alla realizzazione delle opere. Anche nei confronti dei processi e forme legati alle acque superficiali, la realizzazione dei **parchi AV** non rappresenta una criticità e, specularmente, non esistono fenomeni e processi legati alle acque superficiali (sostanzialmente erosione, denudazione, impaludamento) che rappresentino elementi di pericolo nei confronti delle opere in progetto.

##### **Opere di connessione**

Non esistono processi di versante agenti lungo il tracciato dei cavidotti e neppure in corrispondenza dell'area destinata alla **stazione** e **Punto di Raccolta** che la accoglierà. Per il **cavidotto Sud MT**, sarebbe formalmente presente pericolosità, secondo il PGRA, legata al piccolo fosso che verso Nord assume il nome di Torrente Mannara tuttavia, nella realtà, non esiste tale criticità. Dato l'assetto morfologico e idraulico del piccolo fosso (regimato antropicamente ed utilizzato a scopi irrigui) e considerando le modalità di posa in opera del **cavidotto Sud MT**, vi è totale compatibilità fra il progetto e i luoghi: non aumenterà il livello di pericolosità pregresso e il cavidotto non sarà messo a rischio nel contesto di inserimento. Per quanto riguarda invece l'attraversamento del **cavidotto di consegna MT** sul Torrente Mannara, in corrispondenza ancora di una fascia P2 (pericolosità media) del PGRA, verrà redatto apposito Studio di Compatibilità Idraulica, per via della condizione morfologica del fosso che qui mostra connotati più formati, più maturi; a valle dello Studio di Compatibilità Idraulica (cui si rimanda per i dettagli), si conclude che il **cavidotto di consegna MT** è compatibile con l'assetto idraulico dei luoghi: in estrema sintesi, non sarà aumentato il livello di pericolosità pregresso e parimente il progetto non correrà rischi legati al Mannara, dal momento che la posa in opera della linea garantirà che questa non interferisca in alcun modo con le normali dinamiche idraulico-morfoevolutive del modesto corso d'acqua.

#### 5.1.2 Faglie e tettonica

All'indirizzo <http://www.6aprile.it/featured/2016/10/27/ingv-mappa-interattiva-faglie-italiane.html> è presente la mappa interattiva delle faglie attive della Penisola, capaci di generare sismi con intensità minima di 5.5. A seguito della sua consultazione, **non risultano faglie attive prossime all'area di progetto**: il lineamento attivo più vicino ad essa è quello denominato *San Marco in Lamis 5*, a circa 40 km verso Est. E' presente a Sud la sorgente sismogenetica composita denominata *Ripabottoni – San Severo*. Questa sorgente composita si trova a cavallo della regione tra la fascia collinare molisana e la piana di Capitanata, attraverso l'alta valle del Fiume Fortore, e appartiene allo *strike-slip system* (sistema di faglie trascorrenti) da obliquo a laterale destrorso che interessa l'Avampaease adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è una faglia subverticale, con immersione circa verso Nord, ad est dell'asse estensionale principale dell'Appennino meridionale.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 36 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## 5.2 CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

Rammentando quanto riferito al termine del paragrafo 3.4 dello **studio**, si riporta la colonnina litotecnica di sintesi per i terreni interessati dal **Progetto** (Figura 5-1):

- **ORIZZONTE 1: coltri eluvio-colluviali**, rappresentate da terreni sostanzialmente limosi, sabbiosi e argillosi, con rari trovanti centimetrici (fino ad una trentina di centimetri di dimensione) immersi nella matrice e visibili sul piano campagna; il loro spessore, interpretato dalle indagini, è differente da punto a punto, con un valore medio di circa 1,8 m;
- **ORIZZONTE 2: depositi alluvionali fini**, fatto sostanzialmente di argille e limi fluviali prevalenti, con frazione grossolana dispersa all'interno della *facies* fine (spessore medio rinvenuto di circa 3 m).
- **ORIZZONTE 3: depositi alluvionali grossolani**, costituiti da ghiaie molto addensate con matrice fine subordinata; nella zona investigata, il loro spessore medio è di circa 90 cm (in corrispondenza delle DPSH01, DPSH02 e DPSH06 la prova ne ha attraversato 1 m circa prima di andare a rifiuto, per cui potrebbe avere uno spessore ancora maggiore).
- **ORIZZONTE 4: substrato marino plio-pleistocenico** (*Argille grigio-azzurre* di CRESCENTI), fatto sostanzialmente di argille, limi, argille marnose, marne, con una certa frazione sabbiosa, di colore nel complesso grigio – grigio/azzurro, il quale possiede uno spessore totale nell'ordine delle centinaia di metri per le zone in esame (FESTA, GHISSETTI & VEZZANI, *IBIDEM*).

Si puntualizza che nella *Carta geologica originale* (TAVOLA 3) le coltri eluvio-colluviali sono state disegnate soltanto dove i loro spessori sono più o meno consistenti (nelle aree al piede dei versanti, dove i fossi le accumulano e nelle aree morfologicamente più “deprese”). La categoria sismica del terreno risulta di tipo **C** sostanzialmente nell'intera area destinata al **Progetto**. Non è presente falda in sottosuolo.

Spessore	Orizzonte litologico	Valori caratteristici	Falda
Circa 1,8 m	Coltri eluvio-colluviali <b>ORIZZONTE 1</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,78 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 1,93 $c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 1,00 $c'$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 0,05 $\Phi'$ (°) = 26,58 $E_{ed}$ (kg/cm <sup>q</sup> ) = 64,53	ASSENTE
Circa 3 m	Depositi alluvionali fini <b>ORIZZONTE 2</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,82 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 1,98 $c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 1,41 $\Phi'$ (°) = 26,30 $E_{ed}$ (kg/cm <sup>q</sup> ) = 77,80	
Circa 0,9 m	Depositi alluvionali grossolani <b>ORIZZONTE 3</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,99 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 2,09 $\Phi'$ (°) = 44,03 $E_{ed}$ (kg/cm <sup>q</sup> ) = 360,09	
Ordine delle centinaia di metri	Substrato marino <b>ORIZZONTE 4</b>	$\gamma$ (t/mc <sup>3</sup> ) = 1,96 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) = 2,10 $c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) = 3,10 $\Phi'$ (°) = 26,36 $E_{ed}$ (kg/cm <sup>q</sup> ) = 124,01	

Figura 5-1: colonnina litotecnica di sintesi.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 37 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

### 5.3 CONSIDERAZIONI FINALI

- La **caratterizzazione fisico-meccanica** del terreno è portata all'attenzione in **Figura 5-1**; per completezza, è possibile fare riferimento anche alla **Tabella 3-9** e ai dati grezzi delle penetrometriche (APPENDICE I in calce allo **studio**).
- La **caratterizzazione sismica** effettuata appare **adeguata a definire i parametri sismici dei luoghi**; per ulteriori azioni sul territorio, qualora dovessero rappresentare un aggravio del carico sui terreni e comportare la realizzazione di nuove strutture da dimensionare in chiave dell'azione sismica, si potrà valutare se effettuare nuove indagini o meno.
- Per ragioni legate all'assenza di falda, i terreni che accoglieranno l'intervento non sono suscettibili a liquefazione.
- **In via collaterale, si rammenta come il vento potrebbe rappresentare la sola problematica reale per la tenuta di opere come i *parchi AV* in progetto.**

Pianella, aprile 2022

Il tecnico  
Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 38 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## 6.0 BIBLIOGRAFIA

