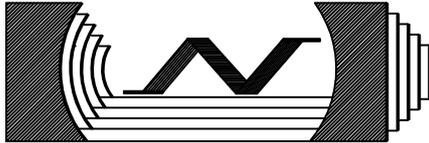


**Studio di Ingegneria**



Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli,19 86039 Termoli (CB)  
Tel. 3333788752 email ing.nicolaroselli@gmail.com

**REGIONE PUGLIA**  
**Comuni di Stornarella e Orta Nova**  
**Provincia di Foggia**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI DEL DLGS 29/12/2003 n.387 RELATIVA ALLA COSTRUZIONE ED ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 24,029 MW E DELLA POTENZA NOMINALE IN A.C. PARI A 21,00 MW SITO NEI COMUNI DI ORTA NOVA E STORNARELLA.**

**TITOLO TAVOLA**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
<p>PRONTO PER <b>Ing. Nicola ROSELLI</b> DEGET INGENIERI DI CAMPOBASSO N. 114</p> <p><b>Ing. Marco SALOME</b></p> <p>IL CONSULENTE <b>Geol. Vito PLESCIA</b></p> <p>CONSULENZE E COLLABORAZIONI Arch Gianluca DI DONATO Per.Ind. Alessandro CORTI Dott. Massimo MACCHIAROLA Ing. Elvio Muretta Archeol.Gerardo FRATIANNI</p>	<p><b>LIMES 26 S.R.L.</b> SEDE LEGALE Milano, cap 20121 via Manzoni n° 41 P.IVA 10537760968, Rappresentante legale dott. Cristiano Spillati.</p>	

<b>4.2.2</b>	FILE Q6HSS18_4.2.2_RELAZIONE GEOLOGICA	CODICE PROGETTO Q6HSS18	SCALA
--------------	-------------------------------------------	----------------------------	-------

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	10/03/2020	EMISSIONE	PLESCIA	LIMES26	LIMES26
B	DATA				
C	DATA				
D	DATA				
E	DATA				
F	DATA				

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi utilizzazione, totale o parziale, senza previa autorizzazione

## INDICE

<b>PREMESSA.....</b>	<b>pag 1</b>
<b>1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>// 3</b>
<b>2. IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>// 8</b>
<b>3. PROGETTO PAI.....</b>	<b>// 11</b>
<b>4. GEOLOGIA.....</b>	<b>// 14</b>
<b>5. INDAGINI GEOGNOSTICHE E RISULTATI.....</b>	<b>// 21</b>
<b>MODELLO GEOLOGICO PROVE PENETROMETRICHE DPSH-1-2.....</b>	<b>// 26</b>
<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DE SITI.....</b>	<b>// 27</b>
<b>RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA.....</b>	<b>// 31</b>
<b>VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE.....</b>	<b>// 32</b>
<b>6. SISMICA.....</b>	<b>// 33</b>
<b>6.1 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA ALLO STUDIO.....</b>	<b>// 33</b>
<b>6.2 CLASSIFICAZIONE DEL SITO METODO PREVISTO DAL D.M. 17 GENNAIO 2018..</b>	<b>// 35</b>
<b>7. CONCLUSIONI.....</b>	<b>// 36</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>// 38</b>

*PLANIMETRIA SATELLITARE*

*PLANIMETRIA UBICAZIONE AREE ALLO STUDIO Scala 1 : 7.000/5.000*

*CARTA GEOMORFOLOGICA Scala 1 : 7.000/5.000*

*CARTA PAI DELLA PERICOLOSITA' FRANE PERICOLOSITA' INONDAZIONE  
Scala 1 : 7.000/5.000*

*CARTA GEOLOGICA Scala 1 : 100.000/7.000/5.000*

*CARTA LITOLOGICA Scala 1 : 7.000/5.000*

*PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE Scala 1 : 7.000/5.000*

*DOCUNENTAZIONE FOTOGRAFICA*

*STRATIGRAFIE PROVE PENETROMETRICHE*

*CARTA SISMICA DELL'ITALIA PER LA VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE*

**ALLEGATI**

*TABELLE E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE*

*TABELLE E GRAFICI PROVE SISMICHE*

*TABELLA CALCOLO DEL  $V_s, Equ$*

*PLANIMETRIA SATELLITARE Scala 1 : 10.000*

*PLANIMETRIA UBICAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO Scala 1 : 10.000*

*CARTA GEOMORFOLOGICA Scala 1 : 10.000*

*CARTA PAI Scala 1 : 10.000*

*CARTA GEOLOGICA Scala 1 : 10.000*

*CARTA LITOLOGICA Scala 1 : 10.000*

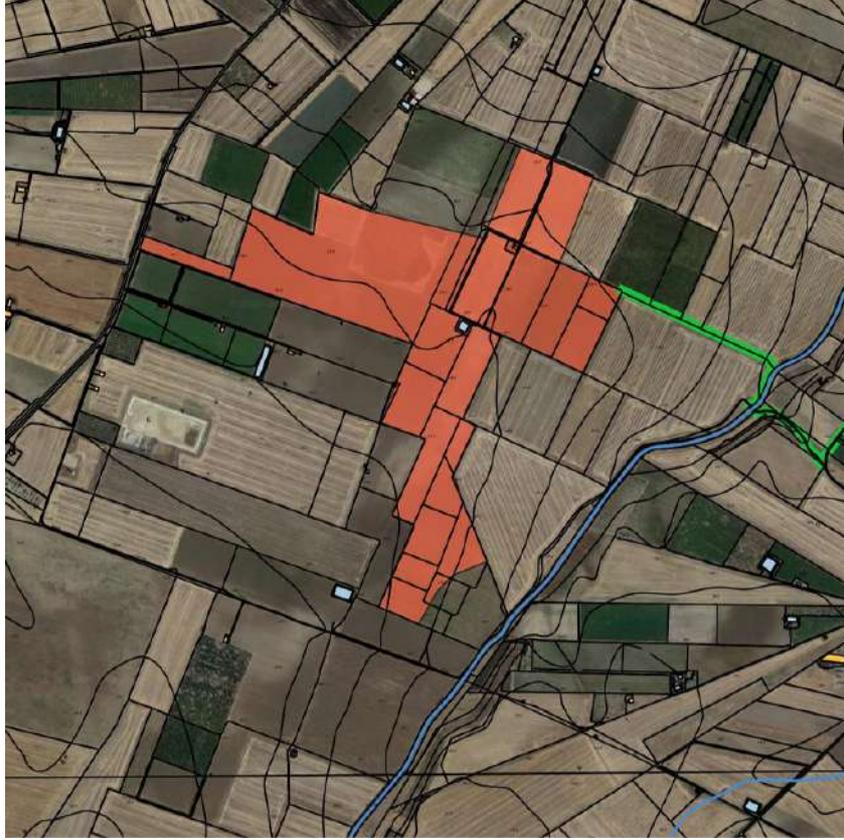
*PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE Scala 1 : 10.000*

## **PREMESSA**

Per conto della Società LINES 26 S.R.L., con sede in Via Manzoni n. 41 Milano, il sottoscritto Geologo Plescia Vito Francesco, iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Molise al n° 039 sez. A "Geologi Specialisti", ha eseguito uno studio geologico e sismico, a corredo del progetto definitivo autorizzazione unica ai sensi del DLGS n.37 relativa alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse della potenza nominale massima di 24,029 MW e della potenza nominale in a.c. pari a 21,00 MW sito nei comuni di Ortanova e Stornarella. ". Nelle aree in esame è stato effettuato un primo sopralluogo per constatare lo stato dei luoghi; in seguito, sono stati compiuti altri sopralluoghi sia sull'aree interessate dall'intervento, che in quelle vicinorie in modo di avere una visione globale del territorio in cui si trovano le aree in parola (**pericolosità geologica**). Finalità del lavoro "**modello geologico**" è stato quello di rilevare e studiare i tipi di terreni interessati dall'opera in oggetto, di conoscere l'assetto geostrutturale e stratigrafico delle formazioni geologiche, le condizioni morfologiche, tettoniche ed idrogeologiche dell'area, insieme ai parametri geotecnici e geomeccanici dei materiali da utilizzarsi in fase di progettazione dei manufatti. Di rilevare eventuali falde idriche superficiali e profonde, di accertare probabili movimenti franosi.

Nelle aree in esame, per la ricostruzione della serie litostratigrafica locale sono state effettuate due prove penetrometriche dinamiche continue DPSH. La prima è stata effettuata nei pressi della cabina utente nel campo fotovoltaico, la seconda nei pressi della cabina di presa vicina alla futura sottostazione Terna. Mentre per il calcolo della risposta sismica locale ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019, sono state effettuate due prove sismiche del tipo passiva a stazione singola (HVSR-microtremori) La prima è stata effettuata nei pressi della cabina utente nel campo fotovoltaico, la seconda nei pressi della cabina di presa vicina alla futura sottostazione Terna. Di seguito si espongono le risultanze di che trattasi e le considerazioni emerse dallo studio effettuato.

**VISIONE SATELLITARE DELLE AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO**



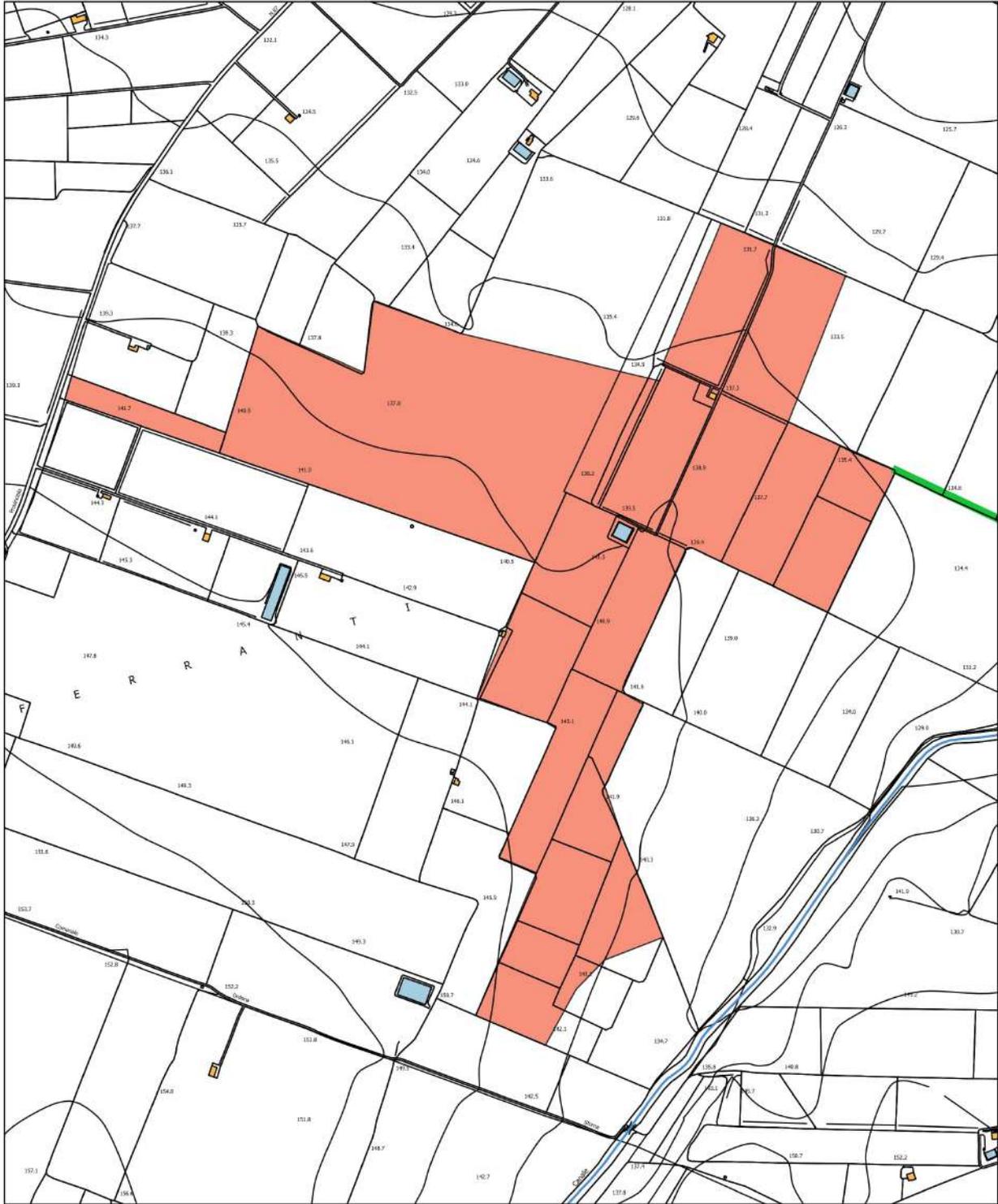
**Area impianto fotovoltaico ●**



**Area Cabina utente Mp ●**

## ***1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELLE AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO***

Il territorio interessato dal presente studio è topograficamente è individuabile nel foglio al 100.000, n° 175 Cerignola e nelle Carte Tecniche Regionali elementi 422052, 422053, 422063, 422090, 422091, 422092, 422093, 422103, 422104, 422063 alla scala 1 : 5.000. In particolare l'area interessata dai pannelli fotovoltaici rientra nella CTR 422090 territorialmente è delimitata a nord dalla Masseria Durando, ad est dal Canale Ponticelli, a sud dalla strada comunale Ortona Stornara ed infine ad ovest dalla Strada Provinciale n.87. Mentre l'area destinata a cabina utente MT, è ubicata vicino alla futura sottostazione della Terna a Nord di Stornara, elemento CTR 422063. La morfologia che si presenta in questa parte di territorio è quella tipica del Tavoliere delle Puglie, caratterizzata da una serie di superfici pianeggianti, più o meno estese, interrotte da principali corsi d'acqua e da locali canali e/o marane a deflusso spiccatamente stagionale, e degradanti con deboli pendenze verso la linea di costa adriatica. In tali aree l'evoluzione dei caratteri morfologici è stata naturalmente condizionata dalla natura del substrato geologico presente. Morfologicamente l'area interessata dai pannelli fotovoltaici si presenta per lo più pianeggiante ed altimetricamente è posta a quote minime di mt 135, massime di mt.141.70 s.l.m., con pendenza verso nord-est poco accentuata dell' 1.19%. La cabina è posta a quota 81 mt s.l.m. Nelle aree allo studio ed in quelle vicinorie non si riscontrano fenomeni franosi in atto o potenziali, il territorio fa parte del Tavoliere delle Puglie pertanto per la bassa acclività si presenta stabile e privo di fenomenologie eversive frane crolli ecc.. Tutto ciò è visibile, nella carta geomorfologica e nella carte della pericolosità idraulica redatta dall'autorità di bacino ed allegata al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).



