

# REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI PLOAGHE (SS)

## ATLAS SOLAR 3 s.r.l.

Rovereto (TN)  
Piazza Manifattura n.1, CAP 38068  
C.F. e P.IVA 03051580300  
Pec: atlassolar3@legalmail.it

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE ABBINATA AD ATTIVITA' ZOOTECNICA E AD UN IMPIANTO DI ACCUMULO INTEGRATO (STORAGE), SITO NEL COMUNE DI PLOAGHE (SS) PER UNA POTENZA NOMINALE IN A.C. DI 51520 KW ALLA TENSIONE RETE DI 36 KV, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE RICADENTI ANCHE NEL COMUNE DI CODRONGIANOS (SS).**

**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE  
COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

**ELABORATO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**



**DATA:** 30/12/2022

**SCALA :**

**aggiornamento :**

#### PROGETTISTI

Ing. Nicola ROSELLI

Ing. Rocco SALOME

#### CONSULENZE E COLLABORAZIONI

Arch. Gianluca DI DONATO  
Sea Tuscia s.r.l. - Dott. Agr. Alessandro Delogu  
Ing. Elvio MURETTA  
Archeol. Gerardo Fratianni  
Geol. Vito PLESCIA  
Per. Ind. Alessandro CORTI  
Prof. Giampaolo Pennacchioni



Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100  
Partita IVA 02943070306  
www.atlas-re.eu

revisione	descrizione	data	<b>DOC RS3.1</b>
A	RELAZIONE GEOLOGICA	30/12/2022	
B			
C			

Sono vietati l'uso e la riproduzione non autorizzati del presente elaborato

## INDICE

<b>PREMESSA.....</b>	<b>pag 1</b>
<b>NORMATIVA NAZIONALE.....</b>	<b>pag 2</b>
<b>1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>// 5</b>
<b>2. PROGETTO PAI.....</b>	<b>// 11</b>
<b>3. RISCHIO IDRAULICO.....</b>	<b>// 13</b>
<b>4. GEOLOGIA.....</b>	<b>// 23</b>
<b>5. LITOLOGIA.....</b>	<b>// 28</b>
<b>6. INDAGINI GEOGNOSTICHE E RISULTATI.....</b>	<b>// 31</b>
<b>6.1 INDAGINE GEOFISICA-SISMICA A RIFRAZIONE.....</b>	<b>// 41</b>
<b>6.2 SISMICA PASSIVA RE.MI.....</b>	<b>// 42</b>
<b>6.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE .....</b>	<b>// 43</b>
<b>6.4 RISULTATI DELLE PROVE SISMICHE A RIFRAZIONE.....</b>	<b>// 44</b>
<b>6.5 RISULTATI DELLA PROVA SISMICA PASSIVA RE.MI. AREA 1 PLOAGHE.....</b>	<b>// 47</b>
<b>6.6 RISULTATI DELLA PROVA SISMICA PASSIVA RE.MI. AREA STORAGE.....</b>	<b>// 49</b>
<b>6.7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-1.....</b>	<b>// 51</b>
<b>6.8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-2.....</b>	<b>// 52</b>
<b>6.9 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-3.....</b>	<b>// 53</b>
<b>6.91 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-4.....</b>	<b>// 54</b>
<b>6.92 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-5.....</b>	<b>// 55</b>
<b>6.93 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-6.....</b>	<b>// 56</b>
<b>6.94 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-7.....</b>	<b>// 57</b>
<b>6.95 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-8.....</b>	<b>// 58</b>
<b>RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA.....</b>	<b>// 59</b>
<b>VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE.....</b>	<b>// 60</b>

<b>7. SISMICA.....</b>	<b>// 61</b>
<b>7.1 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA ALLO STUDIO.....</b>	<b>// 61</b>
<b>7.2 CLASSIFICAZIONE DEL SITO METODO PREVISTO DAL D.M. 17 GENNAIO 2018..</b>	<b>// 63</b>
<b>8. CONCLUSIONI.....</b>	<b>// 64</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>// 67</b>

*PLANIMETRIA SATELLITARE IMPIANTO AGRIVOLTAICO*

*PLANIMETRIA UBICAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*CARTA GEOMORFOLOGICA IMPIANTO AGRIVOLTAICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*CARTA PAI DEL RISCHIO IDRAULICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*CARTA PAI DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*CARTA PAI DELLA PERICOLO IDRAULICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*CARTA PAI DELLA PERICOLO GEOMORFOLOGICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*CARTA GEOLOGICA IMPIANTO AGRIVOLTAICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*CARTA LITOLOGICA IMPIANTO AGRIVOLTAICO Scala 1 : 10.000/5.000*

*PLANIMETRIA SATELLITARE UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE*

*DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*

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

### **ALLEGATI**

*INDAGINE GEOFISICA TABELLE E GRAFICI SISMICA A RIFRAZIONE . SISMICA PASSIVA*

*TABELLE E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH*

### **TAVOLE ALLEGATE FORMATO A0**

*TAV.1 PLANIMETRIA SATELLITARE IMPIANTO AGRIVOLTAICO Scala 1 : 5.000*

*TAV.2 PLANIMETRIA UBICAZIONE AREE ALLO STUDIO Scala 1 : 5.000*

*TAV.3 CARTA GEOMORFOLOGICA IMPIANTO AGRIVOLTAICO Scala 1 : 5.000*

*TAV.4 CARTA PAI DEL RISCHIO IDRAULICO Scala 1 : 5.000*

TAV.5 CARTA PAI DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO Scala 1 : 5.000

TAV.6 CARTA PAI DEL PERICOLO IDRAULICO Scala 1 : 5.000

TAV.7 CARTA PAI DEL PERICOLO GEOMORFOLOGICO Scala 1 : 5.000

TAV.8 CARTA DELLA PERMEABILITA' Scala 1 : 5.000

TAV.9 CARTA GEOLOGICA Scala 1 : 5.000

TAV.10 CARTA LITOLOGICA Scala 1 : 5.000

## PREMESSA

Per conto della Società ATLAS SOLAR 6 S.R.L., con sede in Piazza Manifattura n.1 Trento, 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, per la costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico, per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile abbinata ad attività zootecnica e ad un impianto di accumulo integrato (Storage), sito nel Comune di Ploaghe (SS) per una potenza nominale in A.C. di 51520 KW alla tensione rete di 36 KV, e delle relative opere di connessione ricadenti anche nel Comune di Codrongianos (SS). L'impianto totale occupa tre aree distinte 1, 2 e 3 ed un'area a parte che funge da Storage. Dette aree sono collocate in senso territoriale a Nord-Est del Comune di Ploaghe (SS) in località Monte Sa Pala. Mentre l'area Storage è posizionata a Sud-Ovest di Ploaghe (SS) in località Domo Pireddu. 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'area 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 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.

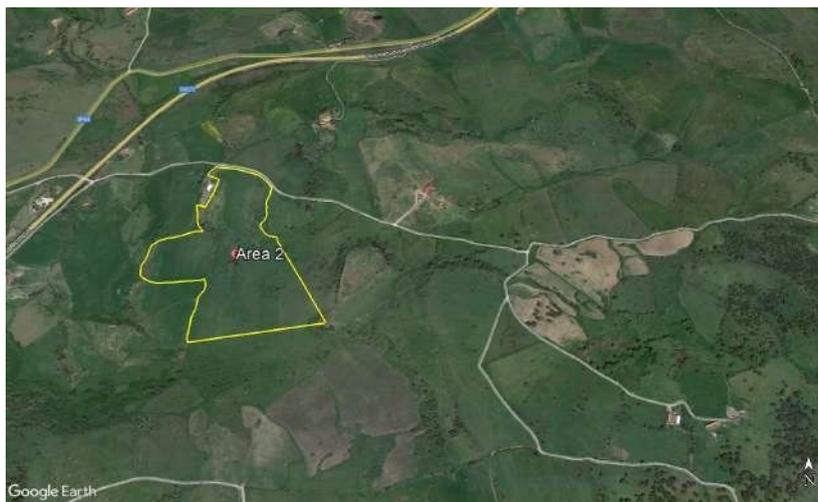
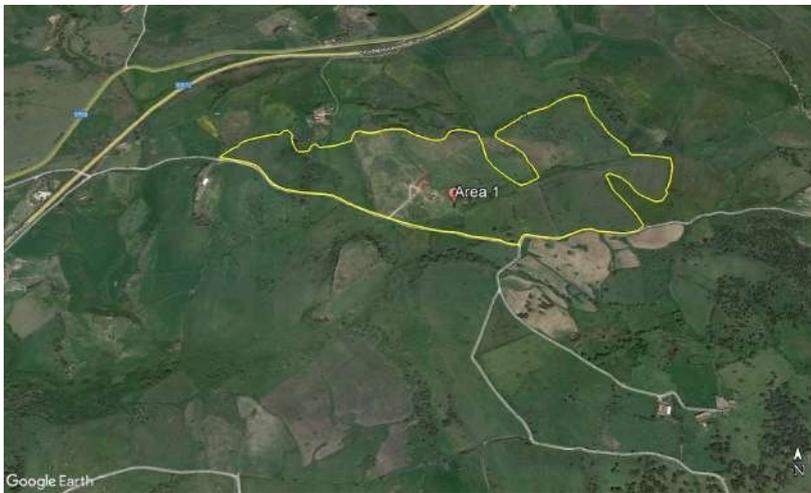
Nell'area destinate ai campi agrivoltaici e nell'area Storage, per la ricostruzione della serie litostratigrafica locale e per conoscere i parametri geotecnici dei terreni sono state effettuate otto prove penetrometriche dinamiche continue DPSH, sette prove di sismica a rifrazione e due prove di sismica passiva RE.MI ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019. L'indagine è stata realizzata dalla Società dalla Società TERGAM S.r.l. con sede in Via G. Verdi, 7 Quartu S. Elena (CA). Mentre per la redazione delle carte tematiche è stato utilizzato il programma QGIS 3.6 e sono stati utilizzati i dati cartografici in shape file della Regione

Sardegna, i dati dell'autorità di bacino (PAI). Di seguito si espongono le risultanze di che trattasi e le considerazioni emerse dallo studio effettuato.

#### NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

- 1) Circolare Min. LL.PP. 31/10/1986 - "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche".
  - 2) D.M. 11/03/1988 - "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
  - 3) Circ. LL.PP. n. 30483 (Pres. Cons. Sup. - Servizio Tecnico Centrale) 24/09/88 " Legge 2/2/64 n. 64 art. 1 - D.M. 11/03/88 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
  - 4) O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni ed integrazioni.
  - 5) D.M. 14/01/2008 - "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
  - 6) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1977 - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
  - 7) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1994 - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".
  - 8) Nuove norme tecniche per le costruzioni 2018 e circolare esplicativa 2019
  - 9) D. M. 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC2018), pubblicato nella G.U. del 20.02.2008 n.42 e s.m.i.
  - 10) Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018".
- Normativa Regionale
- 11) Piano Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna aggiornato con Delibera G.R. n. 54/33 del 30/12/04.

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



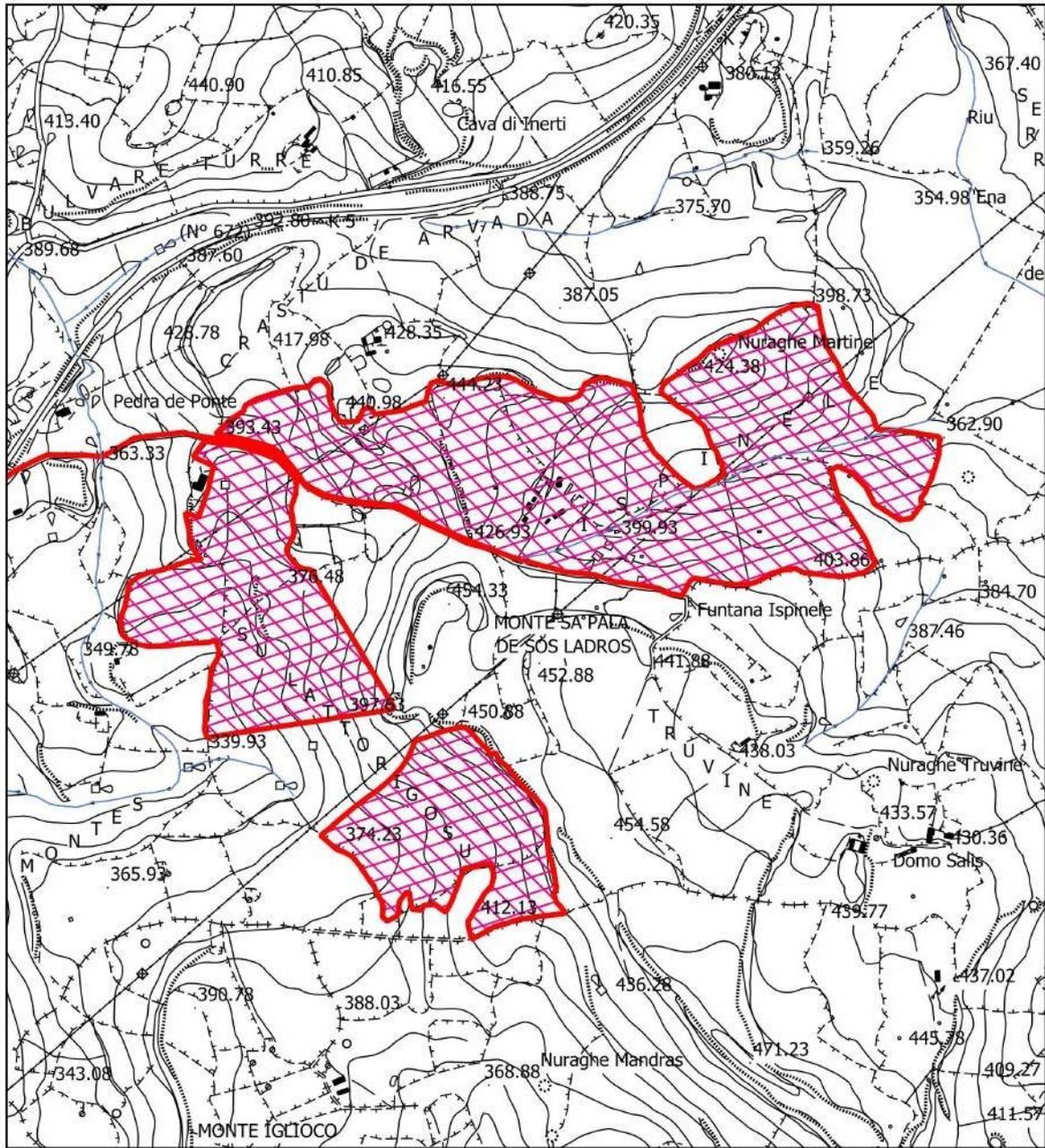


## 1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELLE AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO

Il territorio interessato dal presente studio è topograficamente individuabile, nei Fogli n° 193 Bonovra e 180 Sassari al 100.000, e nelle Carte Tecniche Regionali elementi 460090, 460100, alla scala 1 : 10.000. In particolare l'area interessate dai pannelli fotovoltaici sono poste a Nord-Est del Comune di Ploaghe (SS). Territorialmente l'area deputate sono delimitate a Nord dalla Strada Sratale 672, ad Est dalla Contrada Serra Maniales a Sud da Monte Iglioco ed infine ad Ovest dalla Contrada Ottila. Mentre l'area Storage si trova nei pressi di Domo Piredu a Sud-Est di Ploaghe (SS). L'assetto geomorfologico di un territorio è determinato dall'interazione tra le caratteristiche geologico-strutturali dei terreni presenti in affioramento e gli agenti morfogenetici predominanti in quella particolare area. Partendo dalla tettonica, che deforma i corpi litologici di un'area dando luogo a forme cosiddette "strutturali", la risposta dei terreni varia a seconda che siano presenti in affioramento rocce coerenti, pseudocoerenti o incoerenti, infatti, queste grandi categorie di terreni hanno una risposta profondamente diversa all'azione degli agenti esogeni. Le litologie di tipo pseudocoerente si conformano secondo rilievi dall'andamento spesso mammellonare, regolari, interrotti localmente da forme geomorfologiche legate ad attività erosiva intensa; mentre le litologie coerenti e/o cementate danno luogo a forme più acclivi e dall'andamento più accidentato ed irregolari. Questa marcata differenziazione di origine "strutturale" viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta "erosione selettiva", ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici che, nel sistema morfoclimatico attuale, sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica. Le litologie coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono quindi a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudocoerenti. La morfologia derivata in quest'ambito è di media-alta collina e l'area deputate all'impianto altimetricamente presentano quote minime di mt 374.00, massime di mt.444 s.l.m. Per quanto riguarda il progetto PAI dalla verifica effettuata in loco risulta che un piccolo lembo di terra nell'area tre presenta una pericolosità geomorfologica media HG2 ed un rischio geomorfologico medio RG2. Tuttavia questo piccolo lembo di terra non è interessato dall'impianto agrivoltaico. Dalla lettura delle carte Iffi si evince che le aree non risultano interessate da fenomeni franosi in quanto le aree presentano una bassissima pendenza che non permette l'instaurarsi di fenomeni franosi. Pertanto

nelle aree allo studio ed in quelle vicinorie non si riscontrano fenomeni franosi in atto o potenziali, fenomeni quiescenti, fenomeni franosi stabilizzati zone di erosione o di ruscellamento accelerato.

Tutto ciò è visibile, nella carta geomorfologica e nelle carte del rischio e pericolosità geomorfologica nelle carte del rischio e pericolosità idraulica redatta dall'autorità di bacino ed allegata al Piano di Assetto Idrogeologico (Ved. Tavole 2,3,4,5,6,7).