### *In ordine di citazione*

- FESTA A., VEZZANI L. & GHISSETTI F. (2004) - Carta Geologica del Molise. S.E.L.C.A., Firenze, 2004.
- CELLO G., PALTRINIERI W. & TORTORICI I. (1987) – Caratterizzazione strutturale delle zone esterne dell’Appennino molisano. Mem. Soc. Geol. It., 38 (1987), 155-161, 2 ff.
- BUTLER R. W. H., MAZZOLI S., CORRADO S., DE DONATIS M., DI BUCCI D., GAMBINI R., NASO G., NICOLAI C., SCROCCA D., SHINER P., ZUCCONI V. (2004) - Applying Thick-skinned Tectonic Models to the Apennine Thrust Belt of Italy—Limitations and Implications. K. R. McClay, ed., Thrust tectonics and hydrocarbon systems: AAPG Memoir82, p. 647-667.
- OGNIBEN L. (1969) Schema Introduttivo Alla Geologia Del Confine Calabro-Lucano. Mem. Soc. Geol. It., 8 (1969), 453-763.
- CIPOLLARI P. & COSENTINO D. (1995) – Miocene unconformities in the Central Apennines: geodynamic significance and sedimentary basin evolution. Tectonophysics, 252, 375-389.
- CROSTELLA A. & VEZZANI L. (1964) – La geologia dell’Appennino foggiano. Boll. Soc. Geol. It., 83 (1), 121-141.
- DI BUCCI D., CORRADO S., NASO G., PAROTTO M. & PRATURLON A. (1999) - Evoluzione tettonica neogenico-quadernaria dell’area molisana. Boll. Soc. Geol. It., 118 (1999), 13-30, 12 ff.
- CRESCENTI U. (1971) - Osservazioni sul Pliocene degli Abruzzi settentrionali: la trasgressione del Pliocene medio e superiore. Boll. Soc. Geol. It., 90 (1971), 3-21, 3 ff.
- UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DEL MOLISE (2014) - Caratterizzazione geologico-ambientale del territorio molisano e delle unità territoriali (macro-aree) individuate.
- CELICO F., STANGANELLI V. & DEL FALCO F. M. (1978) - SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO DEL P.S. 29. 1978. Cassa per il mezzogiorno, Progetto speciale n.29, Utilizzazione delle acque degli schemi idrici intersettoriali del Lazio Meridionale, Tronto, Abruzzo, Molise e Campania. Litografia Artistica Cartografica - Firenze, 1978.
- CELICO F. (1983) - CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE-MARCHE E LAZIO MERIDIONALI, ABRUZZO, MOLISE E CAMPANIA. Cassa per il mezzogiorno, Progetto speciale n.29, Schemi idrici dell’Appennino centro-meridionale. Grafiche Magliana, Roma, 1983.
- DESIDERIO G. & RUSI S. (2004) - Idrogeologia e idrogeochimica delle acque mineralizzate dell’Avanfossa Abruzzese Molisana. Boll. Soc. Geol. It., 123 (2004), 373-389, 14 ff., 4 tabb.
- NANNI T. & VIVALDA P. (1986) - Caratteri idrogeologici schematici della successione plio-pleistocenica e delle pianure alluvionali delle Marche. Mem. Soc. Geol. It., 35, 957-978.
- NANNI T. & VIVALDA P. (1987) - Influenza della tettonica trasversale sulla morfogenesi delle pianure alluvionali marchigiane. Geogr. Fis. Din. Quat., 10, 180-192.
- BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1997) - Elementi di tettonica quadernaria nell’area pedeappenninica marchigiano-abruzzese. Il Quaternario, 10 (2), 359-362.
- AGI (1977) – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1977.
- NSAI STANDARDS (2005) - “Eurocode 7: Geotechnical design-Part 1: General rules”.
- CARBONE R. & TUCCI C. M. (2010) – D.M. 14 gennaio 2008, Eurocodice 7: una metodologia per la scelta dei parametri geotecnici caratteristici. Geologia Territorio Ambiente – N.15 – 2010.
- CASADIO M. & ELMI C. (1995) - Il manuale del geologo. Pitagora Editrice Bologna, 1995.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 39 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

- SCHNEIDER H.R (1997) - *Definition and determination of characteristic soil properties- Proceedings of 14th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering-Hamburg, 1997.*
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008) - Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
- MELETTI C. & VALENSISE G. (2004) – Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo. INGV.

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 40 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## 7.0 ALLEGATI

ALLEGATO	TITOLO
APPENDICE I	INDAGINI IN SITU
	Elaborazioni e risultanze prove penetrometriche
	Report indagini sismiche
APPENDICE II	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
AGO52RT - 13	Carta Topografica su base IGM
AGO52RT - 32	Ortofotocarta con ubicazione indagini
AGO52RT - 33	Carta Geologica originale
AGO52RT - 34	Carta Geomorfologica originale
AGO52RT - 35	Carta Idrogeologica originale

 DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 41 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## APPENDICE I

Elaborazioni e risultanze prove penetrometriche

**PROVA CPT01**

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 06/09/2021

Profondità prova: 10.00 mt

Località: ROTELLO (CB)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	2.3	0.0	
0.40	51.00	85.0	51.1	2.7	18.9	5.3
0.60	60.00	101.0	60.1	1.0	60.1	1.7
0.80	59.00	74.0	59.1	2.3	25.7	3.9
1.00	29.00	63.0	29.1	2.0	14.6	6.9
1.20	23.00	53.0	23.3	1.3	17.9	5.6
1.40	22.00	42.0	22.3	0.7	31.9	3.1
1.60	15.00	25.0	15.3	1.5	10.2	9.8
1.80	21.00	44.0	21.3	2.0	10.7	9.4
2.00	30.00	60.0	30.3	2.2	13.8	7.3
2.20	31.00	64.0	31.4	2.5	12.6	8.0
2.40	32.00	70.0	32.4	2.9	11.2	9.0
2.60	26.00	69.0	26.4	2.5	10.6	9.5
2.80	34.00	72.0	34.4	2.7	12.7	7.8
3.00	29.00	70.0	29.4	1.8	16.3	6.1
3.20	54.00	81.0	54.6	2.1	26.0	3.8
3.40	59.00	90.0	59.6	2.6	22.9	4.4
3.60	56.00	95.0	56.6	3.2	17.7	5.7
3.80	52.00	100.0	52.6	3.5	15.0	6.7
4.00	62.00	114.0	62.6	3.4	18.4	5.4
4.20	62.00	113.0	62.7	3.2	19.6	5.1
4.40	60.00	108.0	60.7	3.8	16.0	6.3
4.60	69.00	126.0	69.7	4.0	17.4	5.7
4.80	70.00	130.0	70.7	3.7	19.1	5.2
5.00	74.00	129.0	74.7	4.3	17.4	5.8
5.20	68.00	132.0	68.8	3.7	18.6	5.4
5.40	66.00	121.0	66.8	3.5	19.1	5.2
5.60	76.00	128.0	76.8	4.3	17.9	5.6
5.80	74.00	139.0	74.8	4.7	15.9	6.3
6.00	73.00	143.0	73.8	4.5	16.4	6.1
6.20	72.00	140.0	73.0	4.9	14.9	6.7
6.40	73.00	146.0	74.0	5.7	13.0	7.7
6.60	84.00	169.0	85.0	6.3	13.5	7.4
6.80	79.00	173.0	80.0	5.9	13.6	7.4
7.00	90.00	178.0	91.0	6.3	14.4	6.9
7.20	89.00	184.0	90.1	5.9	15.3	6.5
7.40	93.00	181.0	94.1	6.3	14.9	6.7
7.60	89.00	184.0	90.1	6.5	13.9	7.2
7.80	93.00	191.0	94.1	6.5	14.5	6.9
8.00	90.00	187.0	91.1	6.5	14.0	7.1
8.20	92.00	190.0	93.2	6.5	14.3	7.0
8.40	89.00	187.0	90.2	6.6	13.7	7.3
8.60	93.00	192.0	94.2	6.8	13.9	7.2
8.80	95.00	197.0	96.2	6.8	14.1	7.1
9.00	98.00	200.0	99.2	6.8	14.6	6.9
9.20	100.00	202.0	101.4	6.9	14.7	6.8
9.40	94.00	197.0	95.4	7.0	13.6	7.3
9.60	95.00	200.0	96.4	6.9	14.0	7.2
9.80	98.00	202.0	99.4	6.8	14.6	6.8
10.00	102.00	204.0	103.4	0.0		0.0
Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione	
1.80	31.3	1.8	1.8	Incoerente-Coesivo	Coltri eluvio-colluviali	
10.00	73.2	4.7	2.2	Incoerente-Coesivo	Substrato marino plio-pleistocenico	

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**

**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Prof. Strato	qc	fs	Tensione	Tensione	Correlazione	Cu
--------------	----	----	----------	----------	--------------	----

	(m)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2	Begemann	2.22
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2	Terzaghi-Peck	5.14

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2	Valore medio degli autori su suoli coesivi	62.6
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2	Valore medio degli autori su suoli coesivi	109.8

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2		2.05
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2		2.19

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2		2.13
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2		2.27

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2	Herminier	32.89
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2	Herminier	25.29

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2	Schmertmann	40.69
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2	Schmertmann	95.16

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2	Buisman - Sanglerat	78.25
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2	Buisman - Sanglerat	109.8

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2	Meyerhof	1.87
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2	Meyerhof	1.95

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.80	31.3	1.8	0.2	0.2	Meyerhof	2.01
Strato 2	10.00	73.2	4.7	1.2	1.2	Meyerhof	2.13

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova

DPSH TG 63-200 PAGANI  
03/09/2021  
4.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	8	0.855	71.84	84.06	3.59	4.20
0.40	7	0.851	62.58	73.55	3.13	3.68
0.60	7	0.847	57.18	67.50	2.86	3.38
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	7	0.826	51.54	62.38	2.58	3.12
2.00	7	0.823	51.35	62.38	2.57	3.12
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	6	0.811	40.32	49.69	2.02	2.48
3.00	7	0.809	46.88	57.97	2.34	2.90
3.20	9	0.806	60.08	74.54	3.00	3.73
3.40	24	0.703	139.81	198.76	6.99	9.94
3.60	39	0.601	181.27	301.69	9.06	15.08
3.80	45	0.598	208.31	348.10	10.42	17.40
4.00	50	0.596	230.53	386.78	11.53	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.6	7.12	69.59	Incoerente - coesivo	0	1.98	2.18	0.16	1.47	10.47	Strato
3.2	6.88	59.06	Incoerente - coesivo	0	1.97	2.17	0.47	1.47	10.11	Strato
4	39.5	308.83	Incoerente	0	2.28	2.5	0.72	1.47	58.07	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	Begemann	1.64
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	Begemann	1.36

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	108.58
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	104.91

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	Meyerhof	1.98
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	Meyerhof	1.97

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	Meyerhof	2.18
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	Meyerhof	2.17

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 45 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

#### TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	10.47	Shioi-Fukuni (1982)	27.53
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	10.11	Shioi-Fukuni (1982)	27.31
Strato (3) Strato	58.07	3.20-4.00	58.07	Schmertmann (1977) Ghiaie	45.08