PLANIMETRIA UBICAZIONE AREA ALLO STUDIO

Legenda

Elementi

-  Linea MT
-  Area allo studio

Scala 1 : 7.000



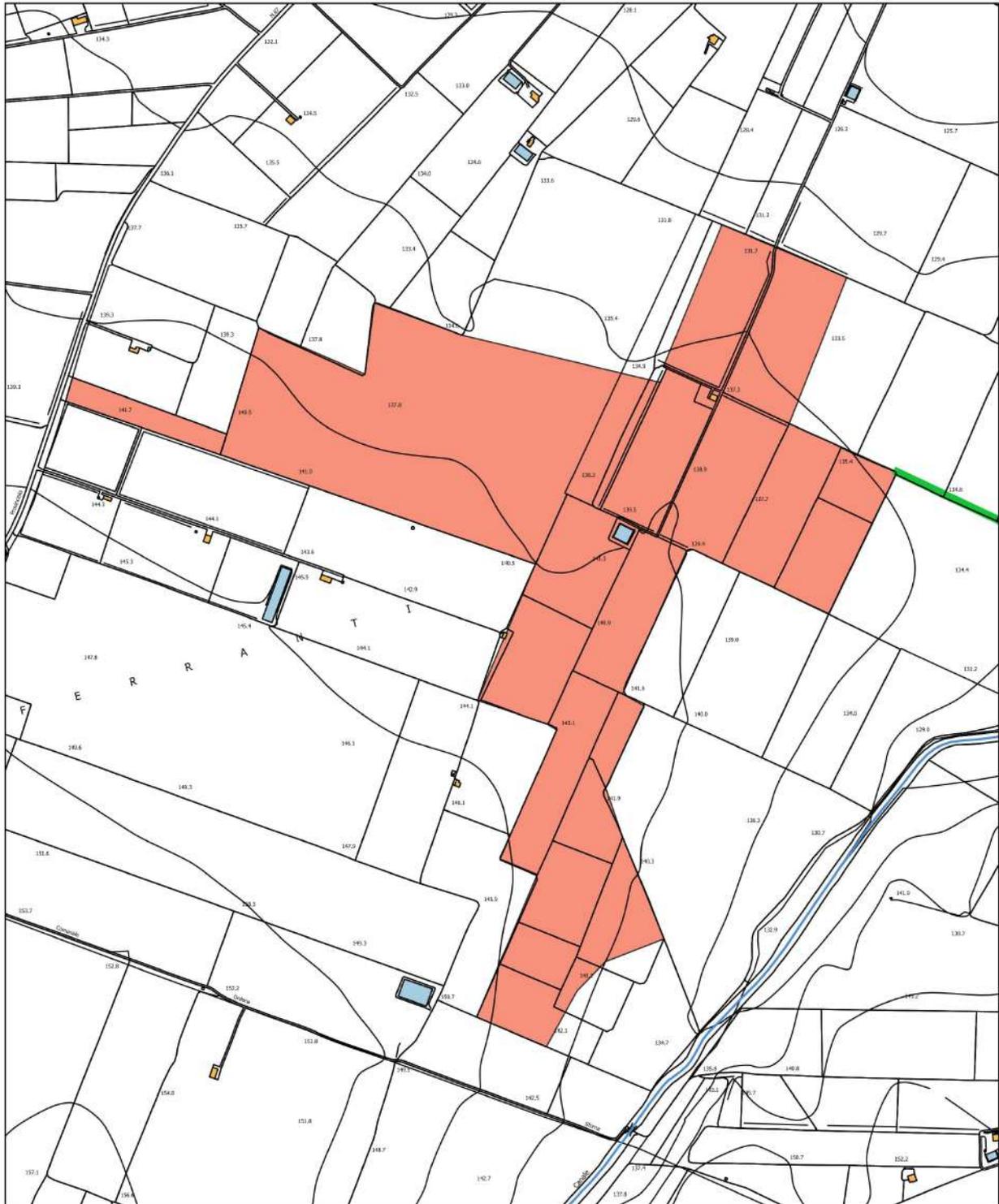
PLANIMETRIA UBICAZIONE CABINA DI PRESA

Legenda

Elementi

-  Linea MT
-  Presa

Scala 1 : 5.000



CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1 : 7.000

Legenda

Elementi

- Linea MT
- Area allo studio

GEOMORFOLOGIA

- 422\_sorgenti
- 422\_vette
- 422\_punti\_sommitali

GEOMORFOLOGIA

- 422\_reticolo
- 422\_orli\_terrazzo\_morfologico
- 422\_creste

GEOMORFOLOGIA

- 422\_discariche\_controllate
- 422\_cave
- 422\_bacini\_idrici



CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1 : 5.000

Legenda

Elementi

- █ Linea MT
- █ Presa

GEOMORFOLOGIA

- 422\_sorgenti
- 422\_vette
- 422\_punti\_sommitali

GEOMORFOLOGIA

- 422\_reticolo
- 422\_orli\_terrazzo\_morfologico
- 422\_creste

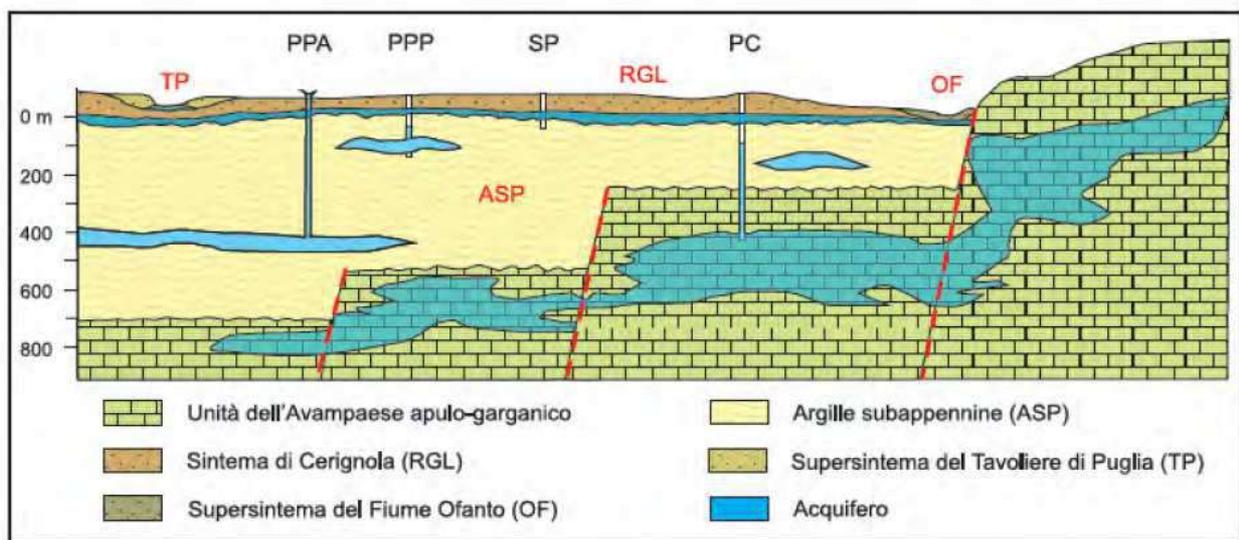
GEOMORFOLOGIA

- █ 422\_discariche\_controllate
- █ 422\_cave
- █ 422\_bacini\_idrici

## 2. IDROGEOLOGIA

L'acqua delle precipitazioni atmosferiche in parte evapora, in parte viene assorbita dal suolo ed in parte scorre su di esso erodendolo e scavandovi vari sistemi di canali, valli, torrincelli ecc.. Il disegno che risulta da questa azione (pattern) dipende dalla natura litologica delle rocce attraversate oltre che dalla loro disposizione. Nel territorio preso in considerazione si ha un pattern del tipo contorto parallelo riconducibile a formazioni clastiche fini e/o alternanze di tipi litologici diversi.

Dall'ultima pubblicazione delle note illustrative del foglio geologico 422 Cerignola scala 1 : 50.000 Progetto GARG, gli autori individuano per il sottosuolo del tavoliere tre tipi di acquiferi.



Schema idrologico del Tavoliere di Puglia adottato al foglio di Cerignola.

Legenda:

PC = Acquifero fessurato-carsico profondo      PPP = acquifero poroso profondo in pressione  
 PPA = acquifero poroso profondo artesiano      SP = acquifero poroso superficiale

### 1) ACQUIFERO FESSURATO-CARSICO PROFONDO

L'unità più profonda trova sede nelle rocce calcaree del substrato prepliocenico dell'Avanfossa appenninica ed è in continuità (nel settore sud-orientale) con la falda carsica murgiana. Dato il tipo di acquifero, la circolazione idrica sotterranea è condizionata in maniera significativa sia dalle numerose faglie che dislocano le unità sepolte della Piattaforma Apula che dallo stato di fratturazione e carsificazione della roccia calcarea.

### 2) ACQUIFERO POROSO PROFONDO

si rinviene nei livelli sabbioso-limosi e, in minor misura, ghiaiosi, presenti a diverse altezze nella

successione argillosa plioleistocenica. Al momento sono ancora poco note la distribuzione spaziale e la geometria di questi corpi idrici, nonché le loro modalità di alimentazione e di deflusso. I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità variabili tra i 150 m e i 500 m dal piano campagna ed il loro spessore non supera le poche decine di metri. Nelle lenti più profonde, si rinvencono acque connate, associate a idrocarburi, che si caratterizzano per i valori piuttosto elevati della temperatura (22-26°C) e per la ricorrente presenza di idrogeno solforato. La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità. La produttività dei livelli idrici, pur essendo variabile da luogo a luogo, risulta sempre molto bassa con portate di pochi litri al secondo. In genere, la produttività tende a diminuire rapidamente a partire dall'inizio dell'esercizio del pozzo facendo registrare, in alcuni casi, il completo esaurimento della falda. Ciò dimostra che tali livelli possono costituire soltanto delle limitate fonti di approvvigionamento idrico, essendo la ricarica molto lenta.

### *3) ACQUIFERO POROSO SUPERFICIALE*

L'acquifero poroso superficiale si rinviene nei depositi quaternari che ricoprono con notevole continuità laterale le formazioni argillose pleistoceniche. Le stratigrafie dei numerosi pozzi per acqua evidenziano l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi, a luoghi sabbiosi, a minore permeabilità.

I diversi livelli in cui l'acqua fluisce costituiscono orizzonti idraulicamente interconnessi, dando luogo ad un unico sistema acquifero. In linea generale, i sedimenti a granulometria grossolana che prevalgono nelle aree più interne svolgono il ruolo di acquifero, mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso-sabbiose meno permeabili che svolgono il ruolo di acquitardo. Ne risulta, quindi, che l'acqua circola in condizioni freatiche nelle aree più interne ed in pressione man mano che ci si avvicina alla linea di costa. Anche la potenzialità reale della falda, essendo strettamente legata a fattori di ordine morfologico e stratigrafico, varia sensibilmente da zona a zona. Le acque, infatti, tendono ad accumularsi preferenzialmente dove il tetto delle argille forma dei veri e propri impluvi o laddove lo spessore dei terreni permeabili è maggiore e dove la loro natura è prevalentemente ghiaiosa. Circa le modalità di alimentazione della falda superficiale, un contributo importante proviene dalle precipitazioni. Oltre che dalle acque di infiltrazione, diversi Autori ritengono che al ravvenamento

della falda superficiale contribuiscano anche i corsi d'acqua che attraversano aree il cui substrato è permeabile. Per le considerazioni su menzionate e per le caratteristiche dei litotipi che insistono nell'area oggetto di studio, questi ultimi rientrano nell'Acquifero poroso superficiale. Dal punto di vista idrogeologico, la presenza di terreni sabbiosi, ghiaiosi e conglomeratici, permeabili per porosità, poggianti sulle argille grigio-azzurre del ciclo sedimentario pleistocenico, poco permeabili, permette l'instaurazione di una falda idrica proprio in corrispondenza della superficie di contatto tra i due litotipi.

A conferma di tutto ciò sono stati visionati quattro pozzi (Documentazione ISPRA), che ricoprono il territorio allo studio nei vari tipi di terreni affioranti (Ved. Cartografia allegata e stratigrafie pozzi). Uno vicino Stornarella, uno nel territorio di Ortanova, uno vicino al centro cittadino di Stornara e uno a nord di Stornara ove è prevista la cabina presa.

- a) Pozzo vicino Stornarella codice 207123 rivenuta una falda a mt. -56.
- b) Ortanova codice 205133 rivenuta una falda a mt. -72.
- c) Pozzo Stornara codice 206490 rivenuta una falda a mt. -37.
- d) Pozzo a nord di Stornara codice 205192 rivenute due falde una a mt. -22, l'altra a mt. -29.

Dalla lettura stratigrafica dei pozzi censiti i caratteri di permeabilità dei terreni presenti, essendo essenzialmente sciolti o debolmente cementati in matrice prevalentemente sabbiosa, sono da ritenersi generalmente permeabili per porosità. Infine dove affiorano depositi ghiaiosi e ciottolosi, essendo il grado di porosità piuttosto elevato, vi è un rapido allontanamento delle acque meteoriche dai terreni superficiali, concomitante anche ad un lieve aumento delle pendenze.

### **3. PROGETTO PAI**

Il Progetto PAI è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica, individua e norma per l'intero ambito del bacino le aree a pericolosità idraulica e le aree a pericolosità geomorfologica.

Le aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

#### **AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA**

- 1) Aree ad alta probabilità di inondazione – A.P.;
- 2) Aree a media probabilità di inondazione –M.P.;
- 3) Aree a bassa probabilità di inondazione – B.P.;

#### **4) AREE A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**

- 1) Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3;
- 2) Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2;
- 3) Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata – P.G.1;

Per quanto riguarda il rischio idrogeologico sia nell'area preposta per la realizzazione dell'impianto che nell'area destinata alla cabina, dall'analisi effettuate nel presente studio e dalla visione delle carte tematiche del P.A.I. dell'A.d.B. Puglia, risulta nullo. Ugualmente per la pericolosità geomorfologica le aree non risultano interessate. Detta pericolosità la ritroviamo soltanto in destra dell'area di sedime dell'impianto fotovoltaico. Come si evidenzia nella cartografia allegata, una parte il Canale Rio Torto è interessato da pericolosità geomorfologica PG1. Per quanto riguarda il cavo MT, incrocia l'area interessata da pericolosità geomorfologica PG1 nella zona di attraversamento del Canale ove esiste un ponticello già attraversato da diversi sottoservizi. Tuttavia in fase di realizzazione saranno effettuate idonee opere di mitigazione della pericolosità.