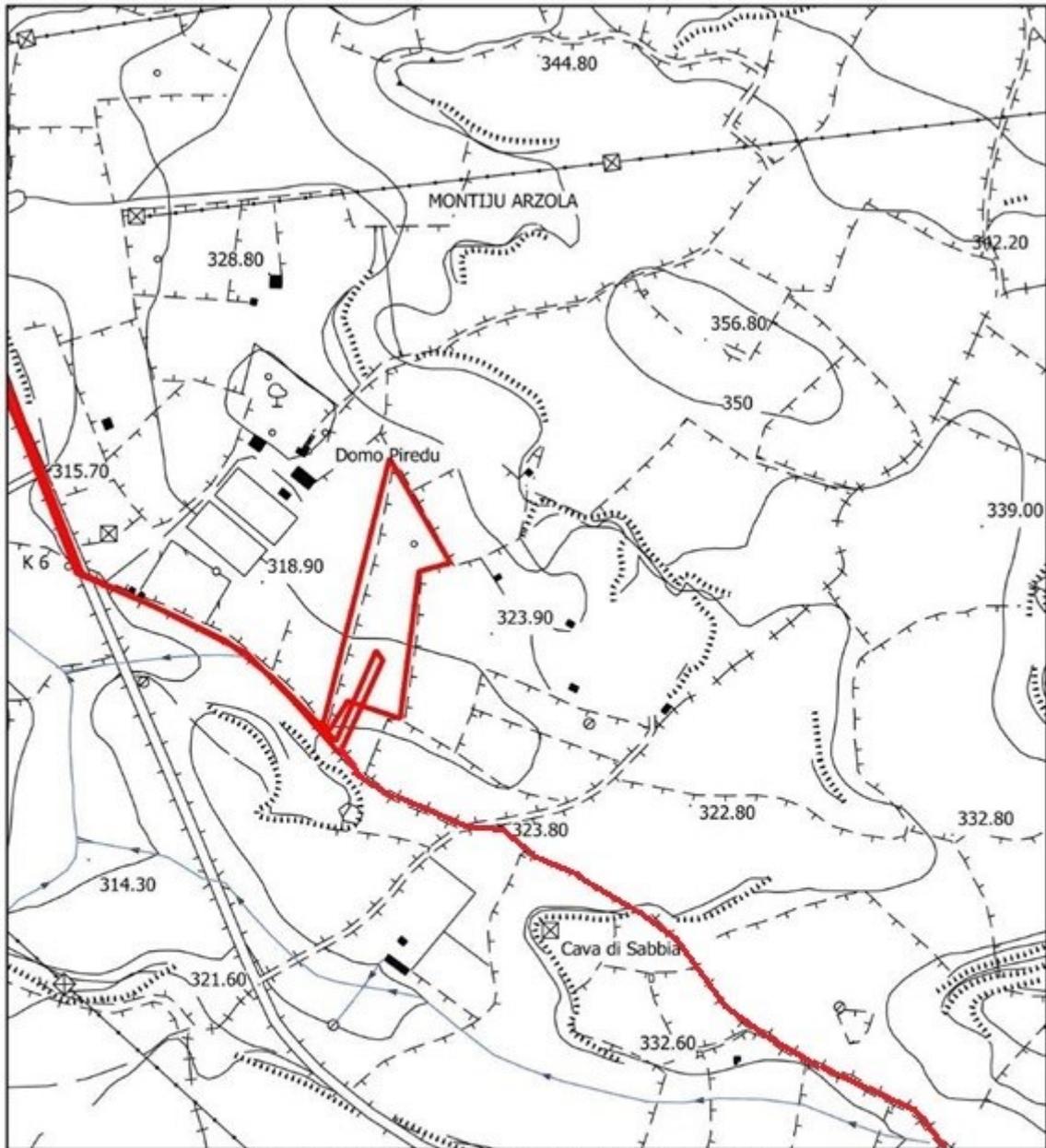


PLANIMETRIA UBICAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
-  Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
-  Area Storage
-  Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

Scala 1 : 10.000

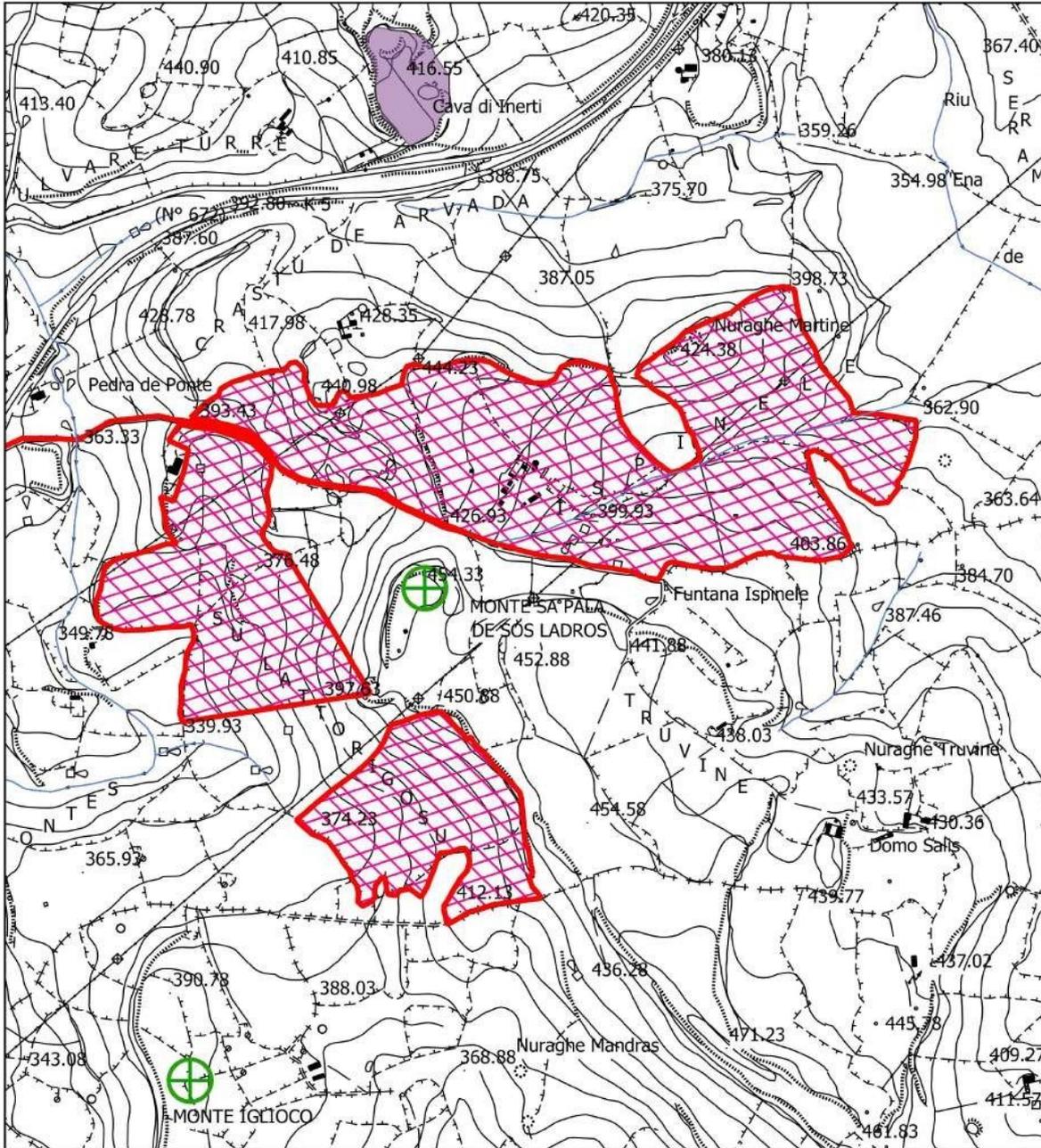


PLANIMETRIA UBICAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
- ☒ Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
- ☐ Area Storage
- Percorso Connessione Ploghe+accumulo

Scala 1 : 5.000



CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1 : 10.000

Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
- Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
- Area Storage
- Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