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	10.47	Schmertmann (1978) Limi	64.11
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	10.11	Schmertmann (1978) Limi	61.85
Strato (3) Strato	58.07	3.20-4.00	58.07	Schmertmann (1978) Limi	363.89

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	10.47	Buisman-Sanglerat	83.76
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	10.11	Buisman-Sanglerat	80.88
Strato (3) Strato	58.07	3.20-4.00	58.07	Buisman-Sanglerat	464.56

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	10.47	Meyerhof ed altri	1.75
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	10.11	Meyerhof ed altri	1.73
Strato (3) Strato	58.07	3.20-4.00	58.07	Meyerhof ed altri	2.28

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	10.47	0.00-1.60	10.47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.85
Strato (2) Strato	10.11	1.60-3.20	10.11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.79
Strato (3) Strato	58.07	3.20-4.00	58.07	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.35

#### PROVA DPSH2

Strumento utilizzato

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

03/09/2021

Profondità prova

3.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	4	0.855	35.92	42.03	1.80	2.10
0.40	7	0.851	62.58	73.55	3.13	3.68
0.60	10	0.847	81.68	96.43	4.08	4.82
0.80	17	0.793	130.06	163.94	6.50	8.20
1.00	14	0.790	106.62	135.01	5.33	6.75
1.20	12	0.836	96.77	115.72	4.84	5.79
1.40	22	0.733	155.48	212.16	7.77	10.61
1.60	23	0.730	149.52	204.95	7.48	10.25
1.80	24	0.726	155.33	213.86	7.77	10.69
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67

2.60	5	0.814	33.72	41.41	1.69	2.07				
2.80	13	0.761	81.98	107.66	4.10	5.38				
3.00	27	0.709	158.46	223.61	7.92	11.18				
3.20	38	0.656	206.45	314.70	10.32	15.74				
3.40	47	0.603	234.87	389.24	11.74	19.46				
3.60	50	0.601	232.40	386.78	11.62	19.34				
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.4	5.5	57.79	Coesivo	0	1.9	1.91	0.04	1.47	8.09	Strato
2.8	13.58	124.67	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.31	0.33	1.47	19.96	Strato
3.6	40.5	328.58	Incoerente	0	2.28	2.5	0.67	1.47	59.53	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.09	0.00-0.40	Sunda (1983) Benassi Vannelli	1.45
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	Sunda (1983) Benassi Vannelli	3.12

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.09	0.00-0.40	Buisman-Sanglerat	40.45
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	205.37

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.09	0.00-0.40	Meyerhof	1.9
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	Meyerhof	2.1

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.09	0.00-0.40	Meyerhof	1.91
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	Meyerhof	2.31

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	19.96	Shioi-Fukuni (1982)	32.3
Strato (3) Strato	59.53	2.80-3.60	59.53	Schmertmann (1977) Ghiaie	45.21

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	19.96	Schmertmann (1978) Limi	123.88
Strato (3) Strato	59.53	2.80-3.60	59.53	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	703.15

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	19.96	Begemann (1974)	68.46
Strato (3) Strato	59.53	2.80-3.60	59.53	Begemann (1974)	634.72

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Gamma
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	-------

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 47 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

		(m)	presenza falda		(t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	19.96	Meyerhof ed altri	1.99
Strato (3) Strato	59.53	2.80-3.60	59.53	Meyerhof ed altri	2.18

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Strato	19.96	0.40-2.80	19.96	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.09
Strato (3) Strato	59.53	2.80-3.60	59.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.20

### PROVA DPSH3

Strumento utilizzato

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

06/09/2021

Profondità prova

10.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	6	0.851	53.64	63.04	2.68	3.15
0.60	7	0.847	57.18	67.50	2.86	3.38
0.80	6	0.843	48.80	57.86	2.44	2.89
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	6	0.830	44.35	53.47	2.22	2.67
1.80	4	0.826	29.45	35.64	1.47	1.78
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	3	0.817	21.84	26.73	1.09	1.34
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	2	0.811	13.44	16.56	0.67	0.83
3.00	2	0.809	13.39	16.56	0.67	0.83
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	4	0.801	24.78	30.94	1.24	1.55
3.80	3	0.798	18.53	23.21	0.93	1.16
4.00	4	0.796	24.63	30.94	1.23	1.55
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93
4.40	4	0.791	24.49	30.94	1.22	1.55
4.60	4	0.789	22.91	29.03	1.15	1.45
4.80	5	0.787	28.56	36.28	1.43	1.81
5.00	5	0.785	28.48	36.28	1.42	1.81
5.20	5	0.783	28.41	36.28	1.42	1.81
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	4	0.779	21.30	27.34	1.06	1.37
5.80	5	0.777	26.56	34.17	1.33	1.71
6.00	5	0.775	26.50	34.17	1.32	1.71
6.20	5	0.774	26.44	34.17	1.32	1.71
6.40	5	0.772	26.38	34.17	1.32	1.71
6.60	6	0.770	29.85	38.75	1.49	1.94
6.80	8	0.769	39.72	51.66	1.99	2.58
7.00	8	0.767	39.63	51.66	1.98	2.58
7.20	10	0.766	49.44	64.58	2.47	3.23
7.40	10	0.764	49.35	64.58	2.47	3.23
7.60	12	0.763	56.02	73.45	2.80	3.67
7.80	12	0.761	55.92	73.45	2.80	3.67
8.00	15	0.710	65.18	91.81	3.26	4.59
8.20	17	0.709	73.73	104.05	3.69	5.20
8.40	18	0.707	77.92	110.18	3.90	5.51
8.60	17	0.706	69.82	98.89	3.49	4.94
8.80	16	0.705	65.59	93.08	3.28	4.65
9.00	15	0.703	61.39	87.26	3.07	4.36
9.20	15	0.702	61.28	87.26	3.06	4.36
9.40	16	0.701	65.26	93.08	3.26	4.65

9.60	17	0.700	65.95	94.22	3.30	4.71				
9.80	17	0.699	65.84	94.22	3.29	4.71				
10.00	17	0.698	65.74	94.22	3.29	4.71				
10.20	16	0.697	61.77	88.68	3.09	4.43				
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3.4	3.76	35.02	Incoerente - coesivo	0	1.79	1.88	0.3	1.47	5.53	Strato
6.6	4.62	33.23	Incoerente - coesivo	0	1.85	1.89	0.9	1.47	6.79	Strato
10.2	14.22	84.24	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.12	1.58	1.47	20.9	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	Begemann	0.55
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	Terzaghi-Peck	0.42
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	Sunda (1983), Benassi e Vanelli	2.81

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	58.2
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	71.05
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	214.96

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	Meyerhof	1.79
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	Meyerhof	1.85
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	Meyerhof	2.1

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	Meyerhof	1.88
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	Meyerhof	1.89
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	Meyerhof	2.12

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	5.53	Shioi-Fukuni (1982)	24.11
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	6.79	Shioi-Fukuni (1982)	25.09
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	20.9	Shioi-Fukuni (1982)	32.71

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	5.53	Schmertmann (1978) Limi	33.0
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	6.79	Schmertmann (1978) Limi	40.94

Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	20.9	Schmertmann (1978) Limi	129.8
----------------------	------	------------	------	----------------------------	-------

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	5.53	Buisman-Sanglerat	44.24
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	6.79	Buisman-Sanglerat	54.32
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	20.9	Buisman-Sanglerat	167.2

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	5.53	Meyerhof ed altri	1.66
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	6.79	Meyerhof ed altri	1.61
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	20.9	Meyerhof ed altri	2.01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	5.53	0.00-3.40	5.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
Strato (2) Strato	6.79	3.40-6.60	6.79	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.9
Strato (3) Strato	20.9	6.60-10.20	20.9	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.21

**PROVA DPSH4**

Strumento utilizzato

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

03/09/2021

Profondità prova

10.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	12	0.855	107.76	126.09	5.39	6.30
0.40	7	0.851	62.58	73.55	3.13	3.68
0.60	8	0.847	65.34	77.15	3.27	3.86
0.80	5	0.843	40.66	48.22	2.03	2.41
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	5	0.823	36.68	44.55	1.83	2.23
2.20	4	0.820	29.23	35.64	1.46	1.78
2.40	5	0.817	36.41	44.55	1.82	2.23
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	6	0.811	40.32	49.69	2.02	2.48
3.00	7	0.809	46.88	57.97	2.34	2.90
3.20	7	0.806	46.73	57.97	2.34	2.90
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	7	0.801	43.37	54.15	2.17	2.71
3.80	7	0.798	43.23	54.15	2.16	2.71
4.00	7	0.796	43.10	54.15	2.16	2.71
4.20	7	0.794	42.98	54.15	2.15	2.71
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	7	0.789	40.09	50.80	2.00	2.54
4.80	10	0.787	57.12	72.57	2.86	3.63
5.00	10	0.785	56.97	72.57	2.85	3.63
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	13	0.731	68.97	94.34	3.45	4.72
5.60	13	0.729	64.78	88.84	3.24	4.44
5.80	12	0.777	63.74	82.01	3.19	4.10