CARTA PAI

Scala 1 : 7.000

Legenda

Elementi

-  Linea MT
-  Area allo studio

PAI

Pericolosità Frane

-  PG3
-  PG2
-  PG1

PAI

Pericolosità Inondazione

-  AP
-  MP
-  BP



CARTA PAI

Scala 1 : 5.000

Legenda

Elementi

- Linea MT
- Presa

PAI

Pericolosità Frane

- PG3
- PG2
- PG1

PAI

Pericolosità Inondazione

- AP
- MP
- BP

#### **4. GEOLOGIA**

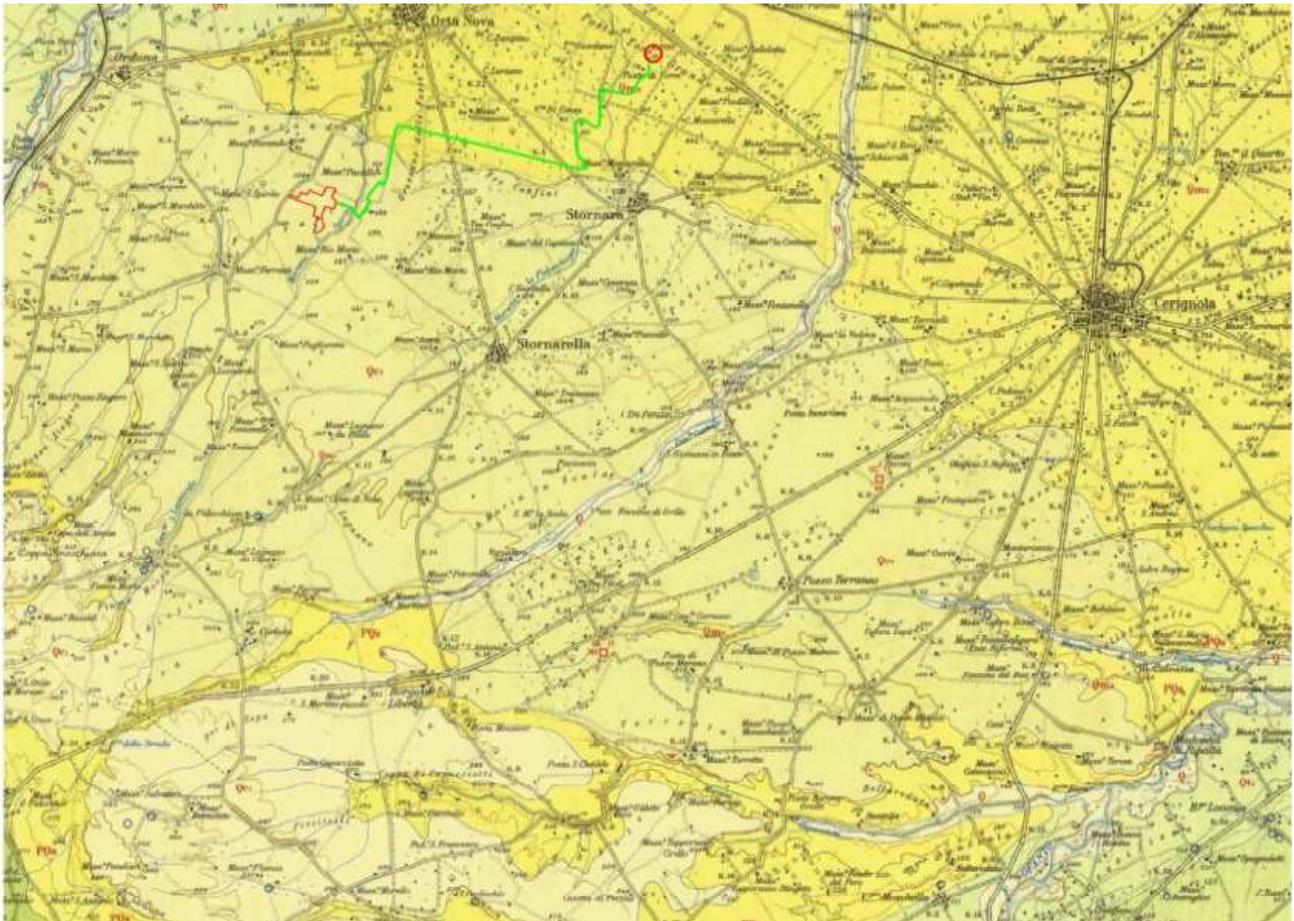
La geologia del territorio interessato dall'intervento ospita terreni delle formazioni terrigene dell'avanfossa bradanica, essi costituiscono l'ossatura del tavoliere. La sinclinale bradanica rappresenta un'area ribassata conseguente a movimenti tettonici che hanno determinato una struttura a graben. Pertanto nella parte depressa si sono accumulati depositi terrigeni dovuti al ciclo sedimentario regressivo-trasgressivo del Calabriano. Nella carta geologica (vedi allegato), si distinguono due formazioni geologico-sedimentarie una di origine marina ed una di origine marina e continentale le cui età è attribuibile al Pleistocene medio.

In particolare procedendo dal basso verso l'alto si hanno le seguenti formazioni:

**(Qm2).** Litologicamente la formazione è costituita da sabbie fittamente stratificate di colore giallo oro, a volte pulverulente con intercalazioni argillose, ciottolose e concrezioni calcaree con molluschi litorali di facies marina. Nel foglio 175 Cerignola alla scala 1: 100.000 occupa prevalentemente aree poste a nord est del foglio ed interessa l'area di sedime della cabina di presa. L'età è ascrivibile al Pliocene medio e la sua genesi è marina. Segue in concordanza stratigrafica la formazione continentale denominata :

**(Qc2).** Litologicamente la formazione è costituita da ciottolame incoerente, localmente cementato con ciottoli di madie e piccole dimensioni con intercalazioni sabbiose giallastre e con inclinazione costante verso est. Nel foglio 175 Cerignola alla scala 1: 100.000 occupa prevalentemente la parte centrale del foglio ed interessa l'area di sedime dell'impianto fotovoltaico. L'età è ascrivibile al Pliocene medio e la sua genesi è di origine marina e continentale. Le formazioni studiate si susseguono sempre in successione stratigrafica; i passaggi da una formazione all'altra sono graduali e non si rilevano faglie nè strutture tettoniche particolari. Inoltre è da mettere in evidenza come la diversa composizione litologica dei litotipi presenti sul territorio, si riflette spesso sulle forme morfologiche derivanti dalla evoluzione geomorfologica dei versanti. Quindi a forme morfologiche dolci, come versanti con scarse pendenze e pendii poco acclivi, si possono associare terreni teneri, mentre terreni composti da formazioni calcaree, formazioni conglomeratiche cementate e formazioni marnose formano quasi sempre pianalti, picchi, sporgenze e pendii piuttosto ripidi. (vedi aree poste a sud ovest del foglio 175 Cerignola, Rocchetta S. Antonio Candela). Queste considerazioni emergono dalla visione geologica generale estesa in tutto il territorio interessato del

foglio 175 Cerignola. Si è ritenuto opportuno estendere la visione geologica come descritto in quanto tutto ciò permette di avere una visione completa e globale “modello geologico e pericolosità geologica” del territorio su cui si andrà ad intervenire.



### Legenda



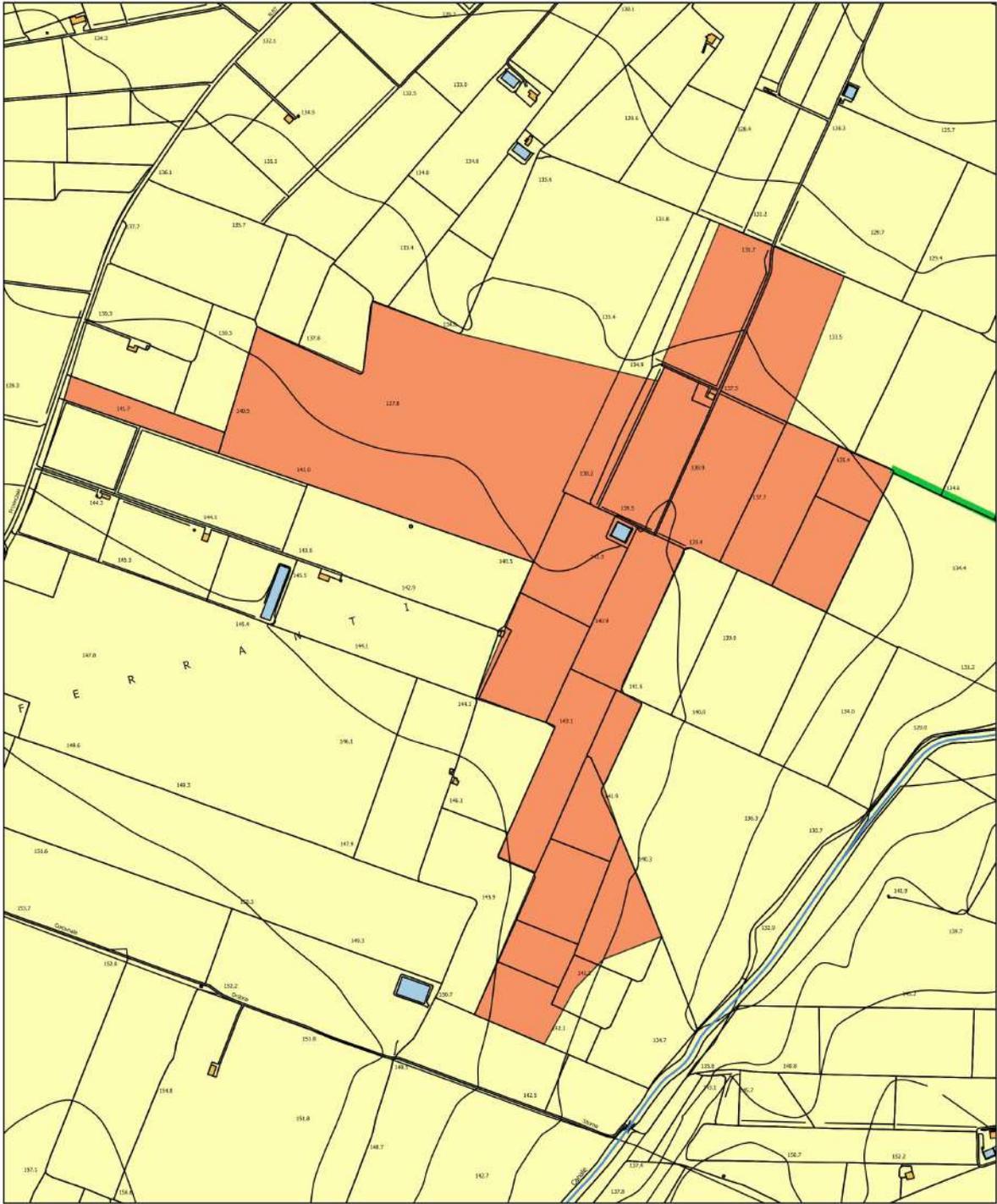
Impianto fotovoltaico



Qc<sup>2</sup> Ciottolame



Qm<sup>2</sup> Sabbie straterellate giallastre



CARTA GEOLOGICA

Legenda

Elementi

Linea MT

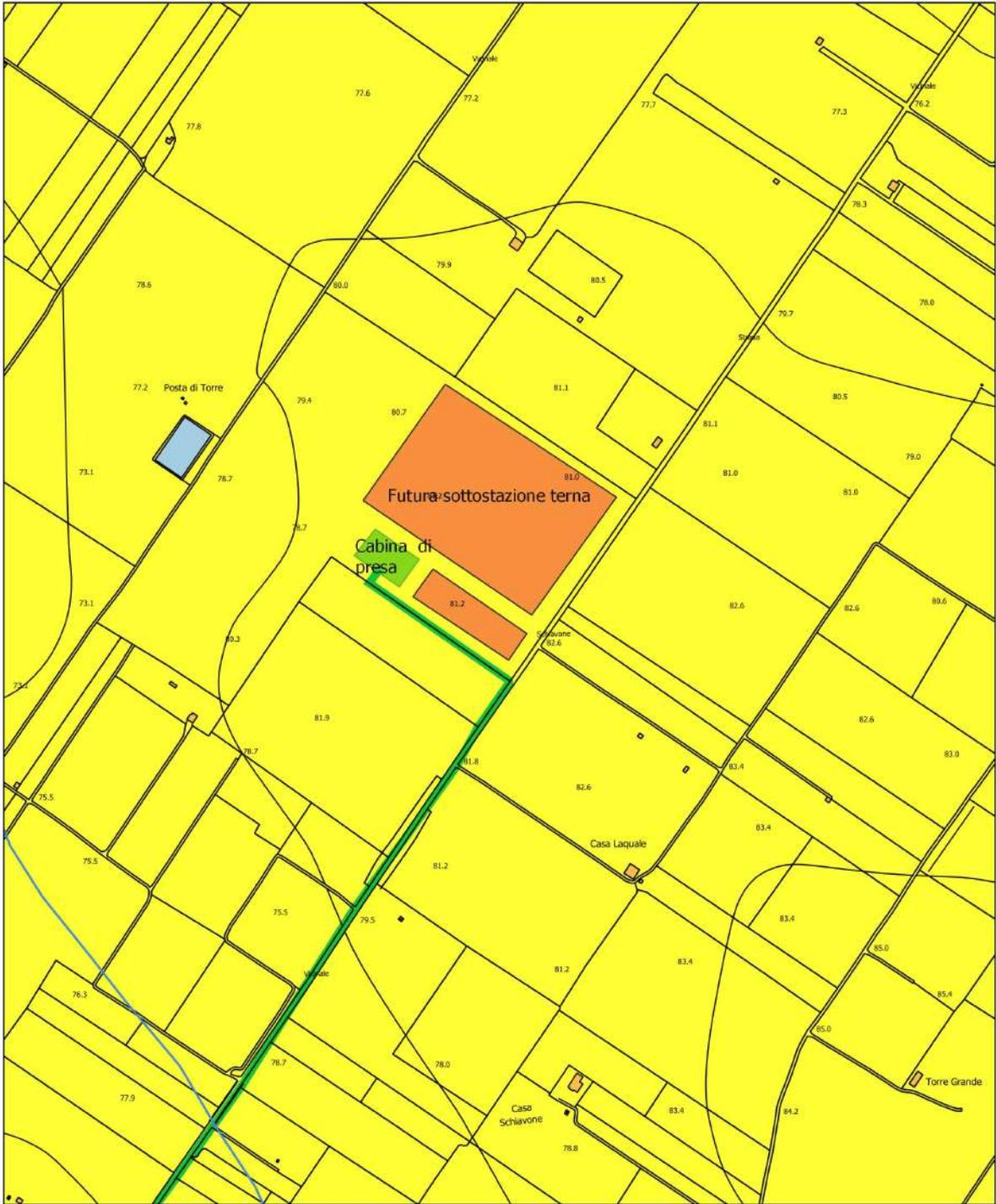
Area allo studio

Geologia

Qc2 Ciottolame

Qm2 Sabbie straterellate giallastre

Scala 1 : 7.000



CARTA GEOLOGICA

Legenda

Elementi

Linea MT

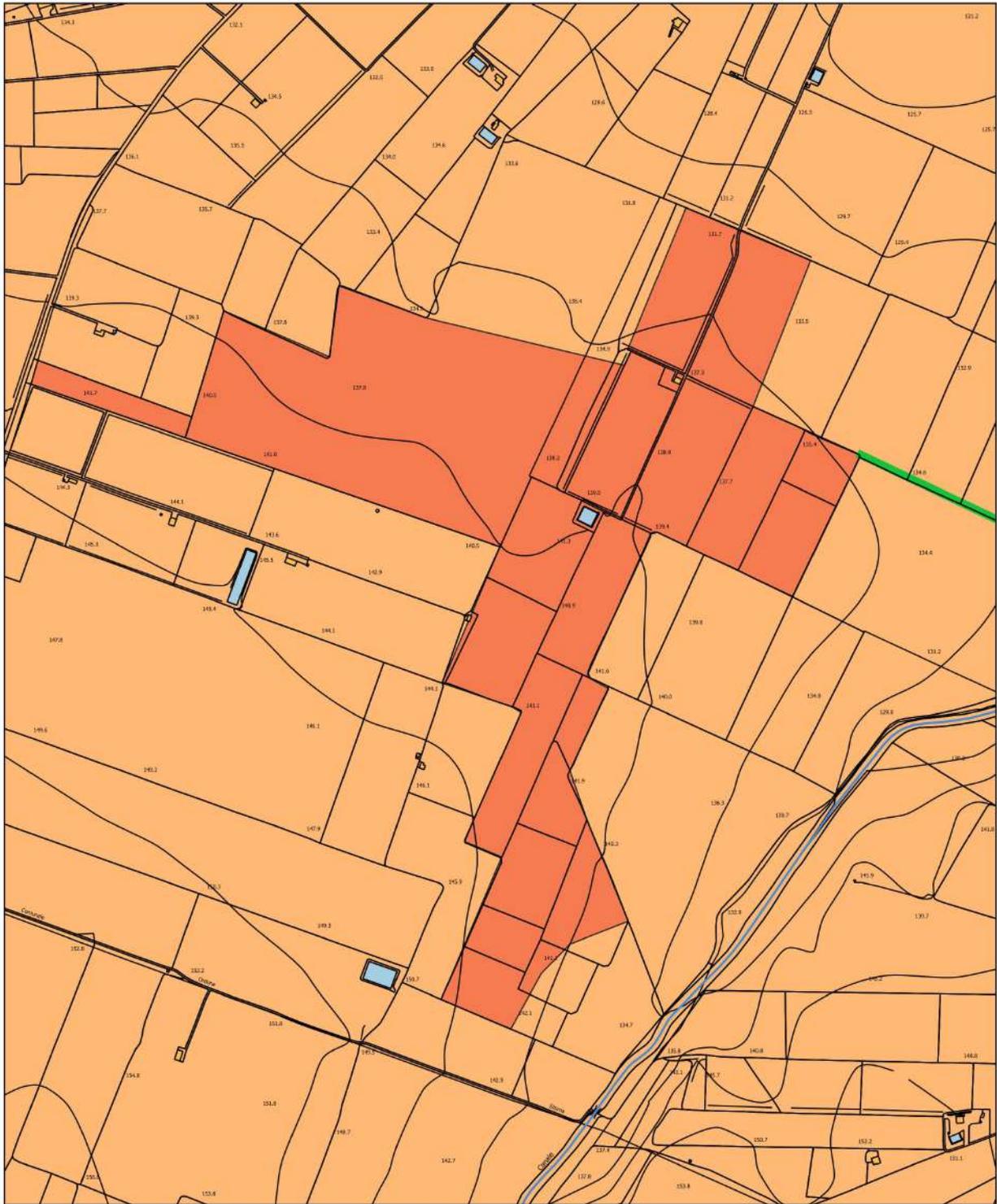
Presa

Geologia

Qc2 Ciottolame

Qm2 Sabbie straterellate giallastre

Scala 1 : 5.000



CARTA LITOLOGICA

Legenda

Elementi

-  Linea MT
-  Presa

Litologia del substrato

-  Unità a prevalente componente ruditica
-  unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica

Scala 1 : 7.000



CARTA LITOLOGICA

Legenda

Elementi

- █ Linea MT
- █ Presa

Litologia del substrato

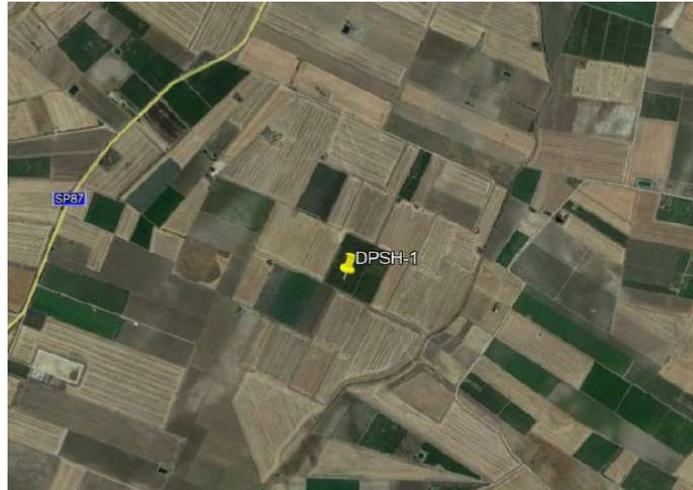
- █ Unità a prevalente componente ruditica
- █ unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica

Scala 1 :5.000

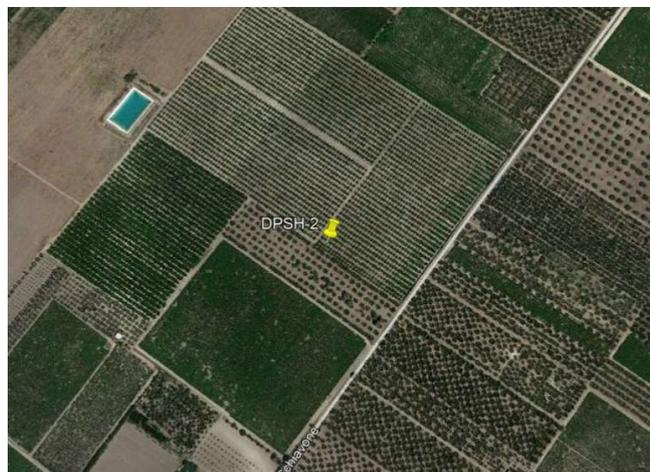
## 5. INDAGINI GEOGNOSTICHE E RISULTATI

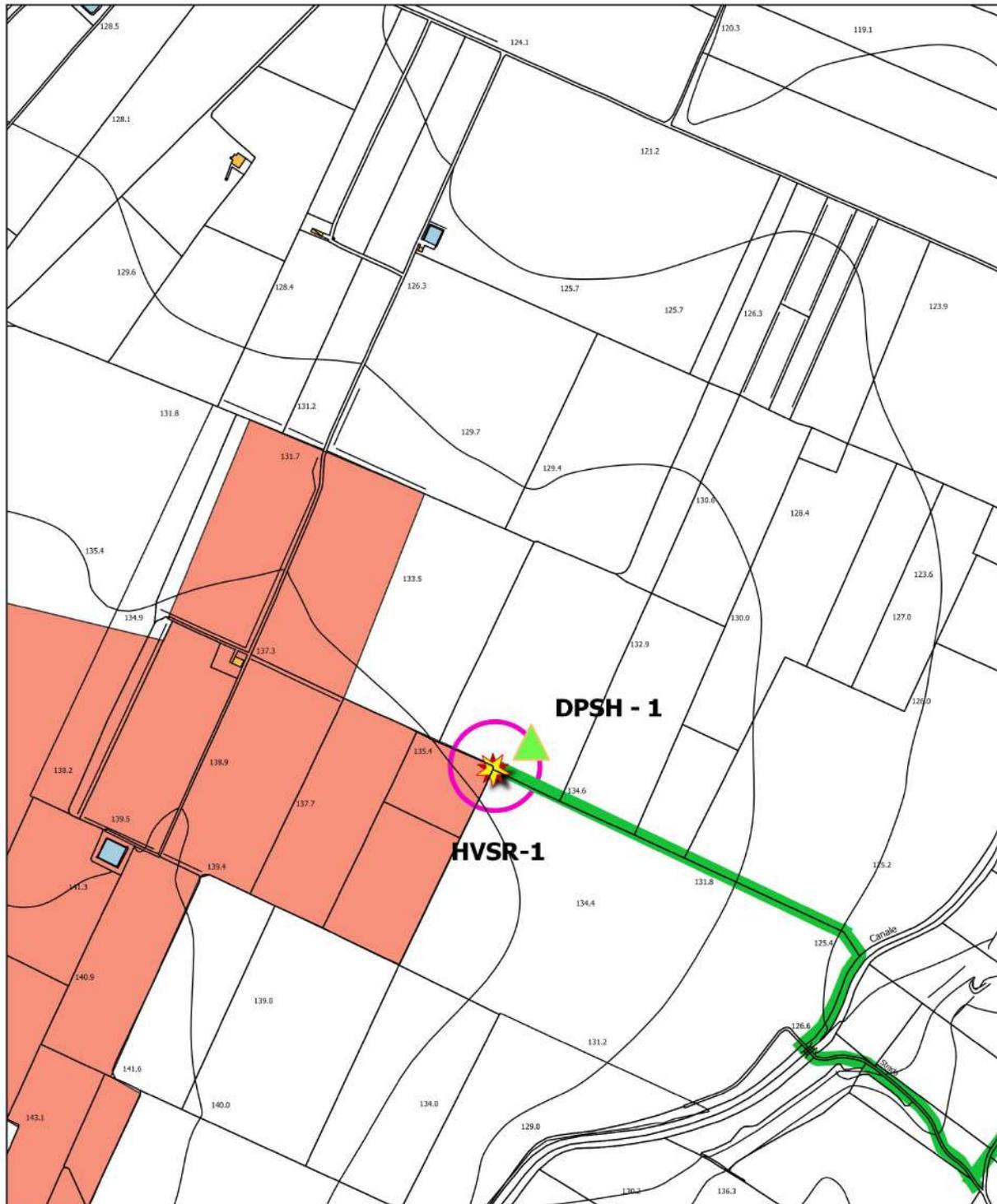
Nelle aree in esame come già descritto è stata effettuata una campagna indagini geognostiche costituita da due prove penetrometriche del tipo dinamica pesante DPSH spinte fino alla profondità significativa e due prova di sismica passiva HVSR. La prima prova penetrometrica è stata effettuata nei pressi della cabina utente nel campo fotovoltaico, la seconda nei pressi della cabina di presa vicina alla futura sottostazione Terna. Per il calcolo della risposta sismica locale ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019, sono state effettuate due prove sismiche del tipo passiva a stazione singola (HVSR-microtremori) La prima è stata effettuata nei pressi della cabina utente nel campo fotovoltaico, la seconda nei pressi della cabina di presa vicina alla futura sottostazione Terna.

DPSH-1 Impianto fotovoltaico Stornarella cabina utente Lat.41°28'53,43'' Long.15°68'47,84''



DPSH-2 Cabina di presa Lat.41°31'39,58'' Long.15°77'53,94''





PLANOMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Legenda

Elementi

- Linea MT
- Presa

- Cabina utente
- Prova sismica HVSR - 1
- Prove Penetrometriche DPSH - 1

Scala 1 : 5.000



PLANOMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Legenda

Elementi

 Linea MT

 Presa

 Area allo studio

 Prove Penetrometriche DPSH - 2

 Prova sismica HVSr - 2

Scala 1 : 5.000

## Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.1



Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.1



**Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.2**



Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.2



HVSR



**MODELLO GEOLOGICO PROVA PENETROMETRICA DPSH-1**

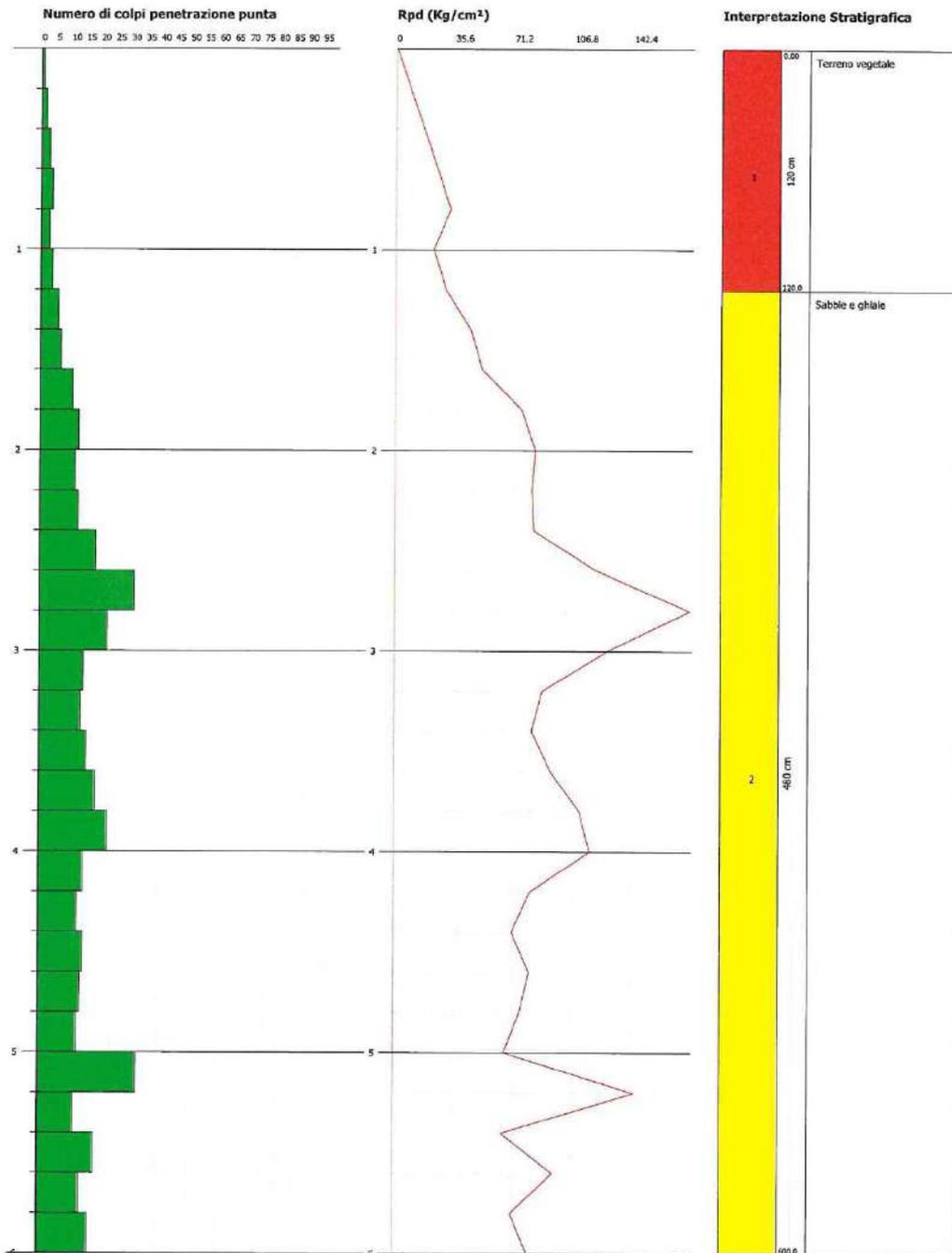
Geostru Software  
 www.geostru.com  
 geostru@geostru.com

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Impianto fotovoltaico Stornarella  
 Località : Stornarella (FG)

Data :17/04/2020

Scala 1:29



*MODELLO GEOLOGICO DEL SITO CABINA DI PRESA*

- **0.00 mt : 1,20 mt** = Terreno tegetale.
- **1,20 mt : 6,00 mt** = Sabbie e ghiaie.

*CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-1*

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di young (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\nu$ Coefficiente di Poisson	G modulo di deformazione al taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-1.20--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	1.20—6.00	24.32	51.32	34.81	287.68	146.47	Moderatamente addensato	2.07	0.31	1305.33

MODELLO GEOLOGICO PROVA PENETROMETRICA DPSH-2

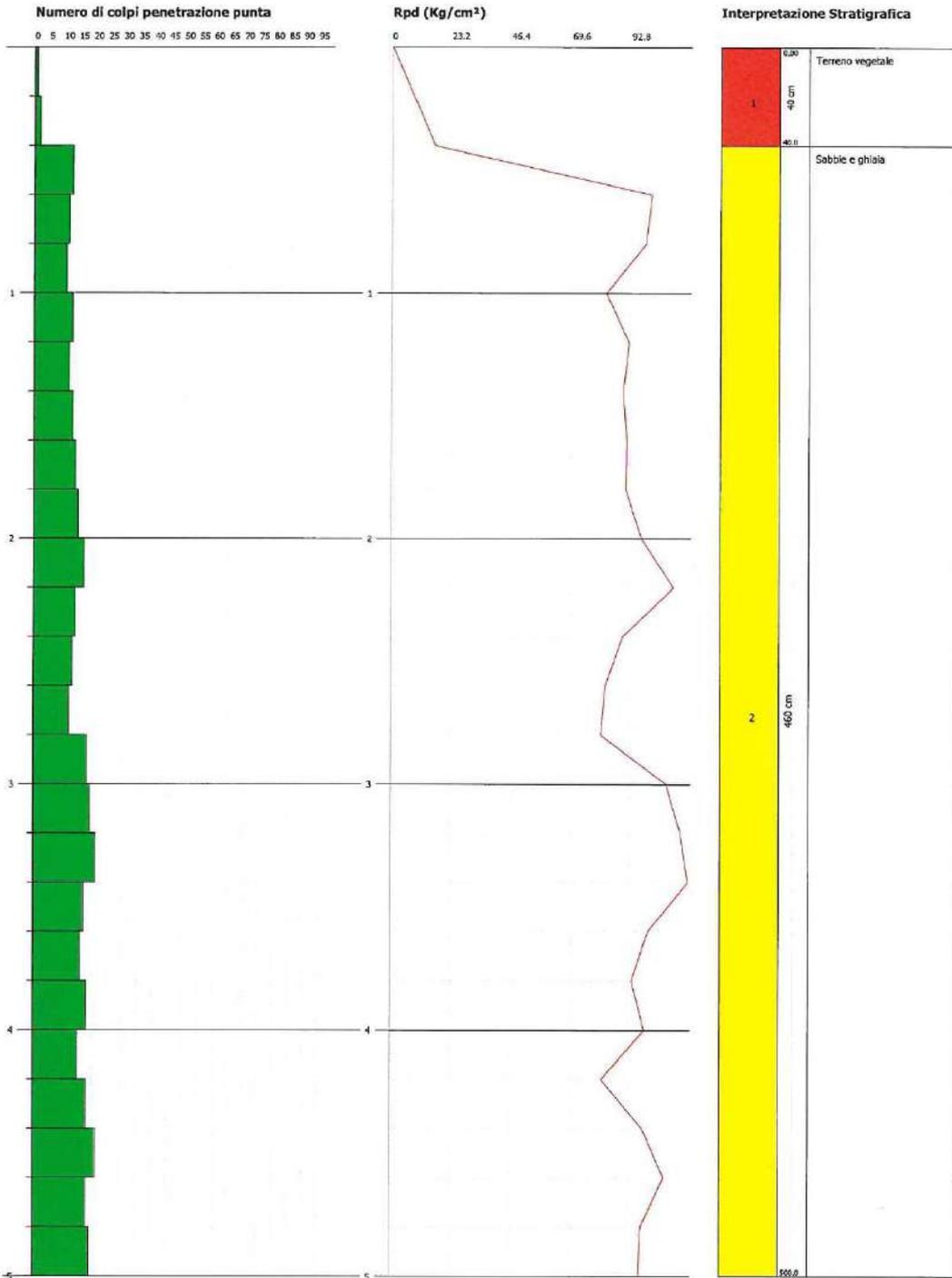
Geostru Software  
www.geostru.com  
geostru@geostru.com

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
Cantiere : Futura sottostazione e cabina di presa  
Località : Comune di Ortanova

Data :17/04/2020

Scala 1:24



### MODELLO GEOLOGICO DEL SITO CABINA UTENTE

- **0.00 mt : 0,40 mt** = Terreno tegetale.
- **0.40 mt : 5,00 mt** = Sabbie e ghiaie.

### CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-2

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di young (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	V' Coefficiente di Poisson	G modulo di deformazione al taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-1.20--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	1.20—6.00	23.48	50.94	34.57	277.76	142.72	Moderatamente addensato	2.05	0.31	1262.90

Dall'analisi delle prove si evince che tutti gli strati investigati sono del tipo attritivo.

Per quanto riguarda le prove sismiche a riflessione multipla del tipo passiva a stazione singola le misure sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino, *MICROMED spa*, 10x7x14 cm per 1 Kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1,5 V e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz, in modo da avere informazioni su frequenze massime di 64 Hz. (Si ricordi il teorema di Nyquist secondo il quale la massima frequenza ricostruibile di un segnale è la metà della frequenza di campionamento del segnale stesso).

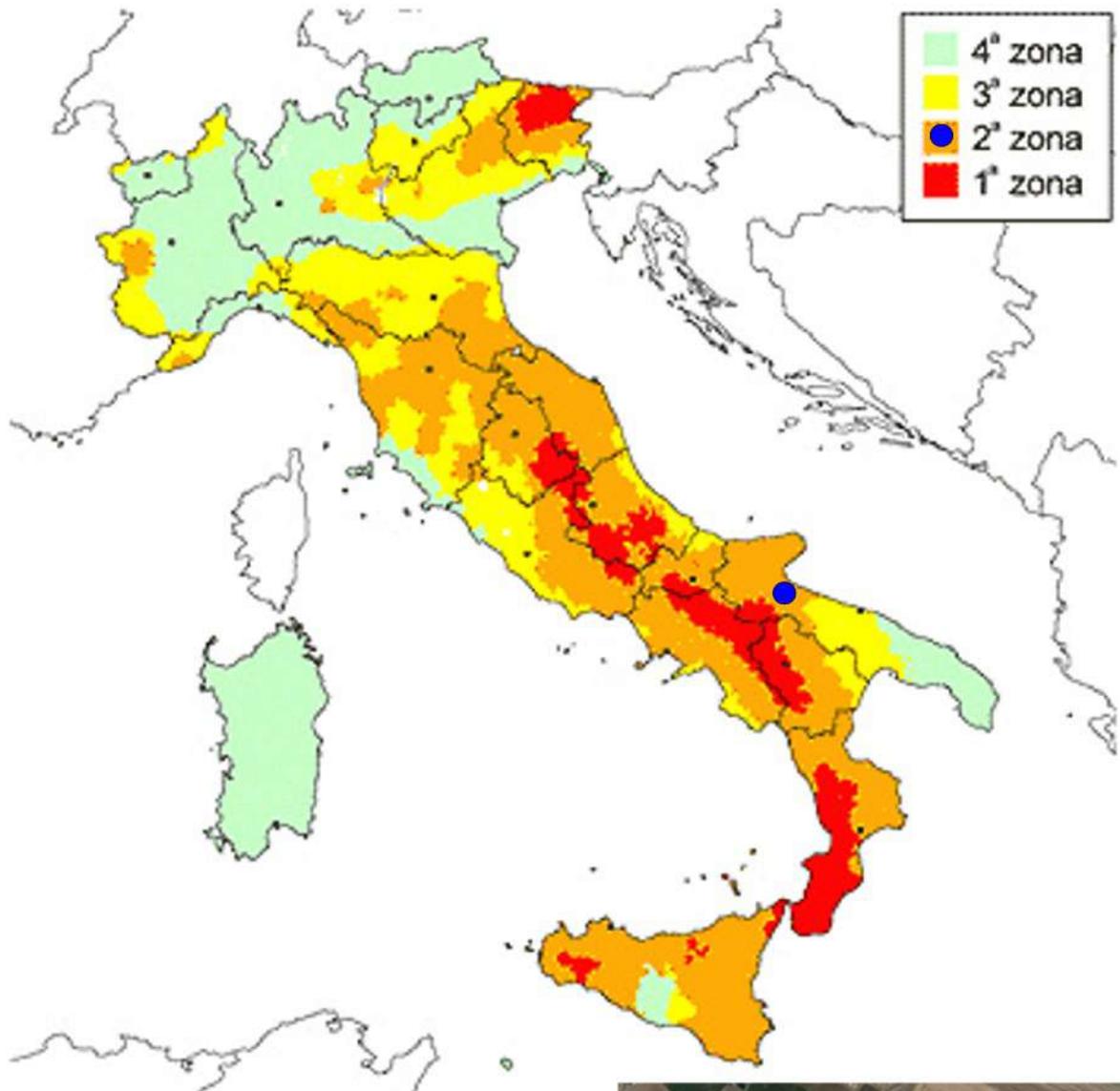
Il risultato finale consiste nella graficizzazione delle medie degli HVSR di ciascuna finestra e nell'interpretazione secondo la tecnica di Nakamura della frequenza fondamentale di risonanza del terreno di fondazione. Inoltre l'elaborazione della prove con l'ausilio dei rapporti stratigrafici ha permesso la classificazione del tipo di terreno così come richiesto dal D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019. Dai risultati delle velocità delle onde di taglio, si evince che l'area nei pressi della cabina utente nel campo fotovoltaico, presenta una velocità  $V_{s\_equ}$  di 582 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.16 Hz. La seconda prova sismica effettuata nei pressi della cabina di presa vicina alla futura sottostazione Terna. presenta una velocità  $V_{s\_equ}$  di 437 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la

frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.06 Hz.

# **RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA**

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019

## VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE



## 6. SISMICA

### 6.1 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA ALLO STUDIO

Premesso che per pericolosità sismica di un'area si intende che in essa, in un dato intervallo di tempo, può verificarsi un terremoto di una certa intensità e che detta intensità dipende dalla geologia del sito, morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie. In Sintesi dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno, degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che lo costituiscono.

Ciò premesso, i territori comunali di Stornarella e di Stornara già erano classificati sismici ai sensi del D.M.19.03.1982. L'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale e in tale quadro i territori dei Comuni di Stornarella e di Ortanova vengono confermati in zona sismica 2 (media sismicità). Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zone Sismiche	Classe	NORMATIVA PRECEDENTE		NORMATIVA ATTUALE
		Coefficiente Sismico S	Amplificazione sismica $C = (S - 2)/100$	Amplificazione sismica a (g)
1	Elevata Sismicità	12	0,1	0,35
2	Media Sismicità	9	0,07	0,25
3	Moderata Sismicità	6	0,04	0,15
4	Bassa Sismicità	0	0	0,05

Con l'entrata in vigore del D.M.17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Quindi alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la pericolosità sismica viene espressa come risposta sismica locale. La stessa consente di definire le modifiche che un segnale sismico

subisce, a causa dei fattori anzi detti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido, (categoria A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

In definitiva la risposta sismica locale è l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata, contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s).

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

con

$h_i$  = spessore dello strato  $i$ -esimo;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  = numero di strati;

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

Dai risultati delle velocità delle onde di taglio, si evince che l'area nei pressi della cabina utente nel campo fotovoltaico, presenta una velocità  $V_{s,eq}$  di 582 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.16 Hz. La seconda prova sismica effettuata nei pressi della cabina di presa vicina alla futura sottostazione Terna, presenta una velocità  $V_{s,eq}$  di 437 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.06 Hz.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità viene riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

## 6.2 CLASSIFICAZIONE DEL SITO METODO PREVISTO DAL D.M. 17 GENNAIO 2018

Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

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

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

### **Determinazione dei parametri sismici:**

Siti in esame.

Impianto fotovoltaico Stornarella cabina utente Lat.41°.28'53,43'' Long.15°.68'47,84''

Cabina di presa Lat.41°.31'39,58'' Long.15°.77'53,94''

Categoria sottosuolo : **B**

Categoria topografica : T1

La frequenza fondamentale del terreno di fondazione per la cabina utente di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.16 Hz. La seconda prova sismica effettuata nei pressi della cabina di presa vicina alla futura sottostazione Terna. presenta una frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.06 Hz.

## 7. CONCLUSIONI

In sede preliminare è stato dato un quadro topografico geomorfologico idrogeologico del territorio in cui ricadono i siti in esame. E' stata poi analizzata la morfologia, l'idrogeologia e la geologia in senso stretto del territorio circostante e dell'aree allo studio, ne deriva che si hanno due formazioni geologiche-sedimentarie una di origine marina ed una di origine continentale databili al Pliocene medio. In particolare procedendo dal basso verso l'alto si hanno le seguenti formazioni:

**(Qm2).** Litologicamente la formazione è costituita da sabbie fittamente stratificate di colore giallo oro, a volte pulverulente con intercalazioni argillose, ciottolose e concrezioni calcaree con molluschi litorali di facies marina. Nel foglio 175 Cerignola alla scala 1: 100.000 occupa prevalentemente aree poste a nord est del foglio ed interessa l'area di sedime della cabina di presa. Segue in concordanza stratigrafica la formazione continentale denominata :

**(Qc2).** Litologicamente la formazione è costituita da ciottolame incoerente, localmente cementato con ciottoli di medie e piccole dimensioni con intercalazioni sabbiose giallastre e con inclinazione costante verso est. Nel foglio 175 Cerignola alla scala 1: 100.000 occupa prevalentemente la parte centrale del foglio ed interessa l'area di sedime dell'impianto fotovoltaico. L'età è ascrivibile al Pliocene medio e la sua genesi è di origine continentale. Le formazioni studiate si susseguono sempre in successione stratigrafica; i passaggi da una formazione all'altra sono gradualmente e non si rilevano faglie né strutture tettoniche particolari.

Per quanto riguarda l'assetto litotecnico lo stesso si caratterizza per la presenza di differenti termini, riconosciuti in affioramento da peculiari caratteristiche tecniche ed idrogeologiche. Di seguito sono descritte le unità litotecniche che raggruppano elementi a comportamento più o meno omogeneo:

-Unità litotecnica a prevalente componente siltosa/sabbiosa e/o arenitica. Rappresentata da materiali granulari addensati o sciolti o poco addensati a prevalenza ciottolosi. Riguarda la formazione (Qm2). Detta unità litotecnica, presenta un comportamento del tipo granulare ed una risposta meccanica, del tipo non elastico.

-Unità litotecnica a prevalente componente ruditica. Rappresentata da materiali ciottolosi della formazione (Qc2). Detta unità litotecnica, presenta un comportamento del tipo granulare ed una risposta meccanica, del tipo non elastico.

Dal punto di vista geomorfologico ed idrogeologico, dai rilievi effettuati non si riscontrano fenomeni o forme morfologiche da compromettere l' idoneità delle aree infatti in esse non si rilevano movimenti franosi in atto o potenziali, movimenti franosi quiescenti, zone carsiche, zone di erosione o di ruscellamento accelerato. Tutto ciò è visibile nella carta geomorfologica, nella carta PAI, delle aree a pericolosità idraulica, delle aree a rischio frana delle aree a pericolosità geomorfologica allegata al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall' autorità di bacino.

A conclusione di quanto sopra esposto e dalle risultanze emerse nei calcoli delle verifiche innanzi effettuate si deduce che l'area in parola, non è interessata da **“pericolosità geologica”** in quanto :

- I pendii risultano stabili.
- Non vi sono fenomeni franosi in atto o potenziali.
- Non vi sono fenomeni erosivi.
- Non vi sono fenomeni di ruscellamento.
- Geotecnicamente i parametri dei terreni che ospiteranno le fondazioni della cabina utente e della cabina di presa risultano buoni.

Dall'ultima proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale, risulta che i territori di Stornarella e di Ortanova sono zone sismiche 2, di classe media sismicità. Pertanto, per il dimensionamento delle opere d'arte, è prevista l'adozione e le relative prescrizioni e norme antisismiche ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019.

Tanto Dovevasi.

*IL GEOLOGO*

*Dott. Vito. F. PLESCIA*

## ***Bibliografia***

REGIONE PUGLIA Carta Tecnica Regionale C.T.R. elementi 422052, 422053,422063,4422090,22091,422094,422104 alla scala 1 : 5.000

Regolamento Regionale 11 Marzo 2015 n.9 e dalla L.R. del 27 Luglio 2001, n° 20 Art.4 comma 3, lett.b e Art.5,comma 10 bis

Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato Direzione Generale delle Miniere, Servizio Geologico d'Italia – Note illustrative della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA Foglio 175 Cerignola.

Note illustrative della carta geologica alla scala 1 : 100.000 Foglio 175 Cerignola

Note illustrative della carta geologica alla scala 1 : 50.000 Foglio 422 Cerignola

Autorità di Bacino ADB Puglia

*Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) dei Bacini di competenza.*

Il Dipartimento Difesa del Suolo - *Servizio Geologico d'Italia* dell'APAT (ora in ISPRA). Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

ENI Acque dolci sotterranee “Inventario dei dati raccolti dall'Agip durante la ricerca di idrocarburi in Italia”.

D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019

C. Cestelli Guidi Geotecnica e tecnica delle fondazioni Vol I° e II°

Arai H. e Tokimatsu K., 2004. *S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V Spectrum*, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **94**, p. 53-63.

Delgado J., Lopez Casado C., Giner J., Estevez A., Cuenca A. e Molina, S., 2000. *Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations*, *Pure Appl. Geophys.*, **157**, 1445–1462.

Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, **30**, 25-33.

Bard P.-Y., 1998. *Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? Second International Symposium on the Effects of the Surface Geology on Seismic Motion-ESG98*, Japan.

Borcherdt R. D., 1992. *Simplified site classes and empirical amplification factors for site-dependent code provisions*, in *Proc. NCEER, SEAOC, BSSC Workshop on Site Response during Earthquakes and Seismic Code Provisions*, November 18-20, University of Southern California, Los Angeles, California.

Borcherdt R. D., 1994. Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification), *Earthq. Spectra*, **4**, 617-653.