GEOMORFOLOGIA

- Punto sommitale
- Cava

GEOMORFOLOGIA

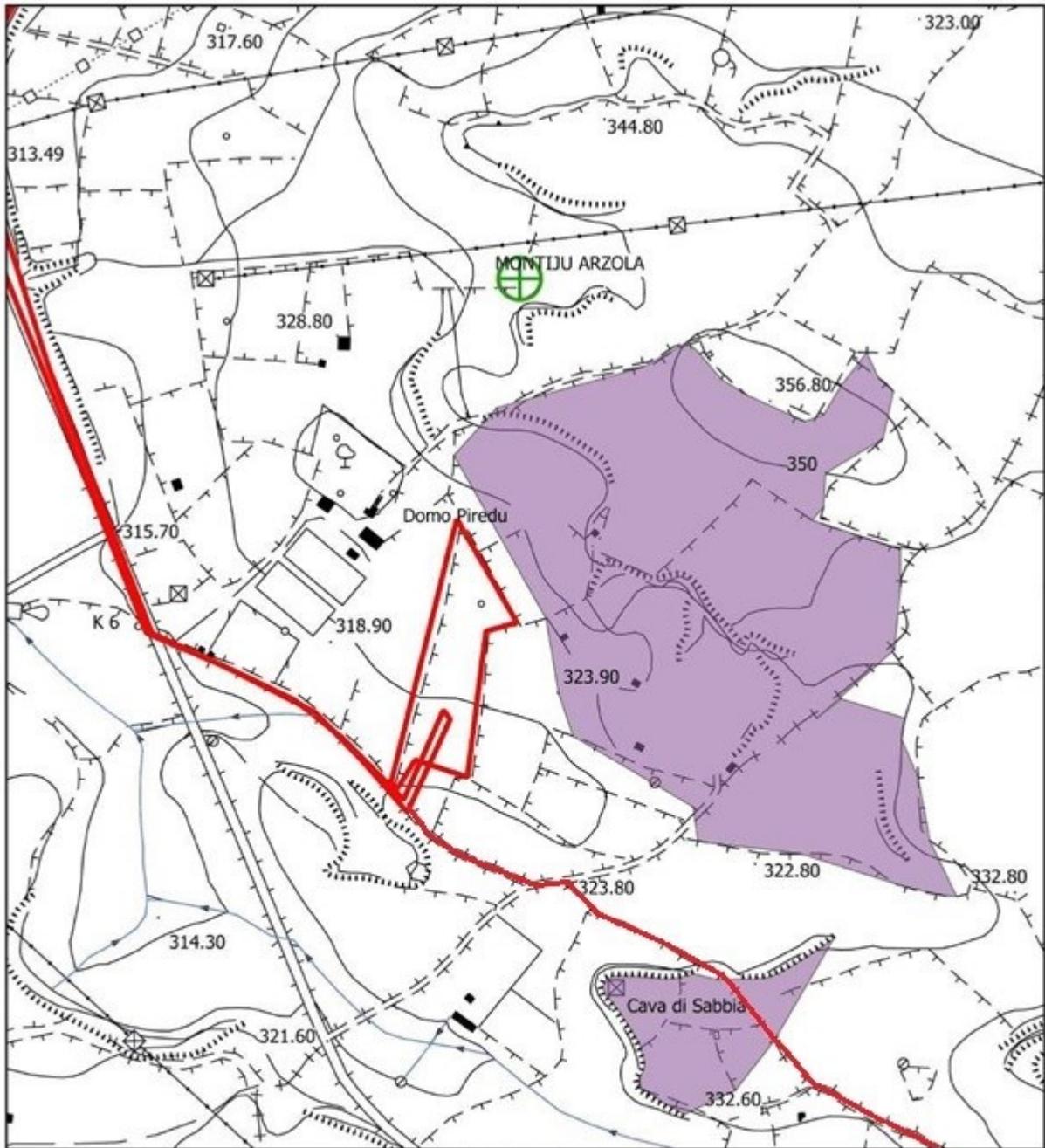
Catalogo frane - Frane poligonali

- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento rotazionale,
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- n.d.

GEOMORFOLOGIA

Catalogo frane - Aree soggette a franosità diffuse

- Aree soggette a crolli/ribaltam
- Aree soggette a sprofondame
- Aree soggette a frane superfir



CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1 : 5.000

Legenda

— 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler

Aree preposte per l'impianto agrivoltaico

Area Storage

Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

GEOMORFOLOGIA

Punto sommitale

Cava

GEOMORFOLOGIA

Catalogo frane - Frane poligonali

- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento rotazionale
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- n.d.

GEOMORFOLOGIA

Catalogo frane - Aree soggette a franosità diffuse

- Aree soggette a crolli/ribaltam
- Aree soggette a sprofondame
- Aree soggette a frane superfic

## 2. PROGETTO PAI SARDEGNA

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 e rischio idraulico e le aree a pericolosità e rischio geomorfologico.

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

### AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

- 1) Aree a pericolosità idraulica moderata – (Hi1);
- 2) Aree a pericolosità idraulica media – (Hi2);
- 3) Aree a pericolosità idraulica elevata – (Hi3);
- 4) Aree a pericolosità idraulica molto elevata – (Hi4);

### AREE A PERICOLOSITA' DA FRANA

- 5) Aree a pericolosità nulla – (Hg0);
- 6) Aree a pericolosità moderata da frana – (Hg1);
- 7) Aree a pericolosità media da frana – (Hg2);
- 8) Aree a pericolosità elevata da frana – (Hg3);
- 9) Aree a pericolosità molto elevata da frana – (Hg4);

### AREE A RISCHIO IDRAULICO

- 1) Aree a rischio idraulico moderato – Ri1;
- 2) Aree a rischio idraulico medio – Ri2;
- 3) Aree a rischio idraulico elevato – Ri3;
- 4) Aree a rischio idraulico molto elevato – Ri4;

### AREE A RISCHIO FRANA

- 1) Aree a rischio nullo – Rg0;
- 2) Aree a rischio frana moderato – Rg1;
- 3) Aree a rischio frana medio – Rg2;
- 4) Aree a rischio frana elevato – Rg3;
- 5) Aree a rischio frana molto elevato – Rg4;

Nell' aree allo studio (Ved. Tav. 3,4,5,6,7) dalle verifiche effettuate non sono presenti pericolosità idraulica e rischio idraulico. Mentre risulta che un piccolo lembo nell'area tre che presenta una pericolosità geomorfologica media HG2 ed un rischio geomorfologico medio RG2. Tuttavia questo piccolo lembo di terra non è interessato dall'impianto agrivoltaico.

### 3. RISCHIO IDRAULICO

Premesso che per bacino idrografico, o bacino imbrifero, si intende la porzione di superficie terrestre, limitata dalla linea di displuvio o spartiacque, entro la quale si raccolgono e defluiscono le acque derivanti dalle precipitazioni liquide (pioggia), dallo scioglimento delle nevi, da eventuali sorgenti. Le acque defluiscono in superficie attraverso la rete di drenaggio oppure in sotterraneo (falda freatica o artesiana) fino a giungere alla sezione di chiusura.

Inoltre, un bacino idrografico può essere suddiviso in sottobacini in cui si mettono in evidenza la presenza di aree intermedie definite come interbacini, spesso prive di rete di drenaggio completamente sviluppata.

Un bacino idrografico presenta, dal punto di vista morfologico, tre zone, in genere facilmente distinguibili :

- 1) Il bacino di raccolta come produttore di sedimenti e di deflusso. Si identifica con la parte del sistema situata alle quote più elevate, altrimenti denominata “zona di testata” (upland o headwater).
- 2) Il canale di trasferimento in cui avviene il deflusso dei sedimenti.
- 3) I conoidi alluvionali, oppure le zone deltizie in cui il deflusso viene recapitato al recipiente (mare, lago o altro corso d'acqua). Vi si verifica principalmente deposizione dei materiali trasportati. Ai fini della definizione del **rischio** diventa necessario stabilire l'arco temporale entro cui si decide di accettare il verificarsi di un evento di entità uguale o superiore ad uno già verificatosi. Tale arco temporale può essere la vita prevista per un'opera o un intervento. Il grado di esposizione di un'area a fenomeni naturali quali gli allagamenti, le frane, le valanghe ( e così via fino alle eruzioni vulcaniche ed ai terremoti).

Il **rischio** cui è esposto un bene dovrebbe essere calcolabile mediante procedure oggettive (ciò non significa affatto esatte né definitive) e almeno dal punto di vista lessicale sono state proposte alcune definizioni di base che permettono di distinguere:

**Pericolosità ( $H$ )** : traduce il termine *hazard* o *natural hazard* ed indica la probabilità che si verifichi entro un assegnato intervallo di tempo ed entro una area assegnata un fenomeno potenzialmente dannoso. Pertanto, il termine *rischio idraulico*, indicante la probabilità che in un periodo di  $n$  anni, si presenti un evento uguale o superiore all'evento stimato con tempo di ritorno  $T$

data dalla relazione (KITE, 1988)  $n R = 1 - (1 - 1/T)$  assume un significato simile e più limitato di *pericolosità*. Anche il termine francese *risque* dovrebbe assumere lo stesso significato.