6.00	12	0.775	63.60	82.01	3.18	4.10				
6.20	11	0.774	58.16	75.18	2.91	3.76				
6.40	12	0.772	63.31	82.01	3.17	4.10				
6.60	16	0.720	74.43	103.33	3.72	5.17				
6.80	16	0.719	74.26	103.33	3.71	5.17				
7.00	16	0.717	74.10	103.33	3.71	5.17				
7.20	17	0.716	78.57	109.78	3.93	5.49				
7.40	17	0.714	78.40	109.78	3.92	5.49				
7.60	18	0.713	78.52	110.18	3.93	5.51				
7.80	19	0.711	82.72	116.30	4.14	5.81				
8.00	19	0.710	82.56	116.30	4.13	5.81				
8.20	20	0.709	86.74	122.42	4.34	6.12				
8.40	21	0.657	84.48	128.54	4.22	6.43				
8.60	23	0.656	87.77	133.80	4.39	6.69				
8.80	23	0.655	87.60	133.80	4.38	6.69				
9.00	23	0.653	87.44	133.80	4.37	6.69				
9.20	23	0.652	87.27	133.80	4.36	6.69				
9.40	24	0.651	90.90	139.62	4.55	6.98				
9.60	25	0.650	90.06	138.56	4.50	6.93				
9.80	25	0.649	89.90	138.56	4.50	6.93				
10.00	26	0.648	93.34	144.10	4.67	7.21				
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.2	5.73	55.52	Incoerente - coesivo	0	1.92	2.11	0.21	1.47	8.42	Strato
10	14.23	92	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.12	1.24	1.47	20.92	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	Begemann	1.2
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	Sunda (1983), Benassi e Vanelli	3.07

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	87.67
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	215.16

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	Meyerhof	1.92
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	Meyerhof	2.1

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	Meyerhof	2.11
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	Meyerhof	2.12

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	8.42	Shioi-Fukuni (1982)	26.24
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	20.92	Shioi-Fukuni (1982)	32.71

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Modulo di Young
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	-----------------

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 51 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

		(m)	presenza falda		(Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	8.42	Schmertmann (1978) Limi	51.2
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	20.92	Schmertmann (1978) Limi	129.93

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	8.42	Buisman-Sanglerat	67.36
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	20.92	Buisman-Sanglerat	167.36

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	8.42	Meyerhof ed altri	1.67
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	20.92	Meyerhof ed altri	2.01

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.42	0.00-2.20	8.42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
Strato (2) Strato	20.92	2.20-10.00	20.92	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.21

**PROVA DPSH5**

Strumento utilizzato

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

06/09/2021

Profondità prova

10.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	5	0.847	40.84	48.22	2.04	2.41
0.80	6	0.843	48.80	57.86	2.44	2.89
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	7	0.826	51.54	62.38	2.58	3.12
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	10	0.820	73.08	89.11	3.65	4.46
2.40	9	0.817	65.53	80.20	3.28	4.01
2.60	11	0.814	74.18	91.10	3.71	4.55
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	6	0.809	40.18	49.69	2.01	2.48
3.20	6	0.806	40.05	49.69	2.00	2.48
3.40	6	0.803	39.92	49.69	2.00	2.48
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	9	0.798	55.59	69.62	2.78	3.48
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	6	0.794	36.84	46.41	1.84	2.32
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	6	0.787	34.27	43.54	1.71	2.18
5.00	5	0.785	28.48	36.28	1.42	1.81
5.20	5	0.783	28.41	36.28	1.42	1.81
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	5	0.779	26.62	34.17	1.33	1.71
5.80	4	0.777	21.25	27.34	1.06	1.37
6.00	7	0.775	37.10	47.84	1.85	2.39
6.20	5	0.774	26.44	34.17	1.32	1.71
6.40	5	0.772	26.38	34.17	1.32	1.71

6.60	5	0.770	24.87	32.29	1.24	1.61				
6.80	5	0.769	24.82	32.29	1.24	1.61				
7.00	5	0.767	24.77	32.29	1.24	1.61				
7.20	5	0.766	24.72	32.29	1.24	1.61				
7.40	5	0.764	24.67	32.29	1.23	1.61				
7.60	5	0.763	23.34	30.60	1.17	1.53				
7.80	6	0.761	27.96	36.73	1.40	1.84				
8.00	9	0.760	41.86	55.09	2.09	2.75				
8.20	7	0.759	32.50	42.85	1.63	2.14				
8.40	7	0.757	32.45	42.85	1.62	2.14				
8.60	8	0.756	35.18	46.54	1.76	2.33				
8.80	9	0.755	39.51	52.36	1.98	2.62				
9.00	8	0.753	35.07	46.54	1.75	2.33				
9.20	8	0.752	35.01	46.54	1.75	2.33				
9.40	9	0.751	39.32	52.36	1.97	2.62				
9.60	8	0.750	33.25	44.34	1.66	2.22				
9.80	8	0.749	33.20	44.34	1.66	2.22				
10.00	9	0.748	37.30	49.88	1.86	2.49				
10.20	9	0.747	37.24	49.88	1.86	2.49				
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.8	5.56	53.01	Incoerente - coesivo	0	1.91	2.1	0.17	1.47	8.17	Strato
2.8	9.6	82.9	Incoerente	0	1.86	1.94	0.44	1.47	14.11	Strato
7.6	5.67	41.08	Incoerente - coesivo	0	1.91	2.1	0.99	1.47	8.33	Strato
10.2	8.08	46.95	Incoerente - coesivo	0	2.01	2.21	1.71	1.47	11.88	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH5

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Terzaghi-Peck	0.55
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	Terzaghi-Peck	0.56
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	Sunda (1983), Benassi e Vanelli	1.57

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	85.12
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	86.75
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	122.96

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Meyerhof	1.91
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	Meyerhof	1.91
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	Meyerhof	2.01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Meyerhof	2.05
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	Meyerhof	2.1
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	Meyerhof	2.21

TERRENI INCOERENTI

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 53 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Shioi-Fukuni (1982)	26.07
Strato (2) Strato	14.11	1.80-2.80	14.11	Schmertmann (1977) Ghiaie	42.7
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	8.33	Shioi-Fukuni (1982)	26.18
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	11.88	Shioi-Fukuni (1982)	28.35

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Schmertmann (1978) Limi	49.63
Strato (2) Strato	14.11	1.80-2.80	14.11	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	167.2
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	8.33	Schmertmann (1978) Limi	50.64
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	11.88	Schmertmann (1978) Limi	72.99

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Buisman-Sanglerat	65.36
Strato (2) Strato	14.11	1.80-2.80	14.11	Menzenbach e Malcev	190.95
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	8.33	Buisman-Sanglerat	66.64
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	11.88	Buisman-Sanglerat	95.04

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Meyerhof ed altri	1.67
Strato (2) Strato	14.11	1.80-2.80	14.11	Meyerhof ed altri	1.86
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	8.33	Meyerhof ed altri	1.67
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	11.88	Meyerhof ed altri	1.79

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1.91
Strato (2) Strato	14.11	1.80-2.80	14.11	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1.94
Strato (3) Strato	8.33	2.80-7.60	8.33	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1.91
Strato (4) Strato	11.88	7.60-10.20	11.88	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1.93

**PROVA DPSH6**

Strumento utilizzato

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

06/09/2021

Profondità prova

2.80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05

0.60	7	0.847	57.18	67.50	2.86	3.38
0.80	6	0.843	48.80	57.86	2.44	2.89
1.00	7	0.840	56.69	67.50	2.83	3.38
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	6	0.830	44.35	53.47	2.22	2.67
1.80	9	0.826	66.27	80.20	3.31	4.01
2.00	14	0.773	96.46	124.75	4.82	6.24
2.20	25	0.720	160.42	222.77	8.02	11.14
2.40	27	0.717	172.54	240.59	8.63	12.03
2.60	38	0.664	209.04	314.70	10.45	15.74
2.80	50	0.611	253.18	414.08	12.66	20.70

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.8	5.56	52.64	Incoerente - coesivo	0	1.91	2.1	0.17	1.47	8.17	Strato
2.8	30.8	263.38	Incoerente	0	2.22	2.5	0.45	1.47	45.28	Strato

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH6**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Terzaghi-Peck	0.55

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	85.12

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Meyerhof	1.91

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	Meyerhof	2.1

**TERRENI INCOERENTI**

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Shioi-Fukuni (1982)	26.07
Strato (2) Strato	45.28	1.80-2.80	45.28	Schmertmann (1977) Ghiaie	46.0

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Schmertmann (1978) Limi	49.63
Strato (2) Strato	45.28	1.80-2.80	45.28	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	535.0

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Buisman-Sanglerat	65.36
Strato (2) Strato	45.28	1.80-2.80	45.28	Menzenbach e Malcev	528.84

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Meyerhof ed altri	1.67

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 55 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

Strato (2) Strato	45.28	1.80-2.80	45.28	Meyerhof ed altri	2.02
----------------------	-------	-----------	-------	-------------------	------

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Strato	8.17	0.00-1.80	8.17	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1.91
Strato (2) Strato	45.28	1.80-2.80	45.28	Terzaghi-Peck 1948- 1967	2.19

 DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 56 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## APPENDICE I

### Report indagini sismiche

 <b>DSIT1</b> DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 57 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

#### **CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto da:

- sismografo;
- sorgente energizzante;
- trigger;
- apparecchiatura di ricezione.