Budny M, 1984. *Seismische Bestimmung der bodendynamischen Kennwerte von oberflächennahen Schichten in Erdbebengebieten der Niederrheinischen Bucht und ihre ingenieur seismologische Anwendung*, Ph.D. Thesis, Special publications No. 57, Geologisches Institut der Universität zu Köln, 209 pp. (in German).

Castellaro S., Mulargia F. e Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica e Ambientale*, vol. 3.

Mulargia F. e Castellaro S.; 2007b: Single station passive seismic stratigraphy to almost 2 km depth, Roma, GNGTS.

Ben-Menahem A. e Singh S.J.; 1981: *Seismic waves and sources*, Springer-Verlag, New York, 1108 pp.

Mucciarelli M. e Gallipoli M.R.; 2006: Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, Conf. Earthq. Eng. and Seismol., Geneva, 3-8 Sept., no. 270.

Regione Abruzzo dipartimento della protezione civile, Linee guida per la microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana.

# ALLEGATI

## PREMESSA

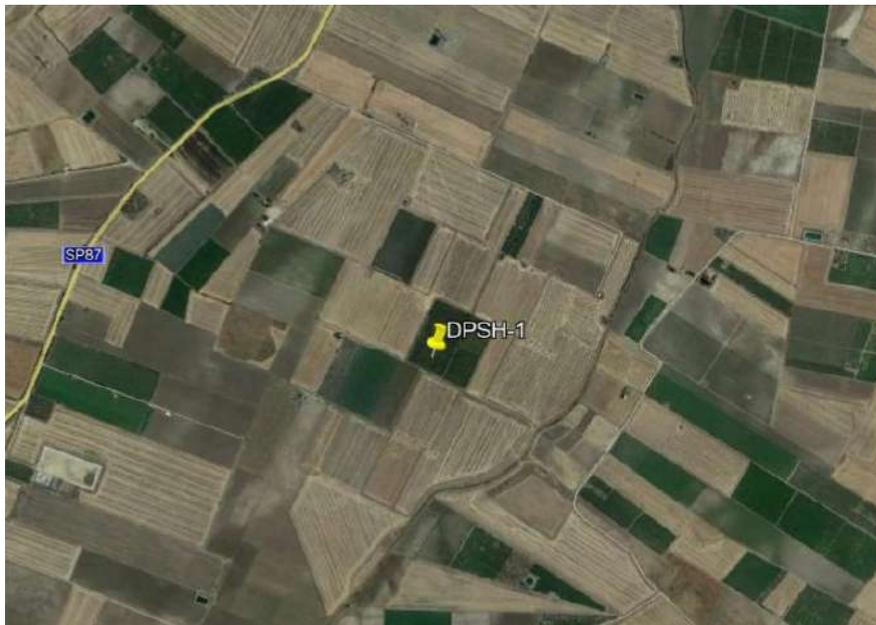
Nel mese di aprile 2020, su incarico dell'Ing. Roselli Nicola, la Società Geoprove Srl, con sede a Ruffano (LE) è stata incaricata per eseguire due prove penetrometriche presso un'area nella provincia di Foggia per la realizzazione di un impianto Fotovoltaico denominato STORNELLA.

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di indagine è individuata indicativamente dalle seguenti coordinate:

DPSH-1 Impianto fotovoltaico Stornarella cabina utente.

Lat.41°28'53,43" Long.15°68'47,84"

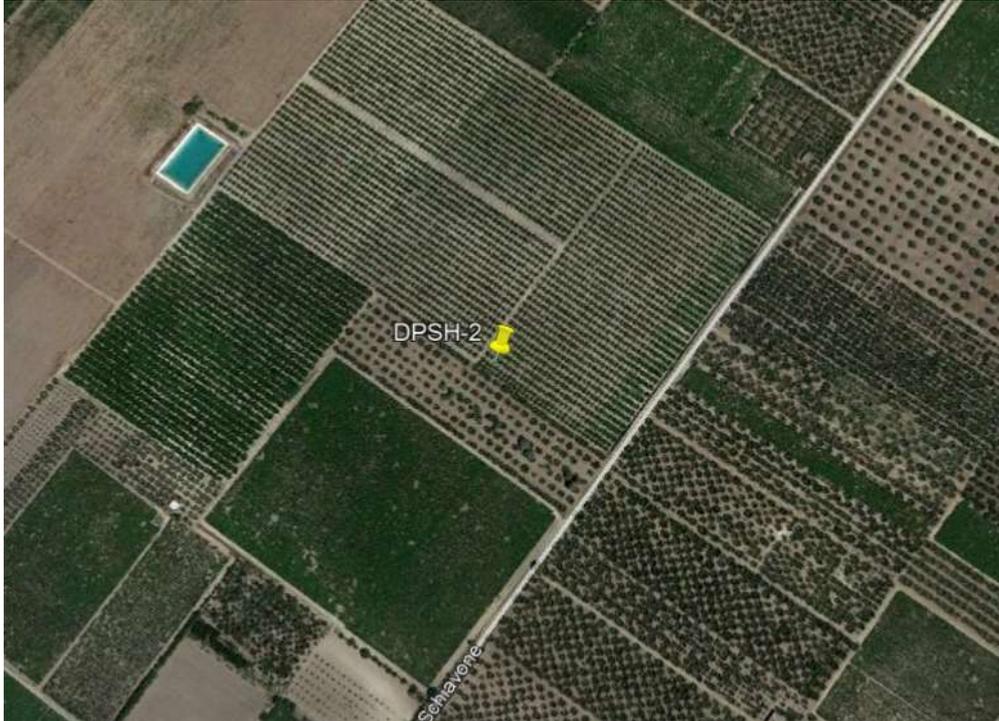


**Immagine tratta da Google Earth®**

**Area oggetto di indagine ed ubicazione indagine**

Sito n. 2, Cabina di presa è individuata indicativamente dalle seguenti coordinate:

DPSH-2 Cabina di presa Lat.41°31'39,58'' Long.15°77'53,94''



**Immagine tratta da Google Earth®**

**Area oggetto di indagine ed ubicazione indagine**

## INDAGINE GEOGNOSTICA

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla Ditta Geoprove, in conformità alle direttive del DM 17/01/2018 recante “Norme Tecniche per le costruzioni” ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi in base alle disposizioni della committenza.

Sono stati pertanto eseguiti:

- n.2 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH;

### Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

Il sondaggio penetrometrico dinamico consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica battendo sulle aste con un maglio a caduta libera e contando il numero di colpi necessari all'avanzamento della punta, di successive quantità costanti.

Le prove sono state eseguite con un penetrometro TG 63-200 della PAGANI, le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

- Maglio a caduta libera Kg 63.5
- Aste in acciaio speciale  $\phi = 50.8$  mm; L = 100 cm; Kg = 4.6
- Punta conica della superficie  $20.43$  cm<sup>2</sup>;
- Altezza di caduta libera maglio 75 cm.

Di seguito si allegano gli istogrammi penetrometrici, con i numeri di colpi registrati durante l'indagine, gli elaborati grafici e la documentazione fotografica.

***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.1***



Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.1



Dalla prova penetrometrica n. 1 è stata ricostruita la seguente successione litostratigrafia:

- da 0.00 m a 1.20 m      Terreno vegetale
- da 1.20 m a 6.00 m      Sabbie e ghiaie

***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.2***



Esecuzione prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.2



Dalla prova penetrometrica n. 2 è stata ricostruita la seguente successione litostratigrafia:

- da 0.00 m a 0.40 m      Terreno vegetale
- da 0.40 m a 5.00 m      Sabbie e ghiaie

***Ruffano, aprile 2020***

**IL DIRETTORE TECNICO**

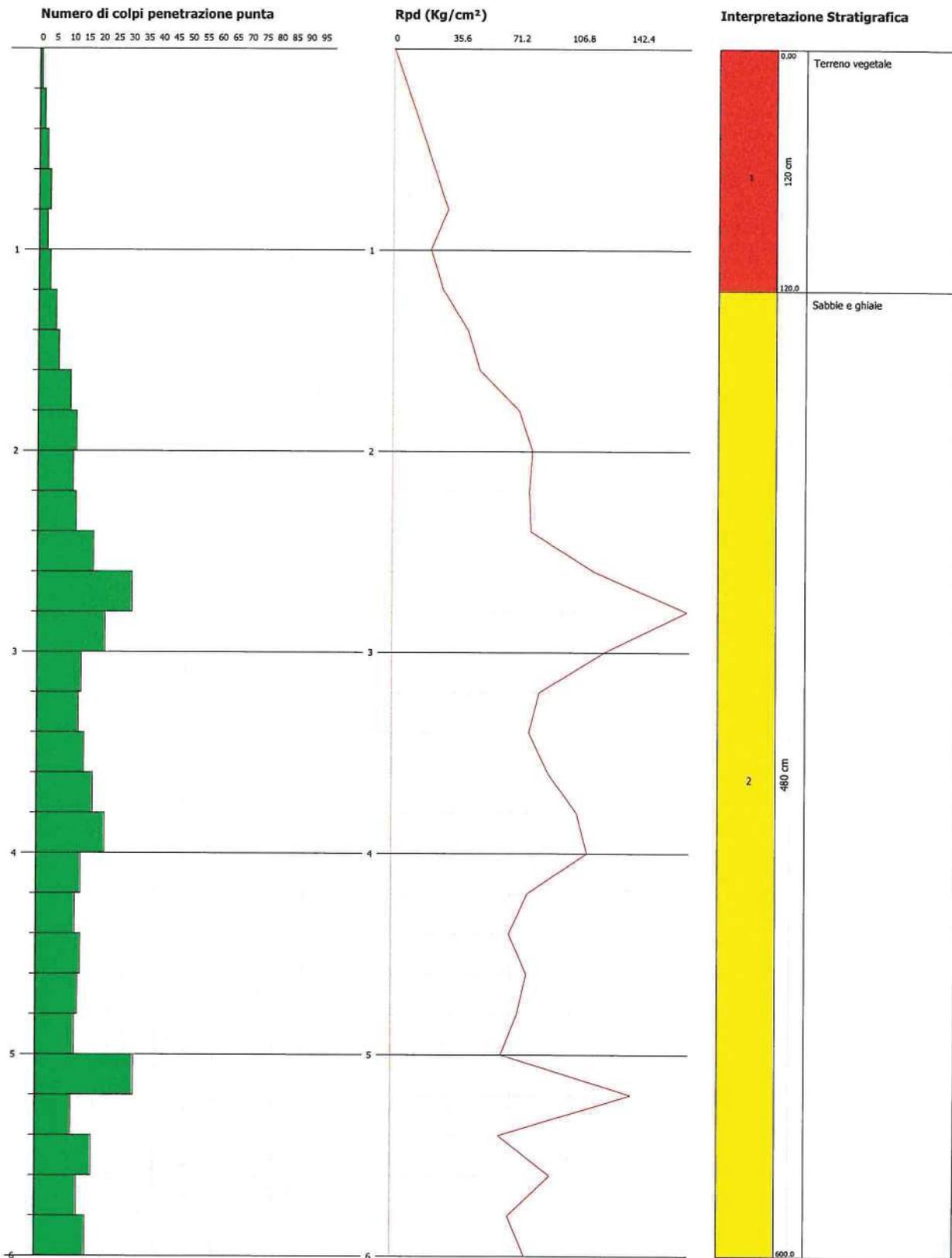
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Impianto fotovoltaico Stornarella  
 Località : Stornarella (FG)

Data :17/04/2020

Scala 1:29



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:

Cantiere: Impianto fotovoltaico Strnarella

Località: Stornarella (FG)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**OPERATORE**  
Dott. Marcello De Donatis

**RESPONSABILE**

**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 17/04/2020  
 Profondità prova 6.00 mt  
 Falda non rilevata

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	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	3	0.847	24.69	29.15	1.23	1.46
0.80	4	0.843	32.78	38.87	1.64	1.94
1.00	3	0.840	22.65	26.97	1.13	1.35
1.20	4	0.836	30.07	35.96	1.50	1.80
1.40	6	0.833	44.92	53.94	2.25	2.70
1.60	7	0.830	52.20	62.93	2.61	3.15
1.80	11	0.826	81.71	98.89	4.09	4.94
2.00	13	0.773	84.06	108.72	4.20	5.44
2.20	12	0.820	82.31	100.36	4.12	5.02
2.40	13	0.767	83.41	108.72	4.17	5.44
2.60	19	0.764	121.44	158.90	6.07	7.95
2.80	32	0.661	177.01	267.63	8.85	13.38
3.00	23	0.709	127.44	179.83	6.37	8.99
3.20	15	0.756	88.66	117.28	4.43	5.86
3.40	14	0.753	82.47	109.46	4.12	5.47
3.60	16	0.751	93.93	125.10	4.70	6.25
3.80	19	0.748	111.18	148.55	5.56	7.43
4.00	23	0.696	117.51	168.83	5.88	8.44
4.20	15	0.744	81.88	110.10	4.09	5.51
4.40	13	0.741	70.75	95.42	3.54	4.77
4.60	15	0.739	81.39	110.10	4.07	5.51
4.80	14	0.737	75.75	102.76	3.79	5.14
5.00	13	0.735	66.10	89.92	3.30	4.50
5.20	33	0.633	144.49	228.27	7.22	11.41
5.40	12	0.781	64.83	83.01	3.24	4.15
5.60	19	0.729	95.83	131.43	4.79	6.57
5.80	14	0.727	70.43	96.84	3.52	4.84
6.00	17	0.725	80.66	111.18	4.03	5.56

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Gibbs & Holtz 1957	51.32

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Sowers (1961)	34.81

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	287.68

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	146.47

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Meyerhof ed altri	2.07

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	24.32	6.00	24.32	(A.G.I.)	0.31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Ohsaki (Sabbie pulite)	1305.33

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Ohta & Goto (1978) Limi	152.146

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Navfac 1971-1982	4.77

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

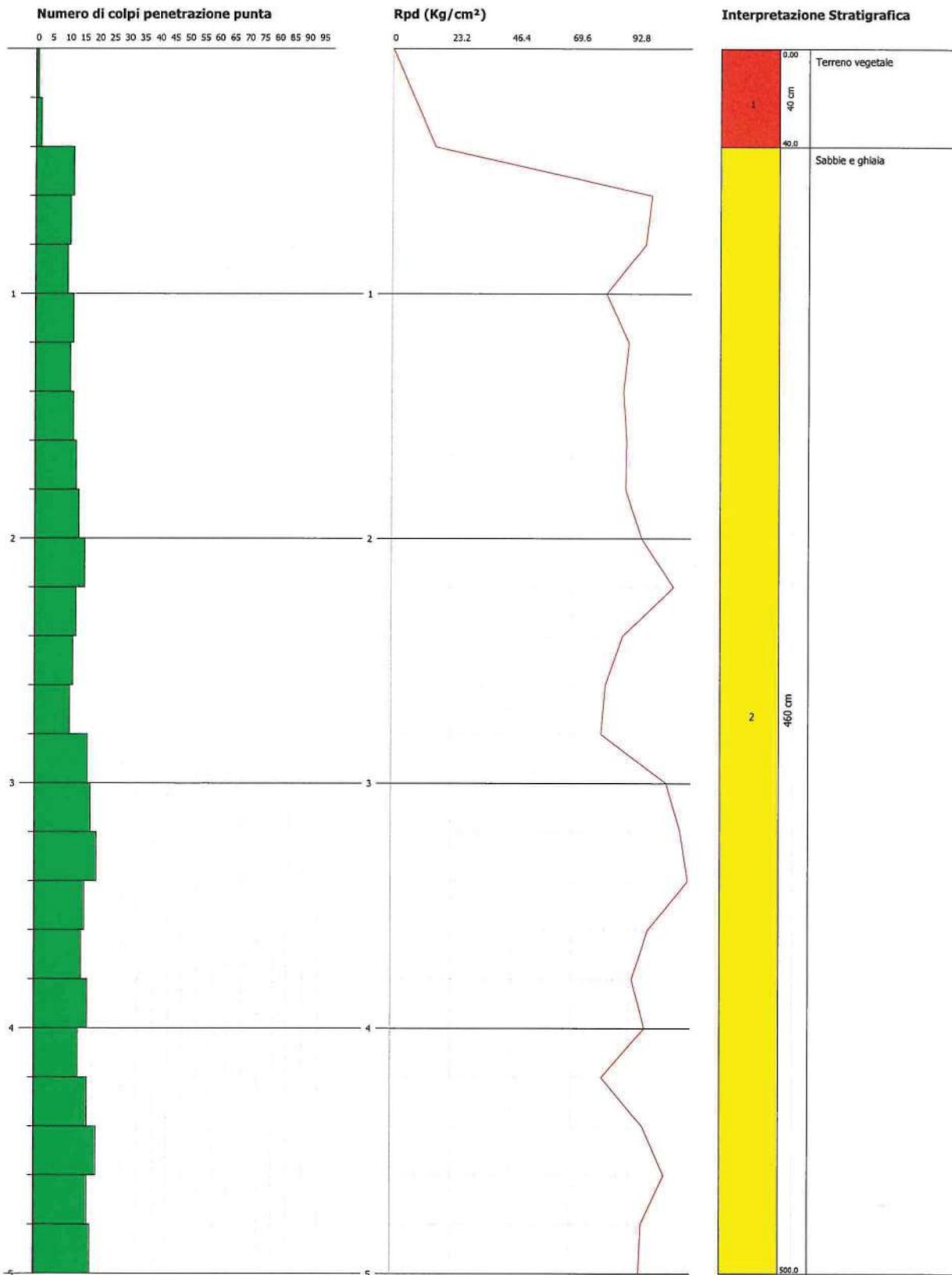
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	24.32	6.00	24.32	Robertson 1983	48.64