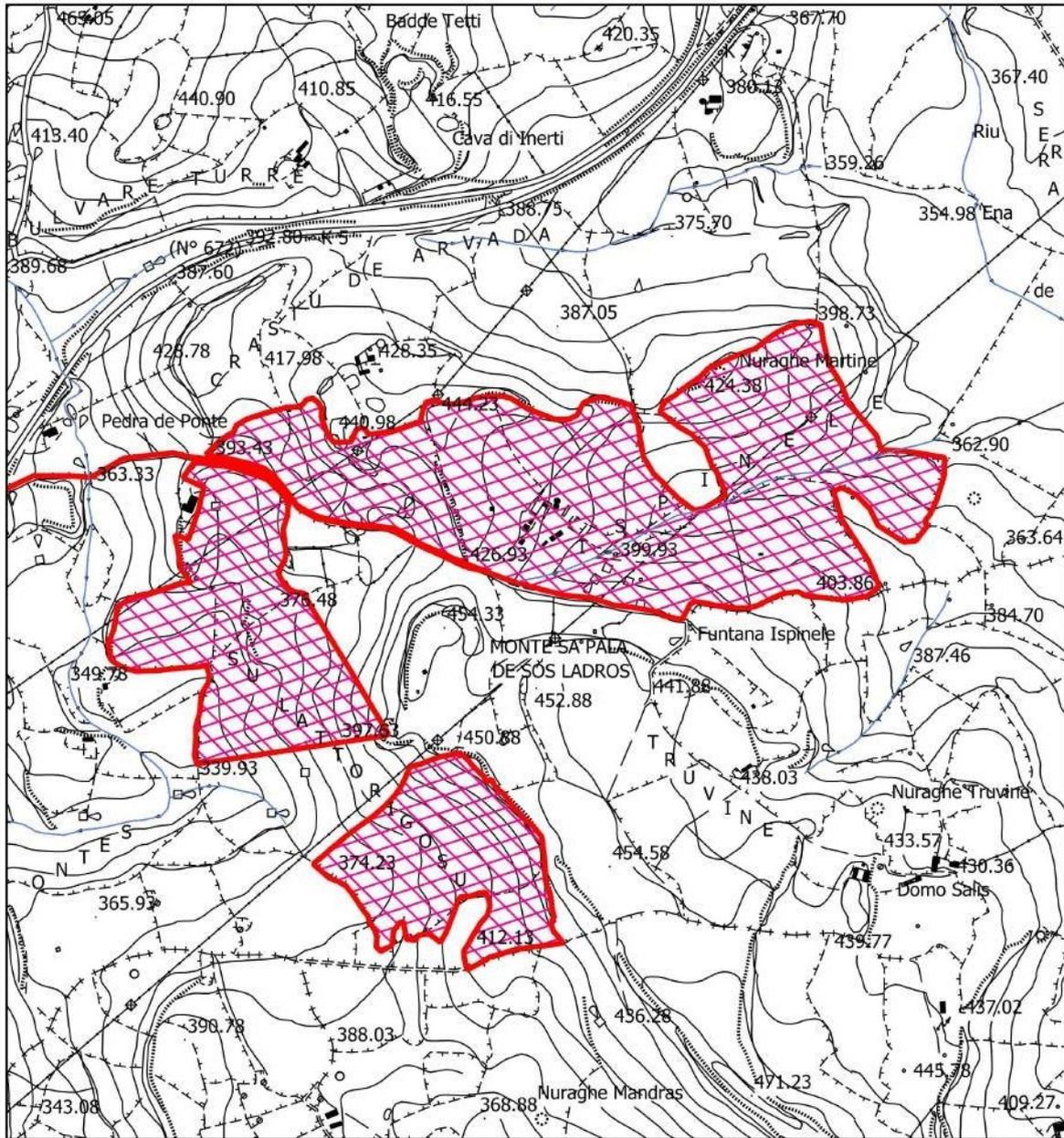
**Vulnerabilità (V)** : indica il grado delle perdite arrecate ad un bene o ad una pluralità di beni (esposti a rischio) a seguito del verificarsi di un fenomeno naturale di assegnata entità. Si esprime con riferimento ad una scala di valori compresa fra 0 (nessun danno) e 1 (perdita totale).

**Rischio specifico (R)** : indica l'entità del danno atteso a seguito di un particolare fenomeno naturale. Si esprime con il prodotto  $R_s = H \times V \times s$ .

**Elemento o bene a rischio (E)** : indica la popolazione, le proprietà, le attività economiche, inclusi i servizi pubblici che si trovano esposti al pericolo di un evento naturale in una determinata area.

**Rischio totale (Rt)** : indica il numero atteso di morti, feriti, danni alle proprietà o interruzione di attività economiche a seguito di un evento naturale ed è perciò dato dal prodotto  $R_t = R_s \times E = E \times H \times V$ .

Considerando che le aree in esame fanno parte delle zone di testata di un piccolo rigagnolo, si esclude la possibilità ed il verificarsi di fenomeni inondabili o alluvionali in quanto detti fenomeni si accentuano e si verificano in zone terminali di un bacino idrografico. Tali rilievi sono confermati dalla carta del rischio idraulico e dalla carta della pericolosità idraulica redatte dall'autorità di bacino allegate al presente rapporto nel progetto PAI.

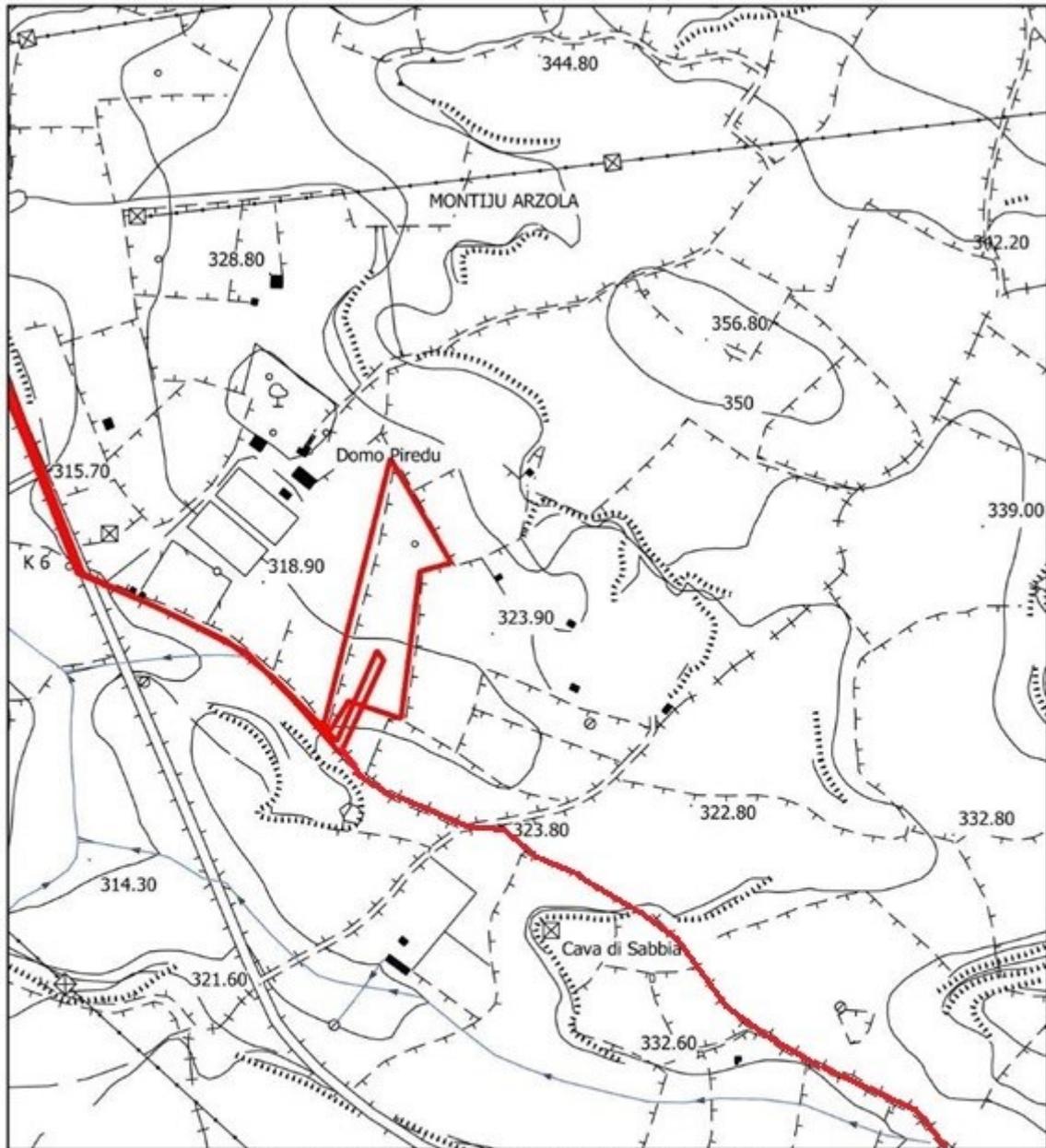


CARTA PAI DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Legenda

- |   |  |
|---|--|
|  04_ELEMENTO_IDRICO_Strahler               |  PAI_PERICOLOIDRAULICO_REV41Polygon |
|  Aree preposte per l'impianto agrivoltaico |  Hi1                                |
|  Area Storage                              |  Hi2                                |
|  Percorso Connessione Plogaghe+accumulo    |  Hi3                                |
|   |  Hi4                                |