#### **Sismografo**

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un sismografo GEOMETRICS modello GEODE, avente le seguenti caratteristiche:

- A/D conversion: fino a 24 bit reali
- Bandwidth: 1.75 Hz÷20 KHz (estensibile sino a 0 Hz)
- Sample interval: 0.02÷16 ms
- Dynamic Range: 144 db (110 db misurato a 2 ms)
- Record length: 16000 campioni per traccia (opzione a 64000)
- Distortion: 0.0005%
- Common Mode Rejection: >-100 db at<=100 Hz, 36db
- Crosstalk: -125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms
- Noise Floor: 0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz
- Stacking Trigger Accuracy: 1/32 of sample interval.
- Maximum Input Signal: 2.8 VPP
- Input Impedance: 20 KOhm, 0.02 uf
- Anti-alias Filter: -3 db all'83% della frequenza di Nyquist, al di sotto di 90 db
- Pre-trigger Data: fino a 4096 campioni
- Delay: da 0 a 9999 ms in passi di 1ms
- Acquisition and Display Filters: Low-Cut, Notch, High-Cut
- Data Formats: SEG-2 standard with SGOS. SEG-D and SEG-Y available 2.

#### **Sistema energizzante**

Come sorgente energizzante è stata utilizzata una mazzetta da 8 kg battente su una piastra di alluminio. È stato curato in modo particolare l'accoppiamento della piastra con il terreno: è stato disposto un "allettamento" di materiale a granulometria fine per assicurare in ogni caso il coupling tra terreno e sistema energizzante al fine di ottenere registrazioni di buona qualità.

#### **Trigger**

Il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un apparecchio starter (geofono starter, starter a lamelle, piezoelettrico od altro) nell'istante in cui il sistema energizzante (maglio, mazza etc.) colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e la produzione di un impulso della durata di qualche secondo che viene inviato al sensore collegato al sistema di acquisizione dati.

#### **Apparecchiatura di ricezione**

Per la ricezione delle onde P e delle onde superficiali di Rayleigh sono stati utilizzati 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz.

#### **Schema di acquisizione**

Sono state eseguite n.4 indagini sismiche MASW (MASW02-MASW04-MASW05-MASW06) con lunghezza dello stendimento di 65,5 m, ciascuno a mezzo di basi da 24 canali e 2 energizzazioni su piastra di alluminio. Le prospezioni sismiche sono state organizzate secondo una direttiva, ubicate all'interno dell'area di interesse ed in base agli spazi ed accessi a disposizione.

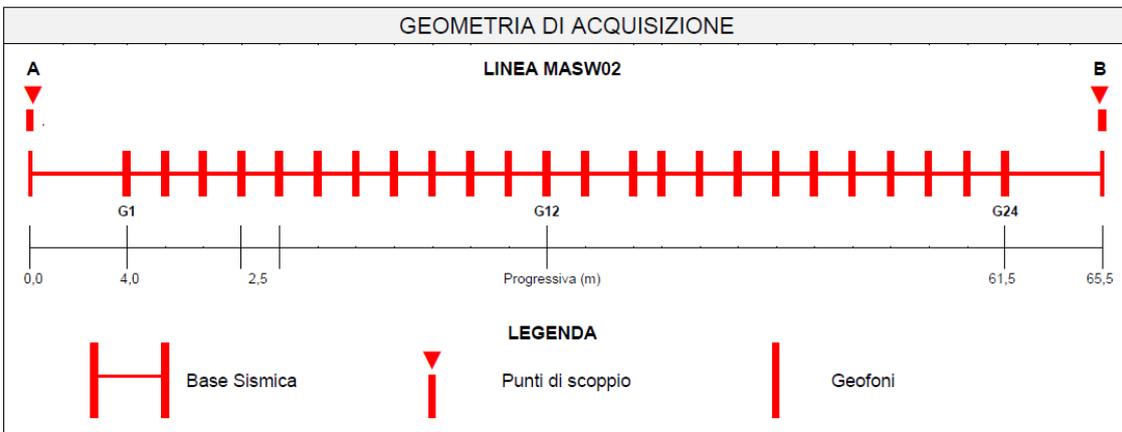
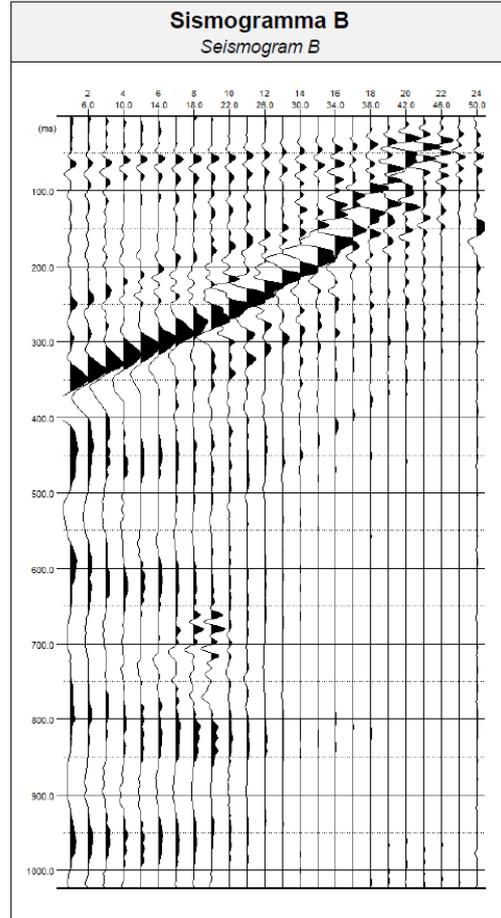
 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 58 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**PROSPEZIONE MASW01 (MASW02 sui certificati; in ragione della numerazione del piano indagini complessivo che prevede altri interventi)**

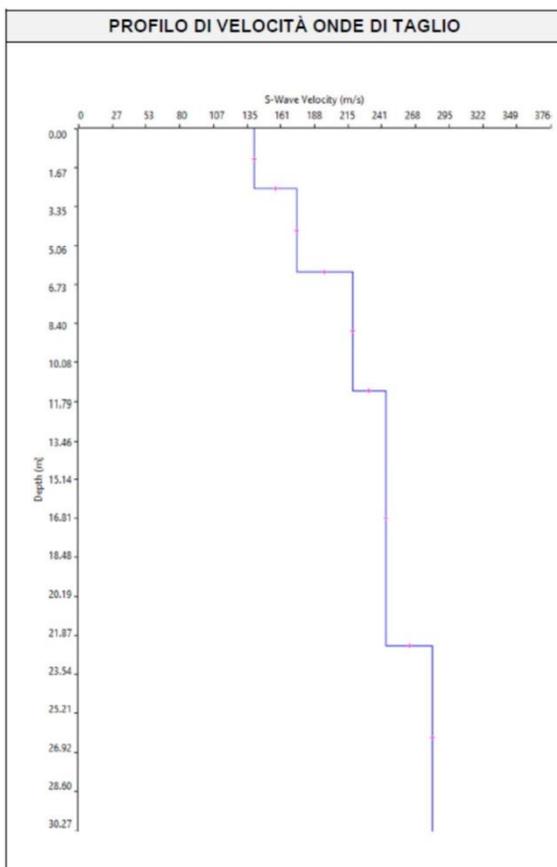
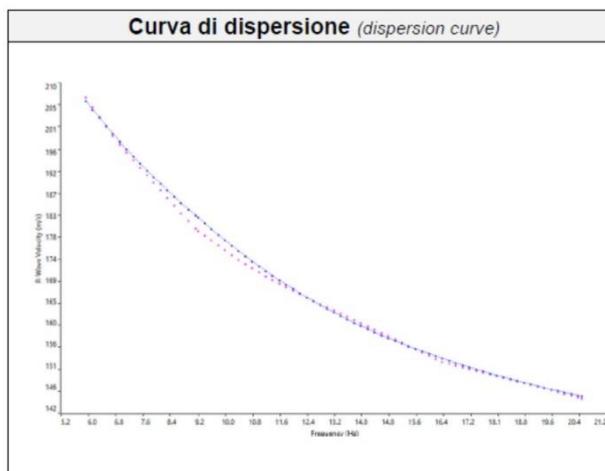
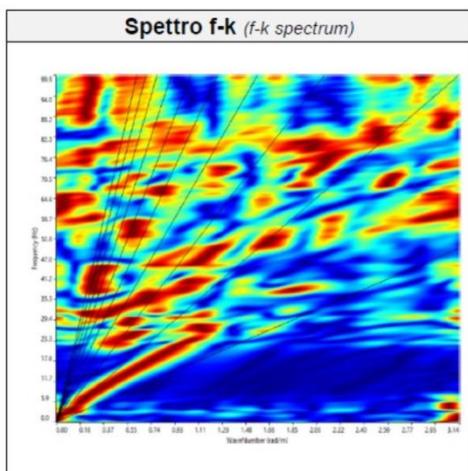
**PROSPEZIONE MASW02 CERTIFICATO N. 927/2021**

<b>Committente</b>	<b>PROES S.r.l.</b>
<i>Cantiere</i>	<i>Rotello 53,2</i>
<i>Località</i>	<i>Rotello (CB)</i>
<i>ID Linea</i>	<i>MASW02</i>
<i>Coordinate WGS84</i>	<i>Lat. 41.768970°</i>
	<i>Long. 15.063495°</i>