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Futura sottostazione e cabina di presa  
 Località : Comune di Ortanova

Data : 17/04/2020

Scala 1:24



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:

Cantiere: Futura sottostazione e cabina di presa

Località: Stornara

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**OPERATORE**

**Dott. Marcello De Donatis**

**RESPONSABILE**

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 17/04/2020  
 Profondità prova 5.00 mt  
 Falda non rilevata

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	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	13	0.797	100.69	126.33	5.03	6.32
0.80	12	0.843	98.34	116.61	4.92	5.83
1.00	11	0.840	83.04	98.89	4.15	4.94
1.20	13	0.786	91.89	116.87	4.59	5.84
1.40	12	0.833	89.85	107.88	4.49	5.39
1.60	13	0.780	91.10	116.87	4.56	5.84
1.80	14	0.776	97.71	125.86	4.89	6.29
2.00	15	0.773	97.00	125.45	4.85	6.27
2.20	17	0.770	109.49	142.18	5.47	7.11
2.40	14	0.767	89.82	117.09	4.49	5.85
2.60	13	0.764	83.09	108.72	4.15	5.44
2.80	12	0.811	81.43	100.36	4.07	5.02
3.00	18	0.759	106.77	140.73	5.34	7.04
3.20	19	0.756	112.30	148.55	5.62	7.43
3.40	21	0.703	115.49	164.19	5.77	8.21
3.60	17	0.751	99.80	132.91	4.99	6.65
3.80	16	0.748	93.62	125.10	4.68	6.25
4.00	18	0.746	98.57	132.12	4.93	6.61
4.20	15	0.744	81.88	110.10	4.09	5.51
4.40	18	0.741	97.96	132.12	4.90	6.61
4.60	21	0.689	106.24	154.15	5.31	7.71
4.80	18	0.737	97.39	132.12	4.87	6.61
5.00	19	0.735	96.60	131.43	4.83	6.57

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Gibbs & Holtz 1957	50.94

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Sowers (1961)	34.57

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	277.76

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	142.72

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Meyerhof ed altri	2.05

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	23.48	5.00	23.48	(A.G.I.)	0.31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Ohsaki (Sabbie pulite)	1262.90

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Ohta & Goto (1978) Limi	143.056

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Navfac 1971-1982	4.63

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	23.48	5.00	23.48	Robertson 1983	46.96

# STORNARELLA HVSR -1

Instrument: TRZ-0092/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 03/02/20 10:55:50 End recording: 03/02/20 11:07:51

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

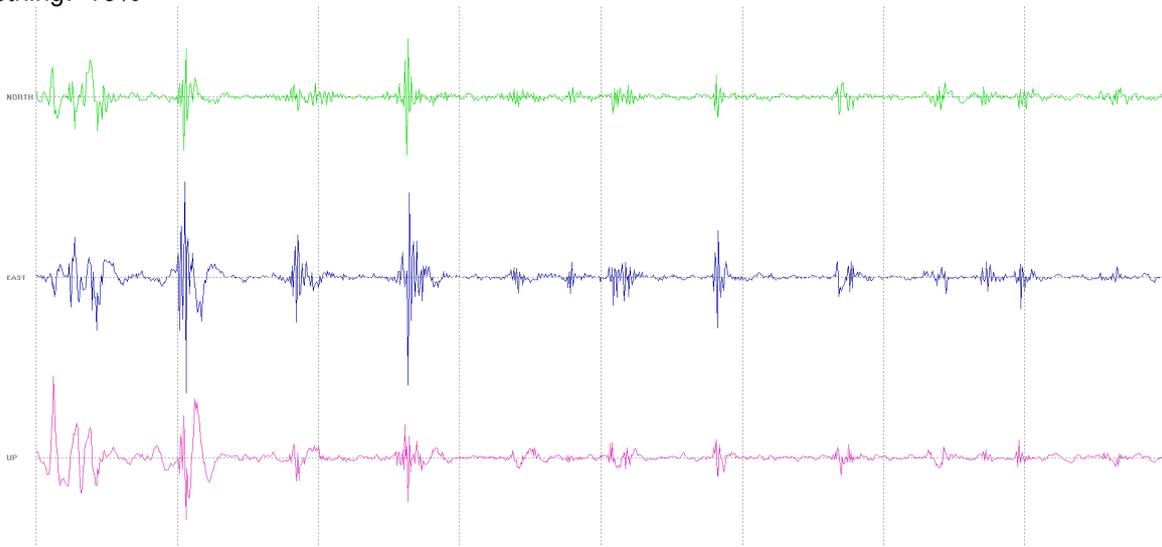
Trace length: 0h12'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

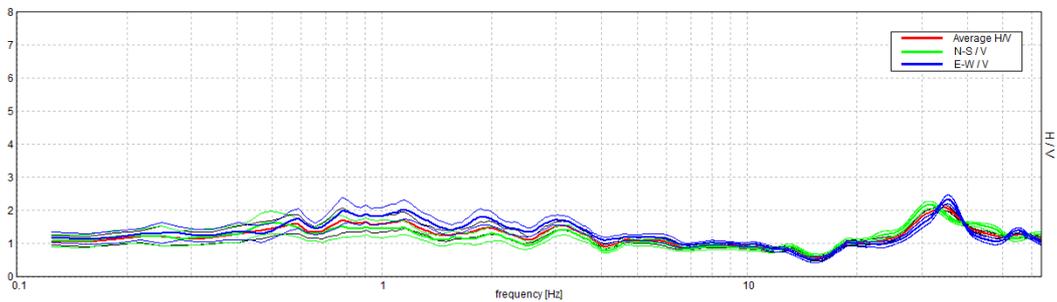
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

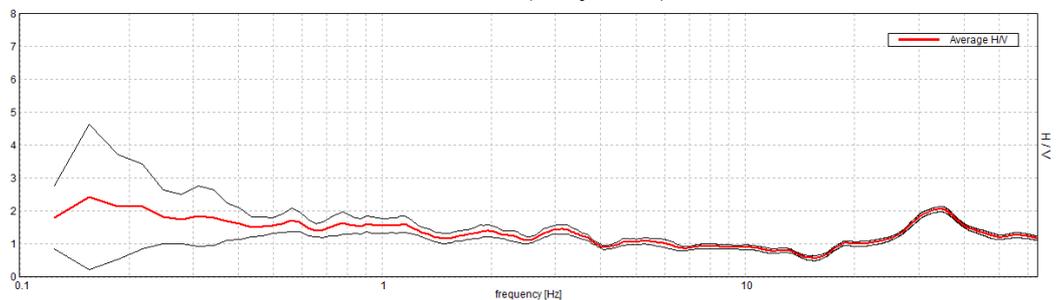


Max. H/V at 34.63 ± 12.28 Hz. Max (N-S)/V: 31.56 ± 15.8 Hz. Max (E-W)/V: 35.31 ± 25.52 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

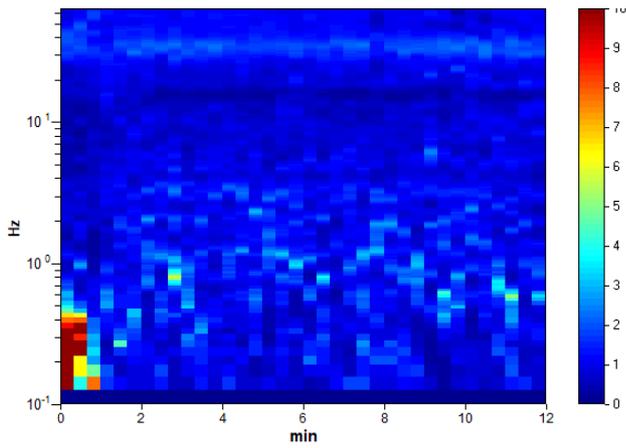


## HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

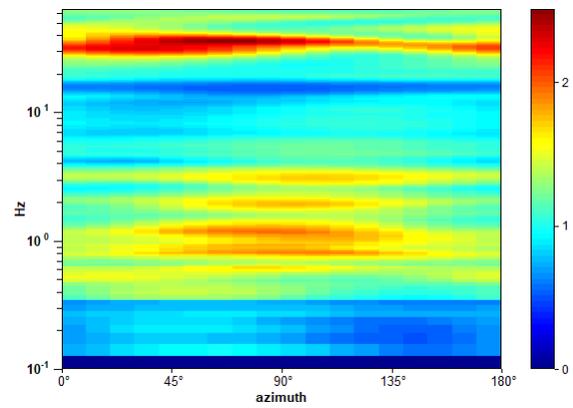
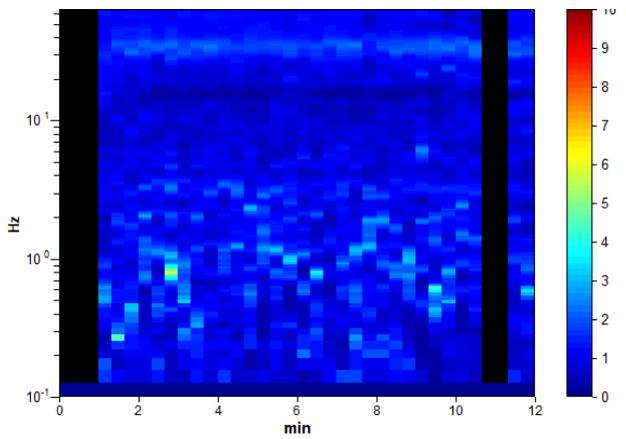
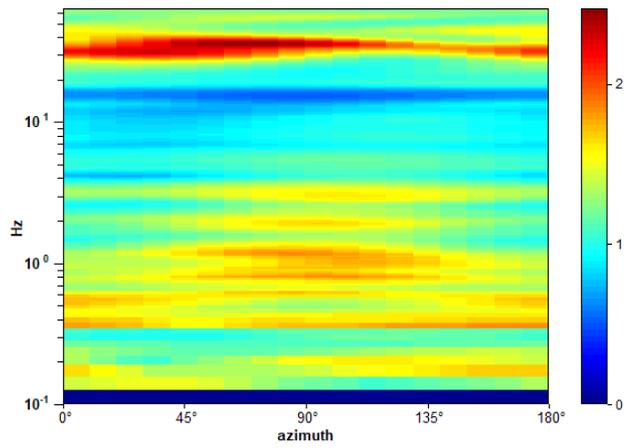
Max. H/V at 0.16 ± 0.0 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



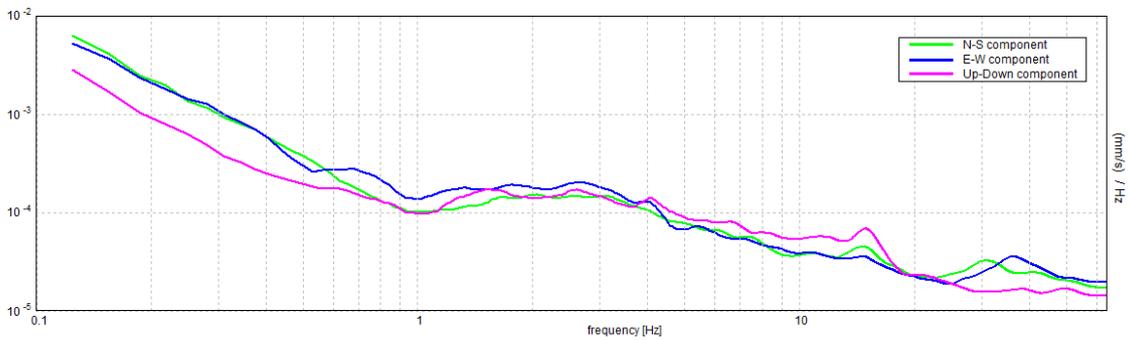
H/V TIME HISTORY



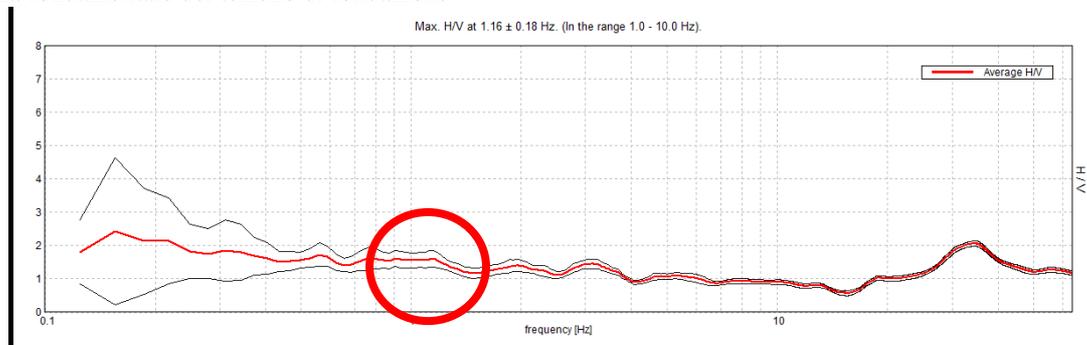
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