Scala 1 : 10.000



PLANIMETRIA UBICAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO

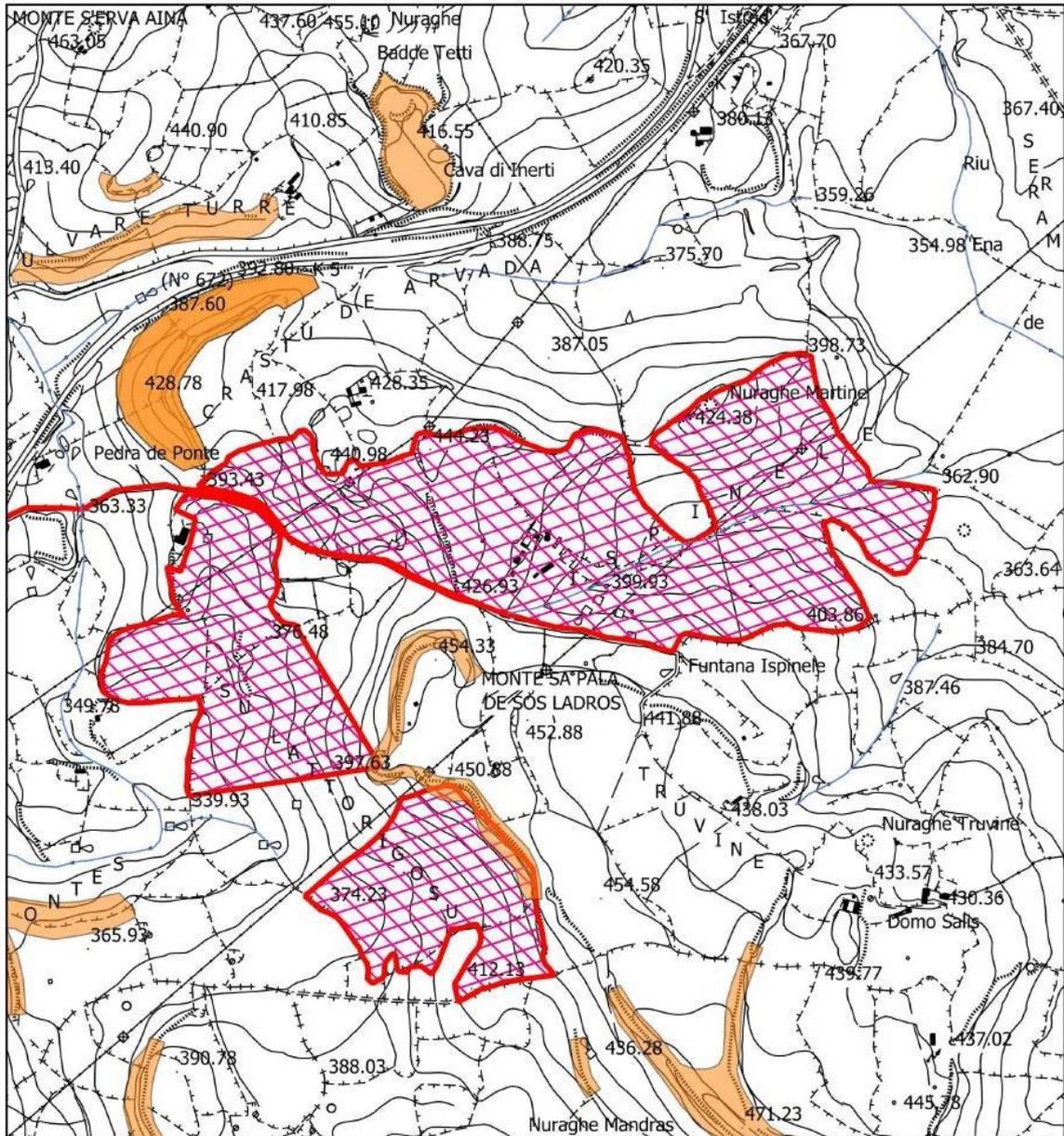
Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
-  Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
-  Area Storage
-  Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

PAI\_PERICOLOIDRAULICO\_REV41Polygon

-  H1
-  H2
-  H3
-  H4

Scala 1 : 5.000



CARTA PAI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

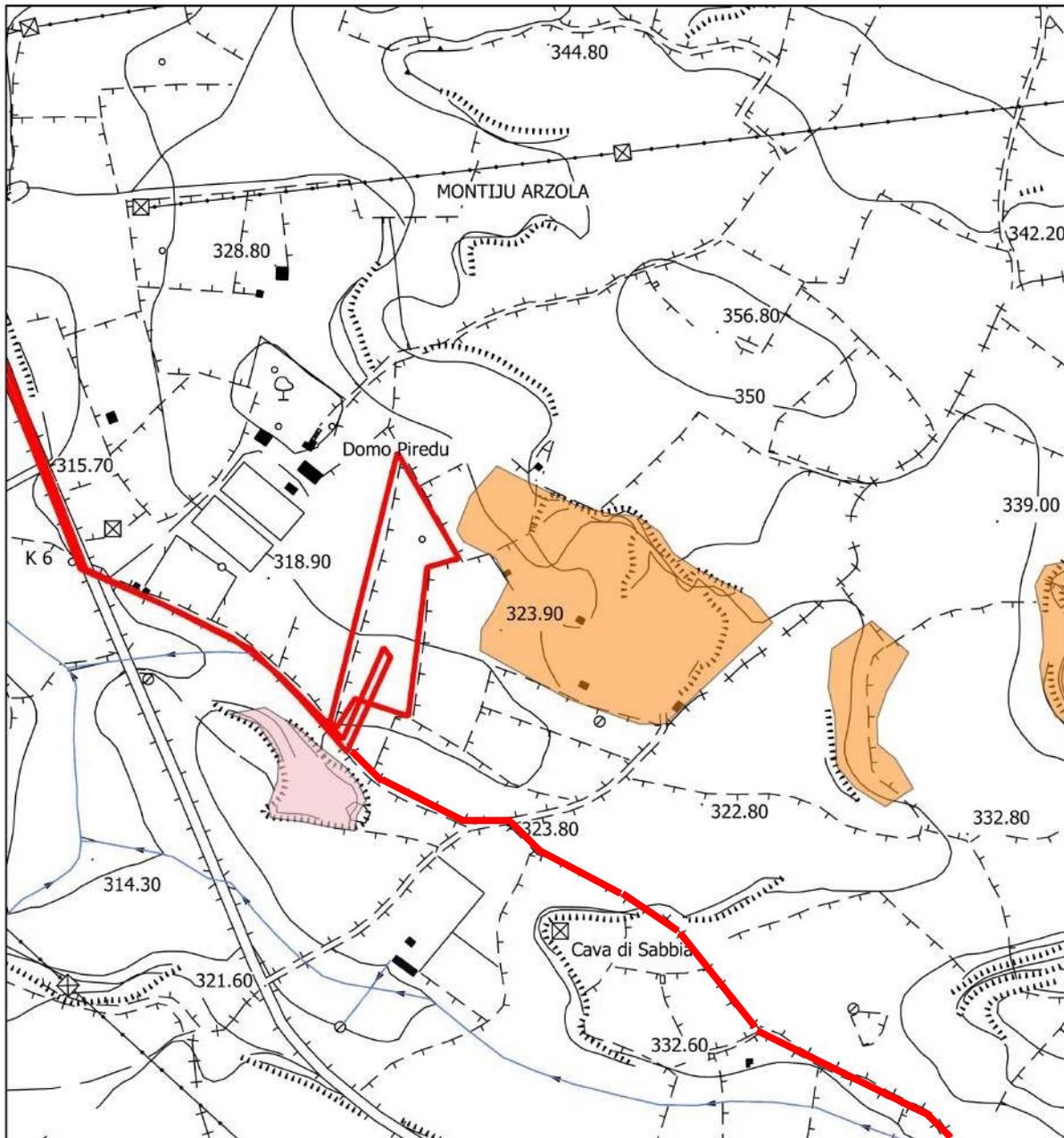
Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
-  Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
-  Area Storage
-  Percorso Connessione Ploghe+accumulo