<i>Resp. di Sito</i>	<i>Dott. Geol. Lorenzo Pizzi</i>
<i>Data di Acquisizione</i> <i>Date</i>	03/09/2021
<i>N. Geofoni</i> <i>Channel receiver</i>	24
<i>Tipo Geofono</i> <i>Geophone Type</i>	4,5 Hz Verticali
<i>Distanza intergeofonica</i> <i>Receiver interval</i>	2,5 m
<i>Sorgente energizzante</i> <i>Source type</i>	Mazza battente 8 kg 8 kg hammer
<i>N. Scoppi</i> <i>Number of shots</i>	2
<i>Offset</i>	4 m
<i>Frequenza di campionamento</i> <i>Sampling rate</i>	1 ms
<i>Tempo di acquisizione</i> <i>Trace length</i>	1024 ms
<i>Formato Dati</i> <i>Recording format</i>	SEG2



**PROSPEZIONE MASW02 CERTIFICATO N. 927/2021**



SISMOSTRATI	MASW02	
	Spessori (m)	Vs (m/s)
1	2.6	140
2	3.6	174
3	5.1	218
4	11.0	245
5	----	282

SISMOSTRATI	MASW02		V <sub>seq</sub> E CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE IN FUNZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE		
	Spessori (m)	Vs (m/s)	V <sub>seq</sub> (m/s) RIFERITO AL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -1,0 m. DAL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -2,0 m. DAL P.C.
1	2.6	140	V <sub>seq</sub> = 222 <b>C</b>	V <sub>seq</sub> = 229 <b>C</b>	V <sub>seq</sub> = 235 <b>C</b>
2	3.6	174			
3	5.1	218			
4	11.0	245			
5	----	282			

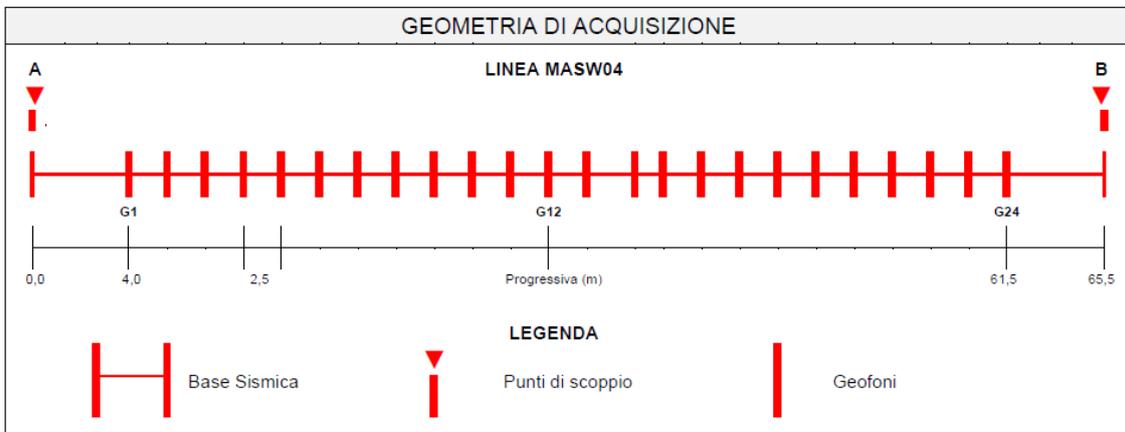
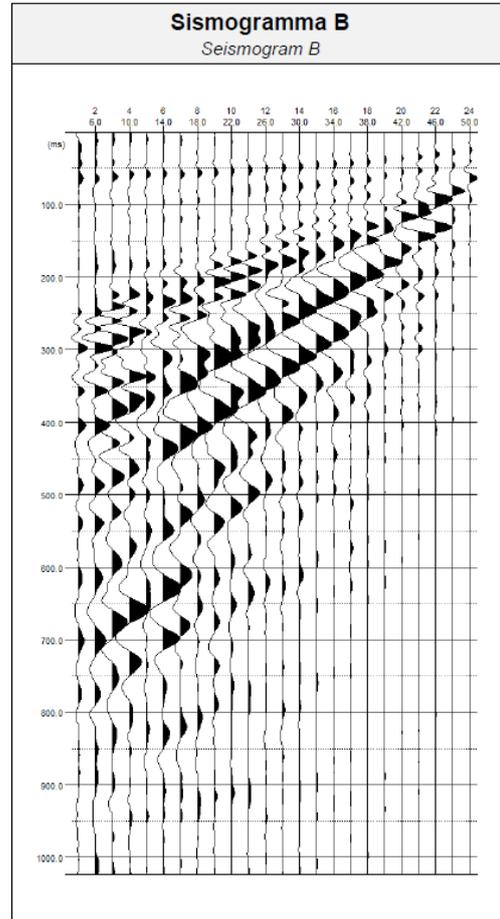
 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 60 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**PROSPEZIONE MASW02 (MASW04 sui certificati; in ragione della numerazione del piano indagini complessivo che prevede altri interventi)**

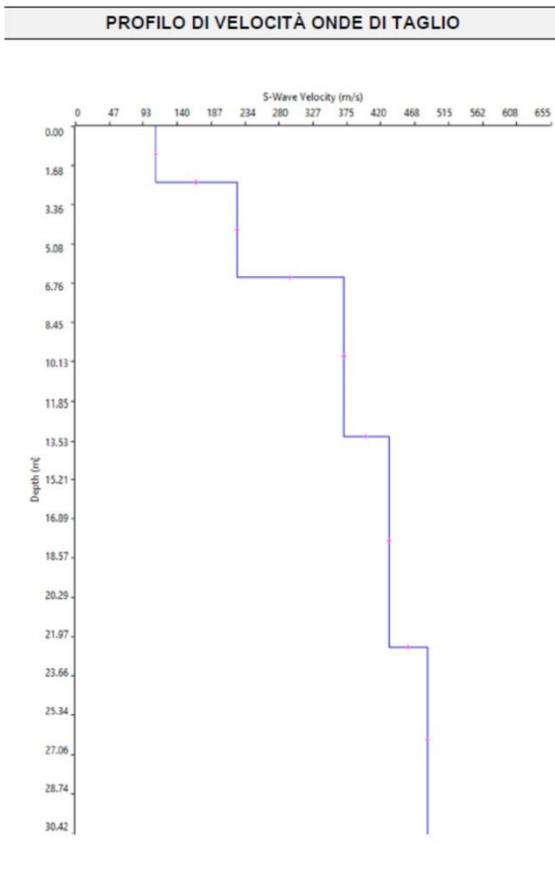
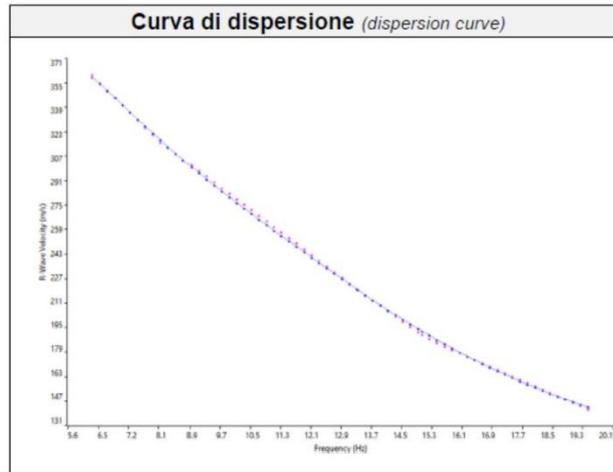
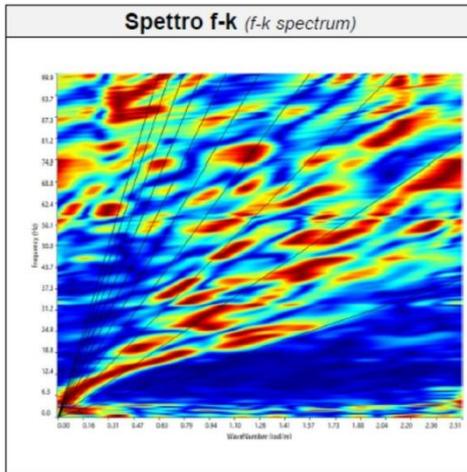
**PROSPEZIONE MASW04 CERTIFICATO N. 925/2021**

<b>Committente</b>	<b>PROES S.r.l.</b>
Cantiere	Rotello 53.2
Località	Rotello (CB)
ID Linea	MASW04
Coordinate WGS84	Lat. 41.738039°
	Long. 15.051013°

<b>Resp. di Sito</b>	<i>Dott. Geol. Lorenzo Pizzi</i>
<b>Data di Acquisizione</b> Date	03/09/2021
<b>N. Geofoni</b> Channel receiver	24
<b>Tipo Geofono</b> Geophone Type	4,5 Hz Verticali
<b>Distanza intergeofonica</b> Receiver interval	2.5 m
<b>Sorgente energizzante</b> Source type	Mazza battente 8 kg 8 kg hammer
<b>N. Scoppi</b> Number of shots	2
<b>Offset</b>	4 m
<b>Frequenza di campionamento</b> Sampling rate	1 ms
<b>Tempo di acquisizione</b> Trace length	1024 ms
<b>Formato Dati</b> Recording format	SEG2



**PROSPEZIONE MASW04 CERTIFICATO N. 925/2021**



SISMOSTRATI	MASW04	
	Spessori (m)	Vs (m/s)
1	2.4	111
2	4.1	222
3	6.8	370
4	9.1	432
5	---	485