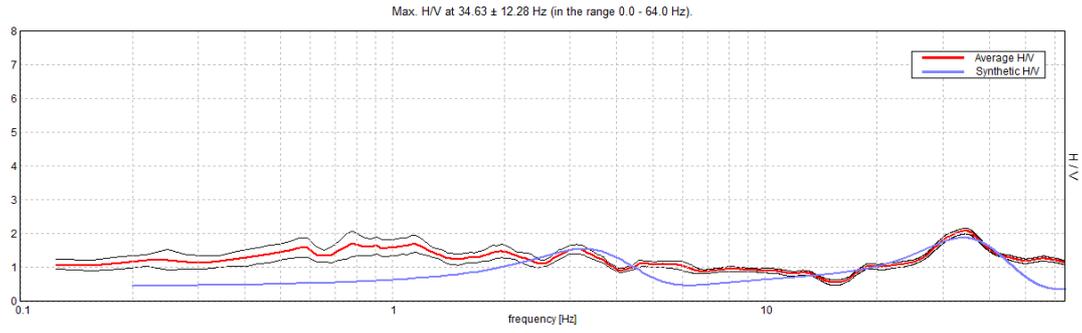


Frequenza fondamentale del terreno di fondazione



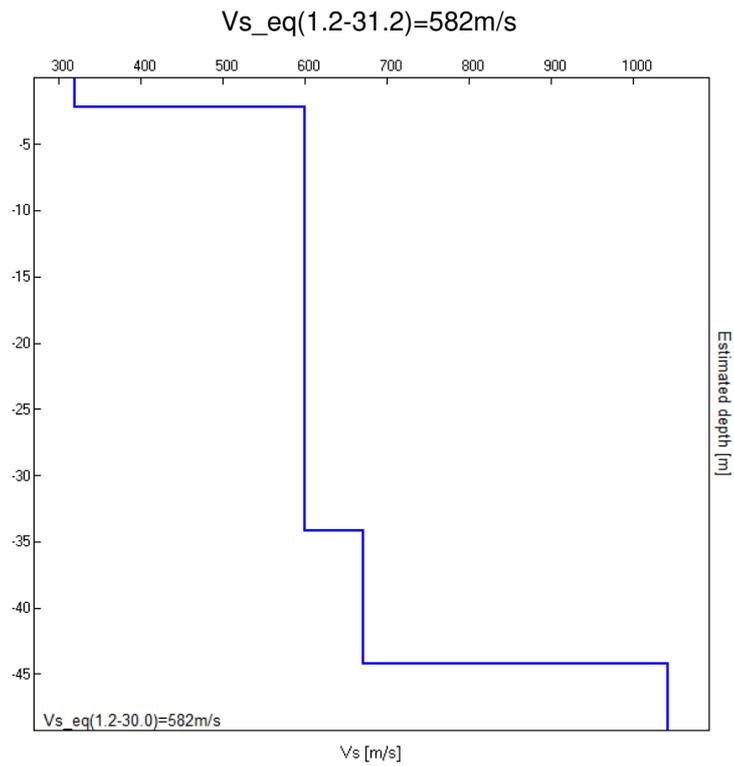
Rapporto spettrale H/V. In rosso è indicato l'H/V medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



### MODELLO D'INVERSIONE PROPOSTO

Profondità (m)	Spessore sismostrati (m)	Velocità onde Vs (m/s)
2.20	2.20	320
34.20	32.00	600
44.20	10.00	671
inf.	inf.	1042



# ORTANOVA HVSR - 2

Instrument: TRZ-0092/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 03/02/20 12:30:10 End recording: 03/02/20 12:50:11

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

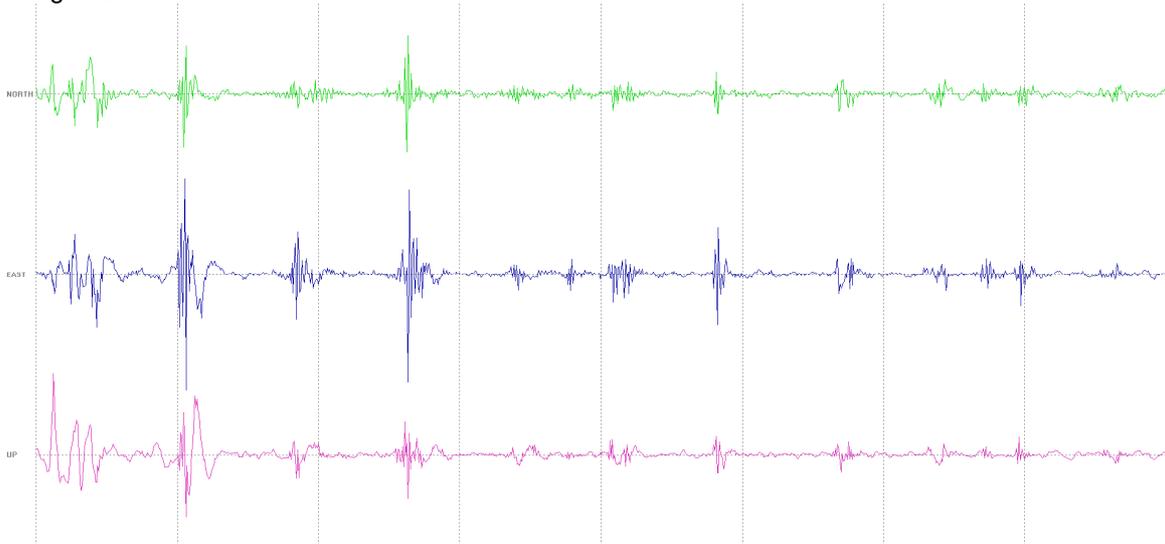
Trace length: 0h12'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

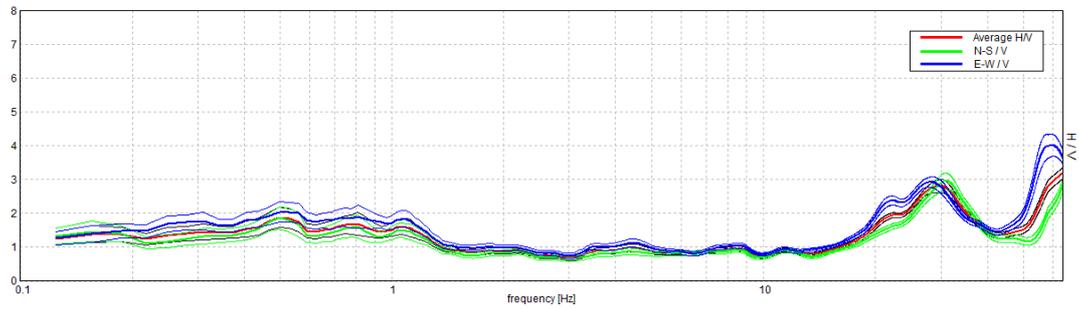
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

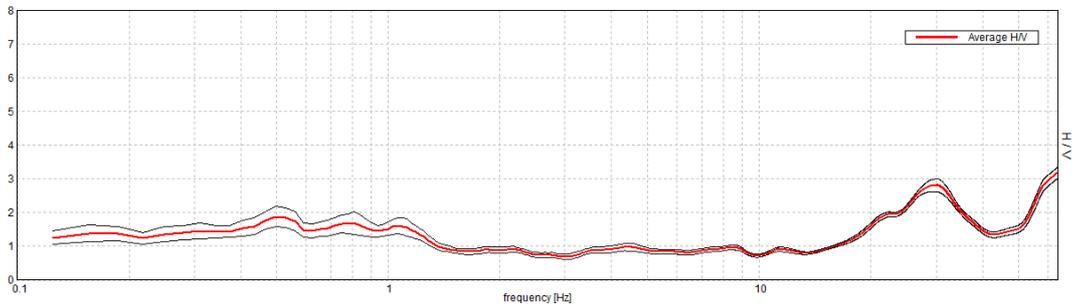


Max. H/V at 63.97 ± 14.19 Hz. Max.(N-S)/V: 30.94 ± 19.95 Hz. Max.(E-W)/V: 59.63 ± 13.31 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

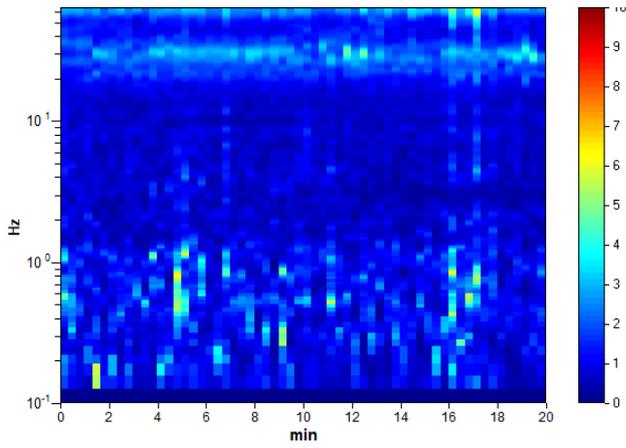


## HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

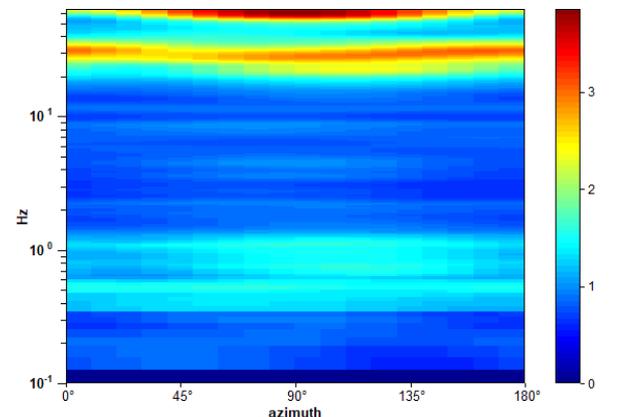
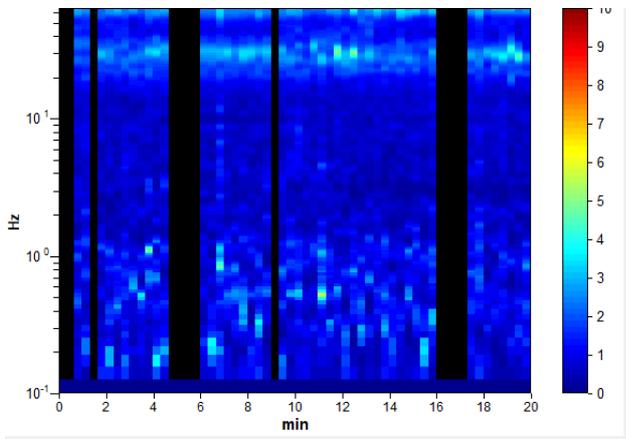
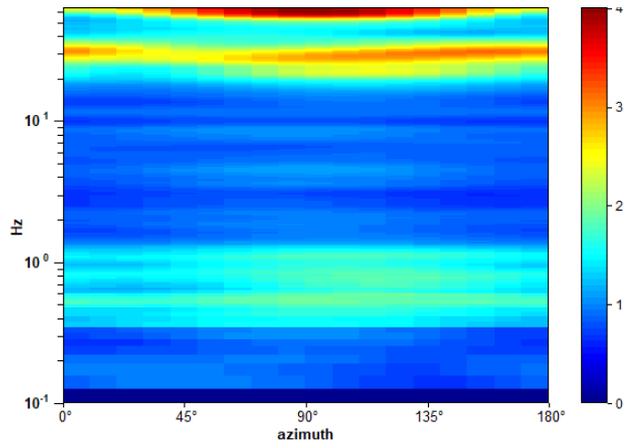
Max. H/V at 63.97 ± 14.19 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



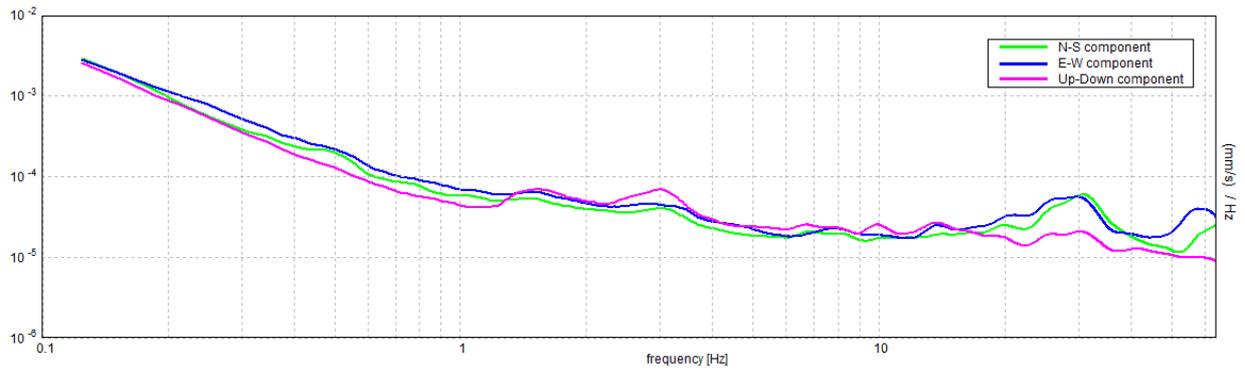
SERIE TEMPORALE H/V



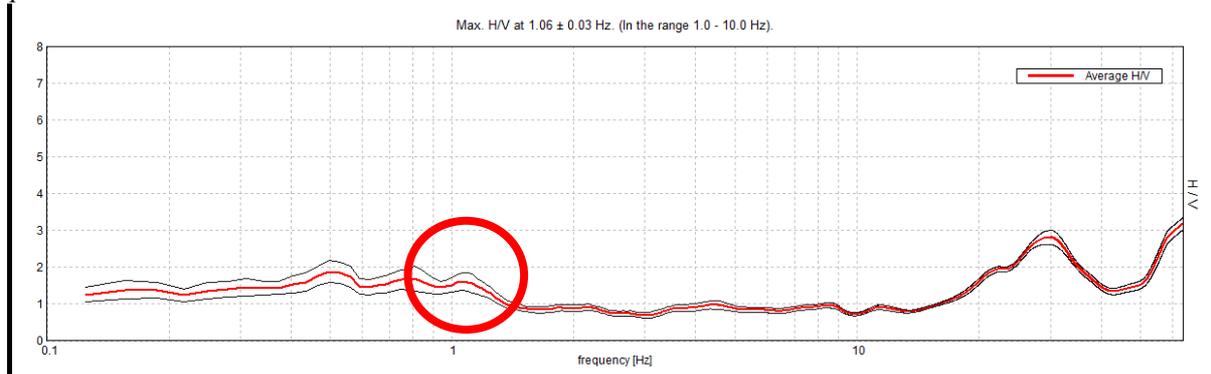
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

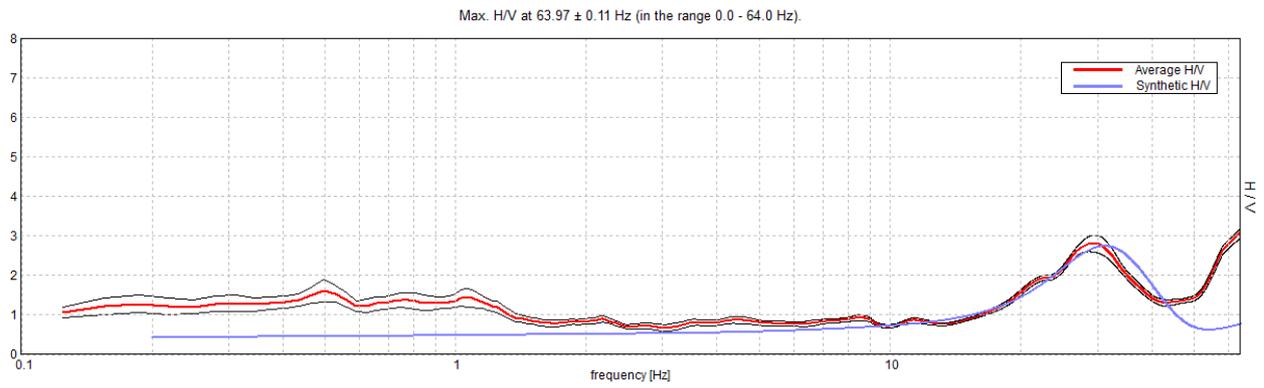


Frequenza fondamentale del terreno di fondazione



Rapporto spettrale H/V. In rosso è indicato l'H/V medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



### MODELLO D'INVERSIONE PROPOSTO

Profondità (m)	Spessore sismostrati (m)	Velocità onde Vs (m/s)
0.20	0.20	100
2.20	2.00	260
41.20	39.00	450
inf.	inf.	520

$Vs_{eq}(1.0-31.0)=437\text{m/s}$