PAI\_PERICOLOGEOMORFOL\_REV42Polygon

-  Hg0
-  Hg1
-  Hg2
-  Hg3
-  Hg4

Scala 1 : 10.000



CARTA PAI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

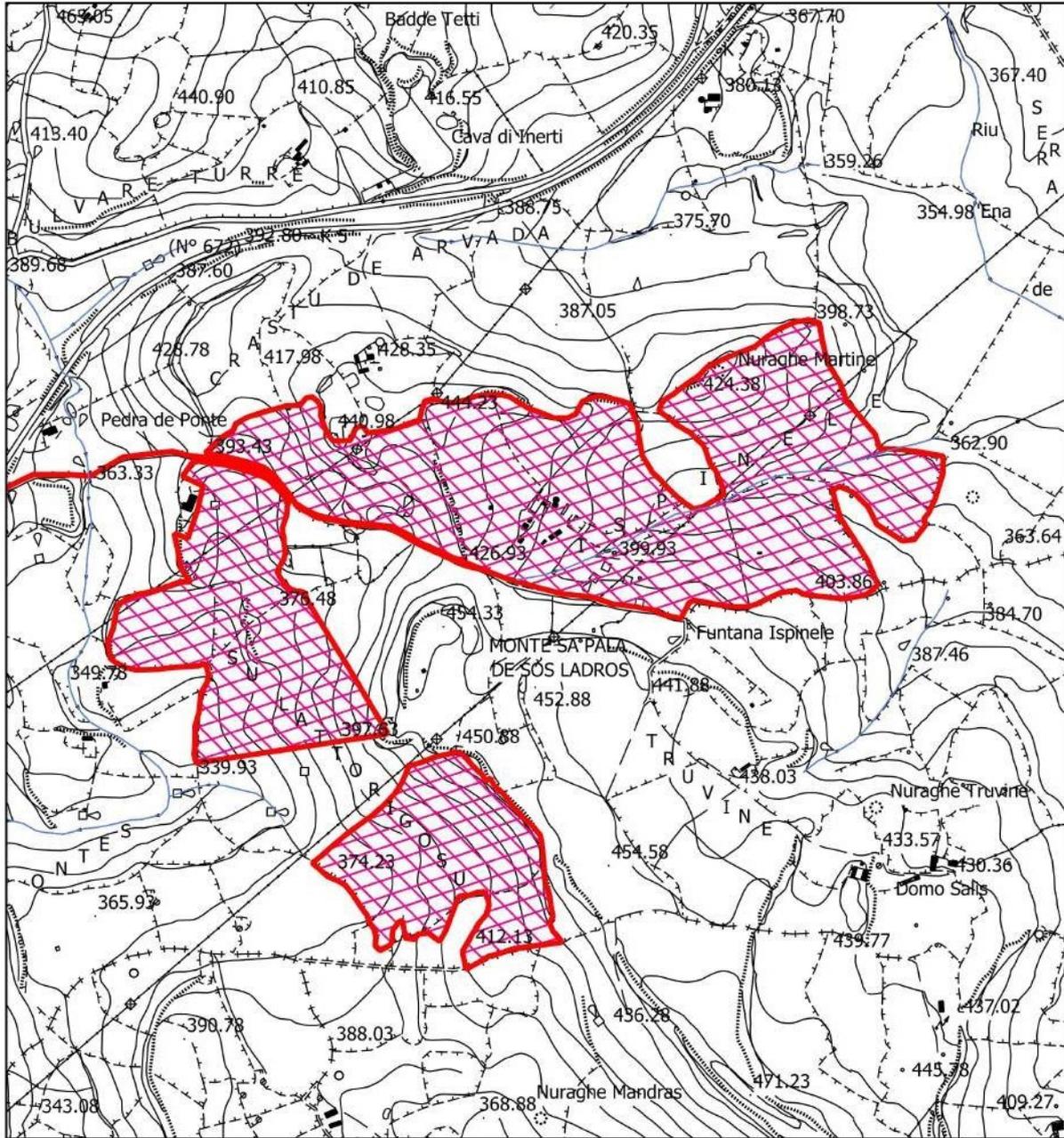
Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
- ⊠ Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
- Area Storage
- Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

PAI\_PERICOLOGEOMORFOL\_REV42Polygon

- Hg0
- Hg1
- Hg2
- Hg3
- Hg4

Scala 1 : 5.000



CARTA PAI DEL RISCHIO IDRAULICO

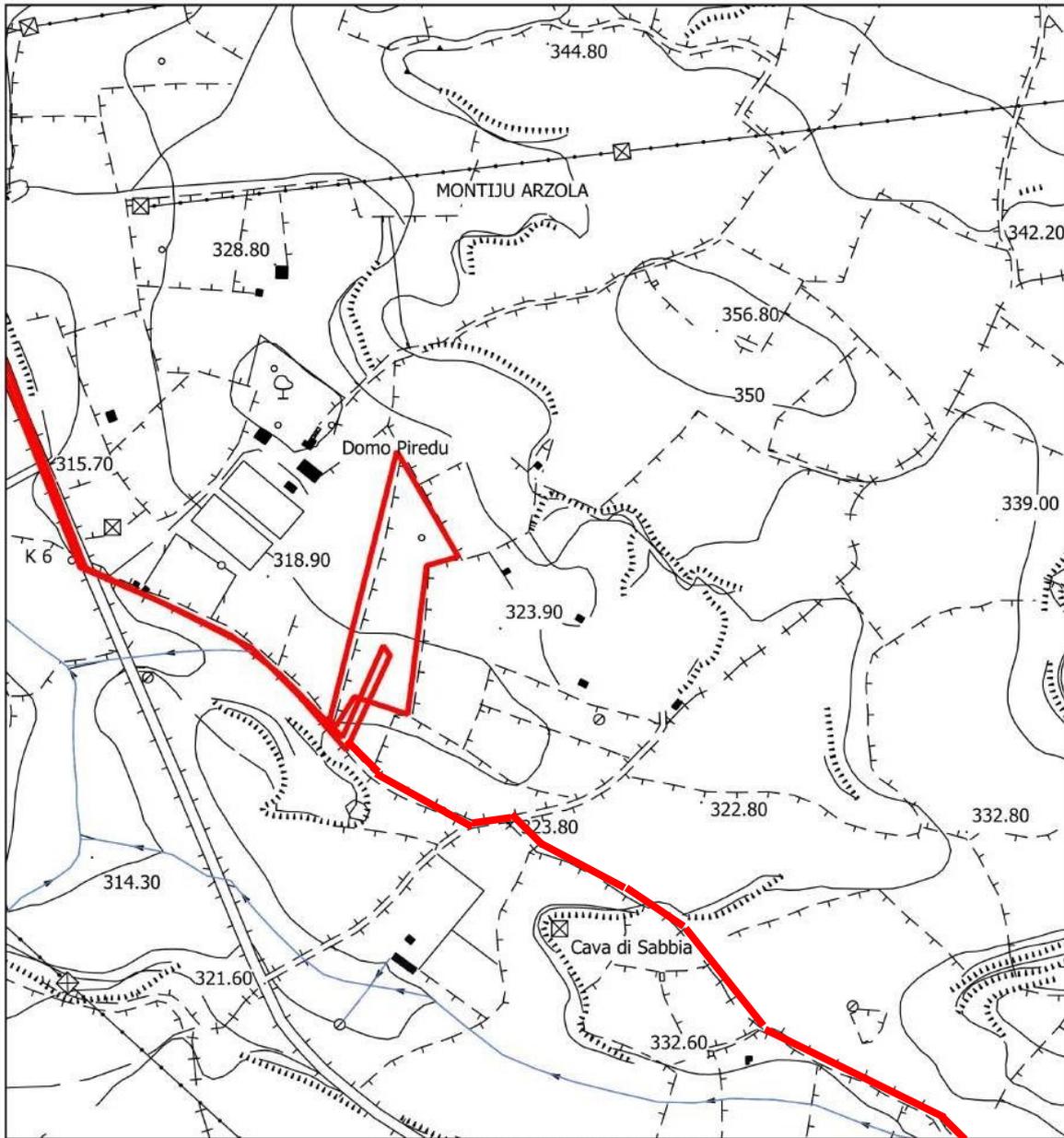
Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
- ▨ Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
- ▭ Area Storage
- Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