SISMOSTRATI	MASW04		V <sub>Seq</sub> E CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE IN FUNZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE		
	SPessori (m)	Vs (m/s)	V <sub>Seq</sub> (m/s) RIFERITO AL P.C.	V <sub>Seq</sub> (m/s) -1,0 m. DAL P.C.	V <sub>Seq</sub> (m/s) -2,0 m. DAL P.C.
1	2.4	111	V <sub>Seq</sub> = 315 <b>C</b>	V <sub>Seq</sub> = 340 <b>C</b>	V <sub>Seq</sub> = 369 <b>B</b>
2	4.1	222			
3	6.8	370			
4	9.1	432			
5	---	485			

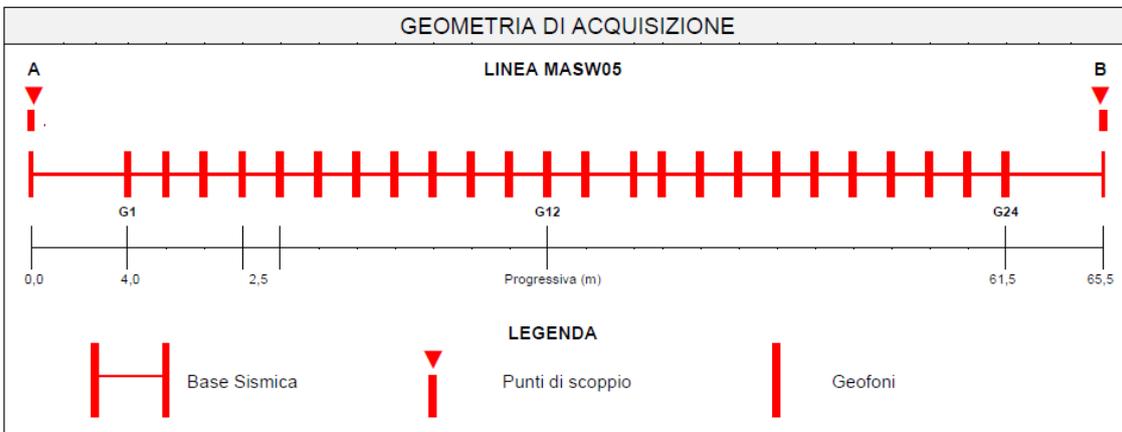
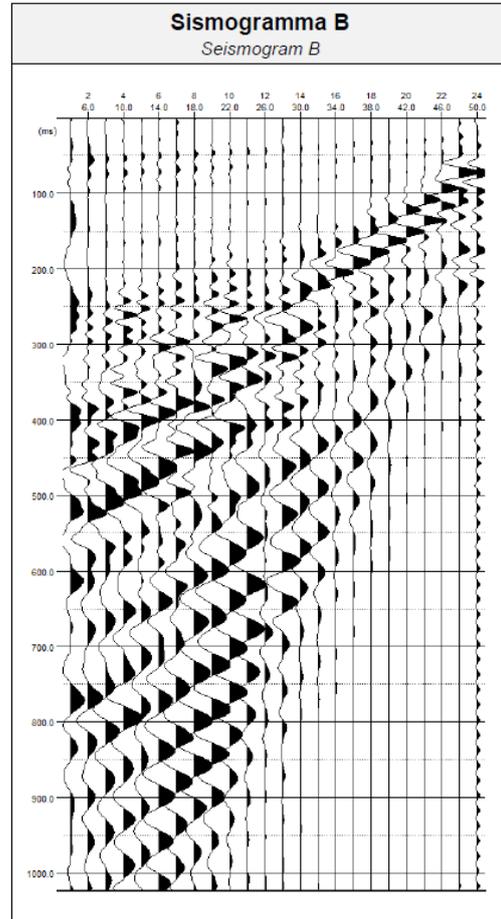
 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 62 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**PROSPEZIONE MASW03 (MASW05 sui certificati; in ragione della numerazione del piano indagini complessivo che prevede altri interventi)**

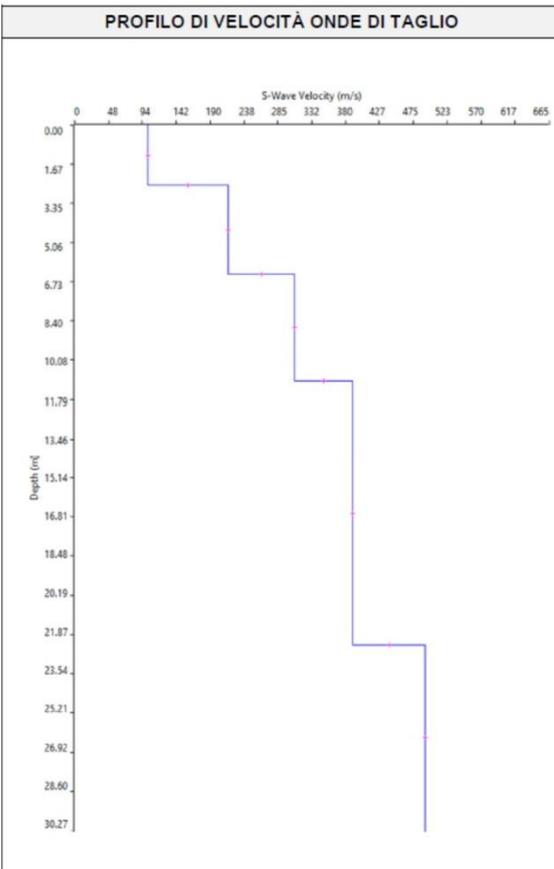
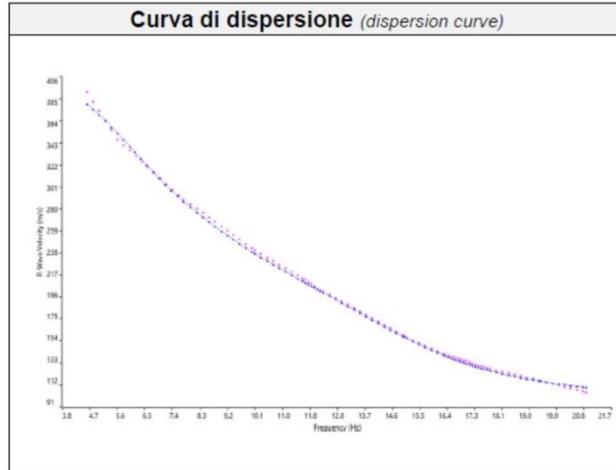
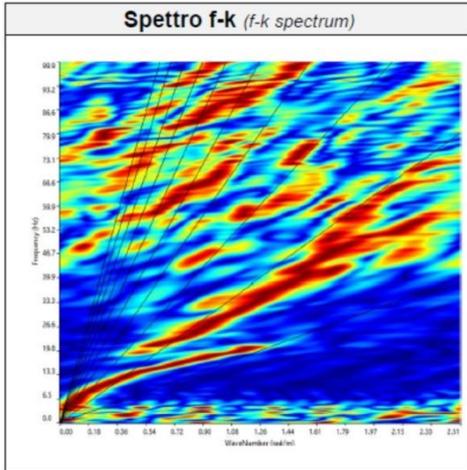
**PROSPEZIONE MASW05 CERTIFICATO N. 932/2021**

<b>Committente</b>	<b>PROES S.r.l.</b>
Cantiere	Rotello 53.2
Località	Rotello (CB)
ID Linea	MASW05
Coordinate WGS84	Lat. 41.739541°
	Long. 15.077442°

<b>Resp. di Sito</b>	<i>Dott. Geol. Lorenzo Pizzi</i>
<b>Data di Acquisizione</b> Date	06/09/2021
<b>N. Geofoni</b> Channel receiver	24
<b>Tipo Geofono</b> Geophone Type	4,5 Hz Verticali
<b>Distanza intergeofonica</b> Receiver interval	2.5 m
<b>Sorgente energizzante</b> Source type	Mazza battente 8 kg 8 kg hammer
<b>N. Scoppi</b> Number of shots	2.5
<b>Offset</b>	4 m
<b>Frequenza di campionamento</b> Sampling rate	1 ms
<b>Tempo di acquisizione</b> Trace length	1024 ms
<b>Formato Dati</b> Recording format	SEG2



**PROSPEZIONE MASW05 CERTIFICATO N. 932/2021**



SISMOSTRATI	MASW05	
	Spessori (m)	Vs (m/s)
1	2.6	103
2	3.8	215
3	4.6	309
4	11.3	390
5	----	492

SISMOSTRATI	MASW05		VS E CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE IN FUNZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE		
	Spessori (m)	Vs (m/s)	V <sub>seq</sub> (m/s) RIFERITO AL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -1,0 m. DAL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -2,0 m. DAL P.C.
1	2.6	103	V <sub>seq</sub> = 293 <b>C</b>	V <sub>seq</sub> = 317 <b>C</b>	V <sub>seq</sub> = 345 <b>C</b>
2	3.8	215			
3	4.6	309			
4	11.3	390			
5	----	492			

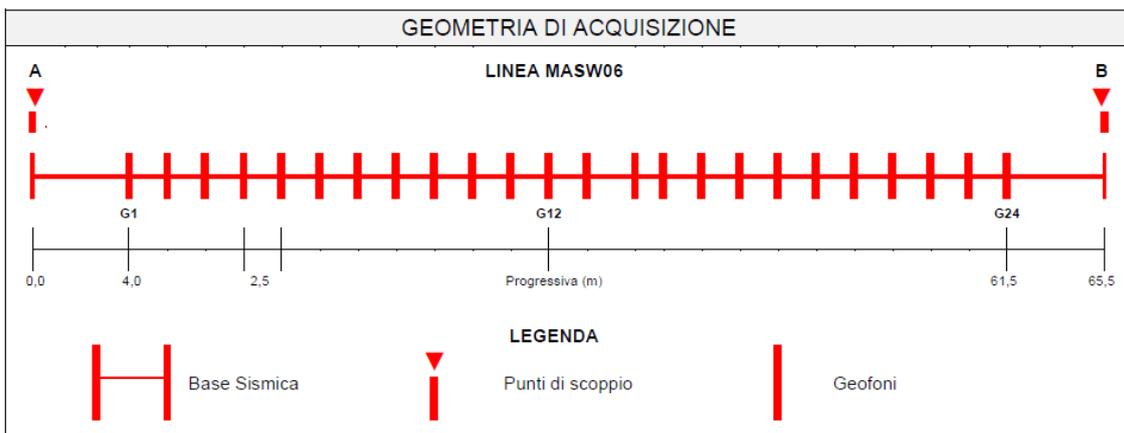
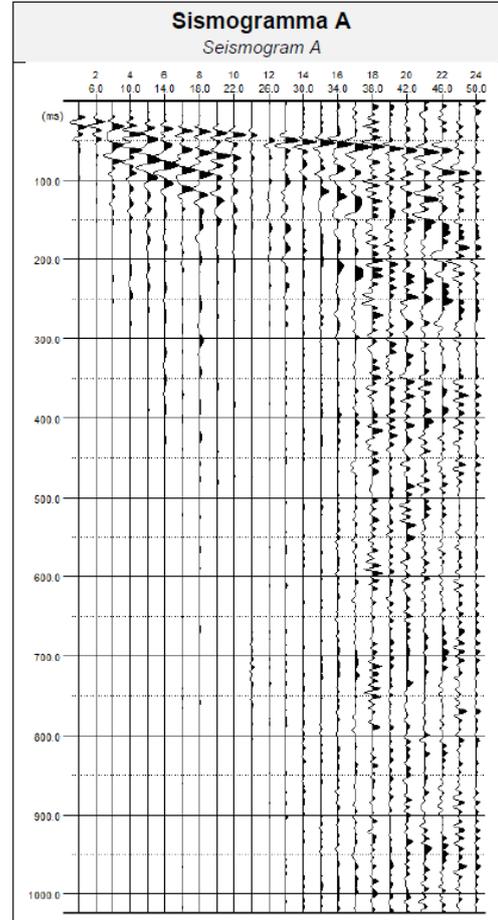
 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 64 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

PROSPEZIONE MASW04 (MASW06 sui certificati; in ragione della numerazione del piano indagini complessivo che prevede altri interventi)

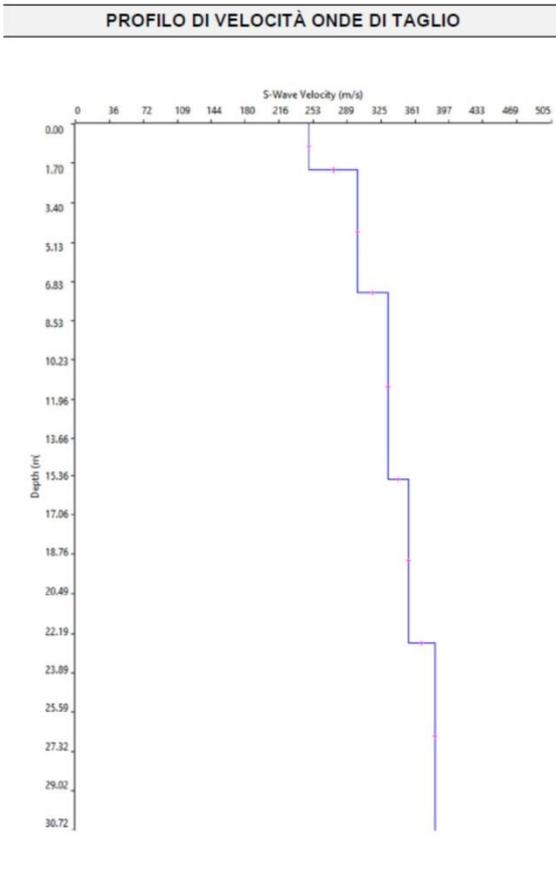
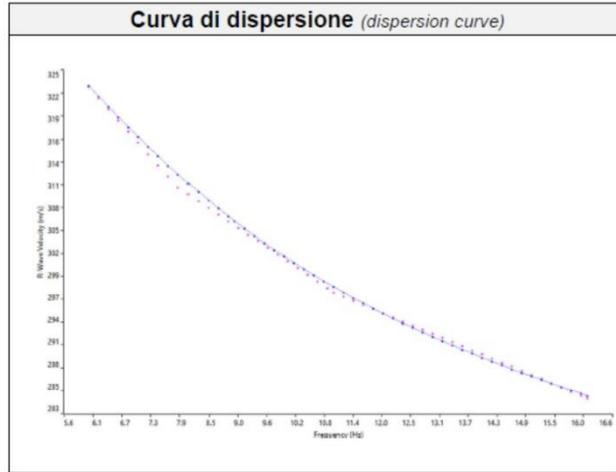
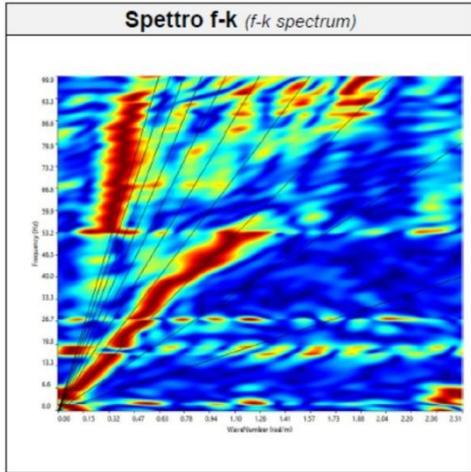
### PROSPEZIONE MASW06 CERTIFICATO N. 933/2021

<b>Committente</b>	<b>PROES S.r.l.</b>
Cantiere	Rotello 53.2
Località	Rotello (CB)
ID Linea	MASW06
Coordinate WGS84	Lat. 41.727802°
	Long. 15.066455°

<b>Resp. di Sito</b>	<i>Dott. Geol. Lorenzo Pizzi</i>
<b>Data di Acquisizione</b> Date	06/09/2021
<b>N. Geofoni</b> Channel receiver	24
<b>Tipo Geofono</b> Geophone Type	4,5 Hz Verticali
<b>Distanza intergeofonica</b> Receiver interval	2.5 m
<b>Sorgente energizzante</b> Source type	Mazza battente 8 kg 8 kg hammer
<b>N. Scoppi</b> Number of shots	2.5
<b>Offset</b>	4 m
<b>Frequenza di campionamento</b> Sampling rate	1 ms
<b>Tempo di acquisizione</b> Trace length	1024 ms
<b>Formato Dati</b> Recording format	SEG2



**PROSPEZIONE MASW06 CERTIFICATO N. 933/2021**



SISMOSTRATI	MASW06	
	Spessori (m)	Vs (m/s)
1	2.0	248
2	5.3	300
3	8.2	332
4	7.1	354
5	----	382

SISMOSTRATI	MASW06		VS E CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE IN FUNZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE		
	SPessori (m)	Vs (m/s)	V <sub>seq</sub> (m/s) RIFERITO AL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -1,0 m. DAL P.C.	V <sub>seq</sub> (m/s) -2,0 m. DAL P.C.
1	2.0	248	V <sub>seq</sub> = 334 <b>C</b>	V <sub>seq</sub> = 339 <b>C</b>	V <sub>seq</sub> = 345 <b>C</b>
2	5.3	300			
3	8.2	332			
4	7.1	354			
5	----	382			

 DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 66 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

## APPENDICE II

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

**DPSH01**



**DPSH02**



**DPSH03**



**DPSH04**



**DPSH05**



**DPSH06**



 DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 69 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco
		04/2022

CPT01



 DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 70 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**MASW01 (MASW02 sulle foto dei certificati)**



Foto postazione MASW02 da G1 a G12



Foto postazione MASW02 da G13 a G24

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 71 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**MASW02 (MASW04 sulle foto dei certificati)**



Foto postazione MASW04 da G1 a G12



Foto postazione MASW04 da G13 a G24

 <b>DS ITALIA 1 SRL</b>	Relazione geologica	Foglio 72 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**MASW03 (MASW05 sulle foto dei certificati)**



Foto postazione MASW05 da G1 a G12



Foto postazione MASW05 da G13 a G24

 DS ITALIA 1 SRL	Relazione geologica	Foglio 73 di Fogli 73
	Impianto Agrosolare Rotello 52.7	Dottor Geologo Di Bernardino Giancarlo Rocco
		04/2022

**MASW04 (MASW06 sulle foto dei certificati)**



Foto postazione MASW06 da G1 a G13



Foto postazione MASW06 da G13 a G24