Legenda

- PAI\_RISCHIOIDRAULICO\_REV41Polygon
- Ri1
- Ri2
- Ri3
- Ri4

Scala 1 : 10.000



CARTA PAI DEL RISCHIO IDRAULICO

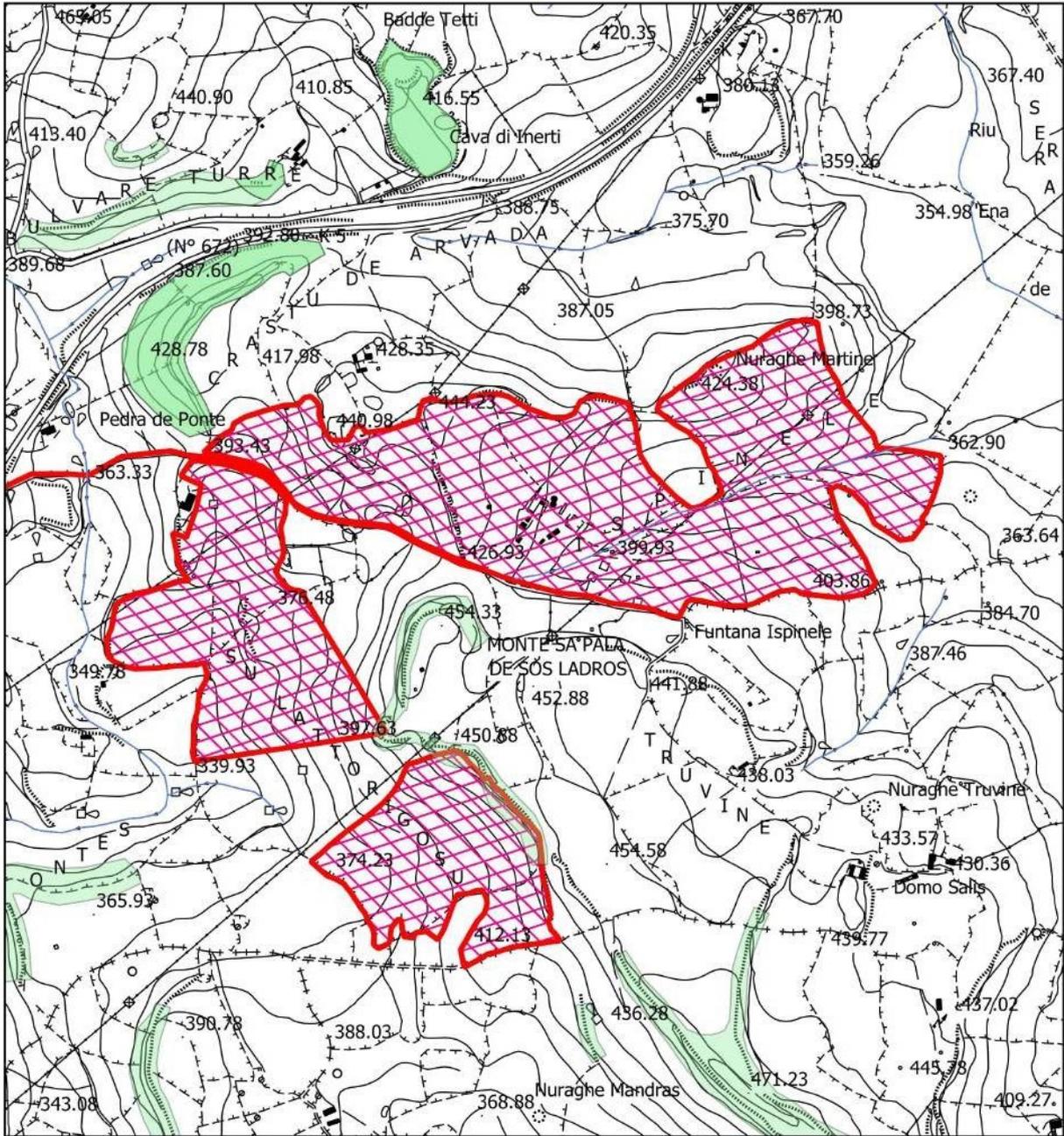
## Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
-  Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
-  Area Storage
-  Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

## PAI\_RISCHIOIDRAULICO\_REV41Polygon

-  Ri1
-  Ri2
-  Ri3
-  Ri4

Scala 1 : 5.000



CARTA PAI DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

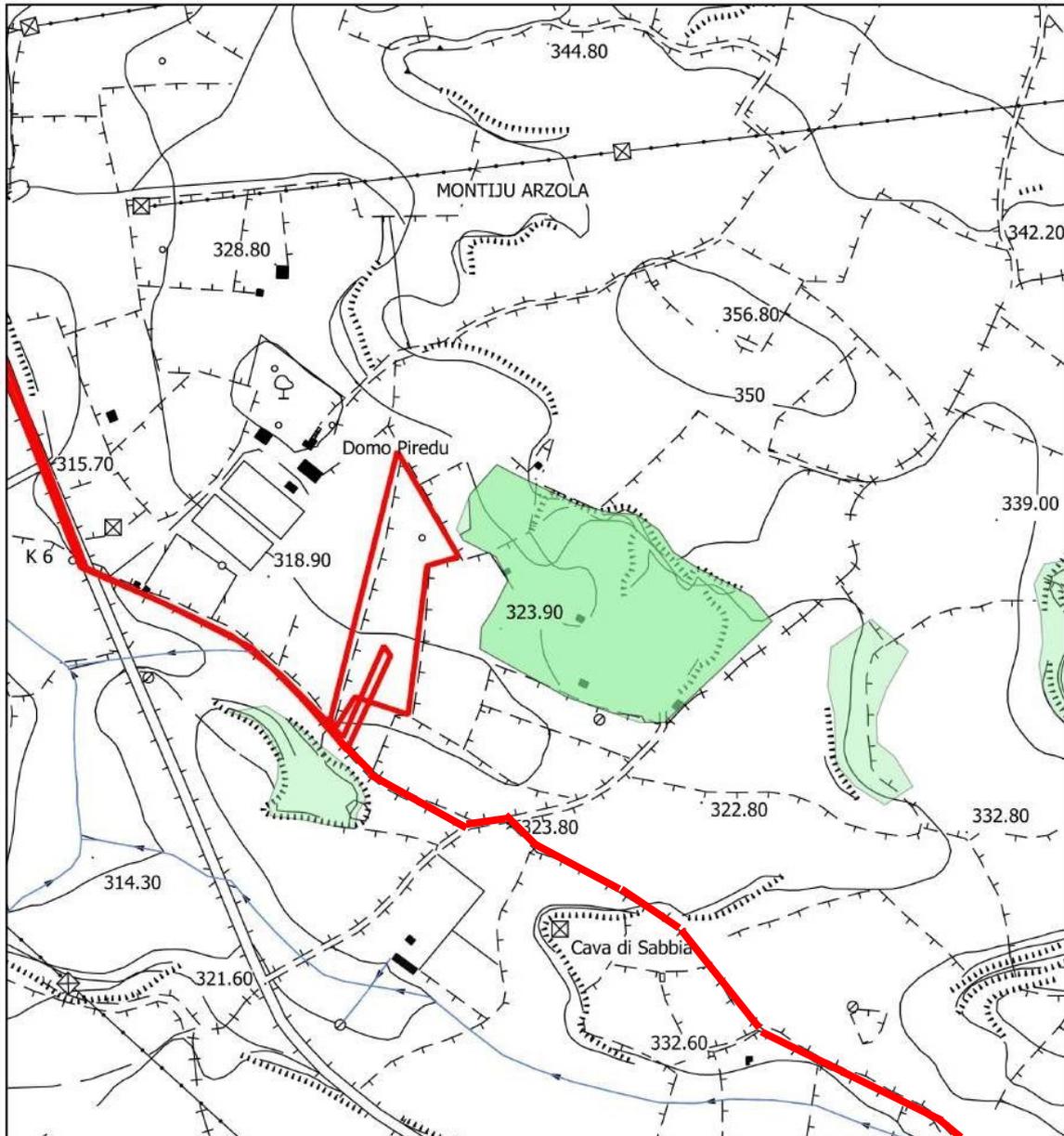
Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
-  Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
-  Area Storage
-  Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

PAI\_RISCHIOGEOMORFOL\_REV42Polygon

-  Rg0
-  Rg1
-  Rg2
-  Rg3
-  Rg4

Scala 1 : 10.000



CARTA PAI DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

## Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Stahler
-  Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
-  Area Storage
-  Percorso Connessione Ploghe+accumulo

## PAI\_RISCHIOGEOMORFOL\_REV42Polygon

-  Rg0
-  Rg1
-  Rg2
-  Rg3
-  Rg4

Scala 1 : 5.000

#### 4. GEOLOGIA

La geologia del territorio interessato dall'intervento (Ved. Tav.9), ospita formazioni geologiche sedimentarie continentali, formazioni sedimentarie appartenenti al bacino del Logudoro e unità di rocce magmatiche effusive, del distretto vulcanico di Osilo-Castelsardo.

##### DEPOSITI OLOCENICI CONTINENTALI

**Coltri Eluvio –Colluviali.** Trattasi di detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti arricchiti in frazione organica. Detta formazione è presente a Nord-Est e a Sud-Est del foglio rilevato. L'età dalla letteratura è ascrivibile all' Olocene.

**Sedimenti Alluvionali.** Formatati da depositi alluvionali presenti nel foglio allo studio nella zona Sud nell'alveo del Riu Caneris. L'età è ascrivibile all'Olocene-attuale.

##### ROCCE SEDIMENTARIE DEL BACINO DEL LOGUDORO

Il bacino di Logudoro è posizionato nella Sardegna centro settentrionale, è un semi-graben orientato a larga scala NNW-SSE. La strutturazione del bacino stesso, avviene tramite una serie di faglie dirette che ne identificano il margine occidentale, mentre quello orientale è caratterizzato dalla trasgressione miocenica su un substrato costituito prevalentemente dalle vulcaniti Aquitaniane-Burdigaliane e da sedimenti mesozoici. I sedimenti miocenici, procedendo da E verso W, mostrano un'evoluzione di ambienti prossimali e distali. La sequenza più antica ha un'età che va dal Burdigaliano superiore al Langhiano. Essa poggia con rapporti di onlap sulle sottostanti vulcaniti Oligo-Aquitaniene ed è interrotta superiormente da una superficie erosiva. E' caratterizzata da una successione sedimentaria costituita alla base da sedimenti clastici grossolani tipici di ambiente fulvio-deltizio che passano a calcari litorali e sabbie seguiti da siltiti e marne arenacee tipiche di ambiente marino profondo. Su questi ultimi giace la seconda sequenza deposizionale che arriva fino al Tortoniano – Messiniano, costituita da sabbie fluvio-marine alla base, cui seguono calcari di piattaforma interna ricchi in alghe ed episodi termali. Movimenti tettonici responsabili di sollevamenti differenziali di settori di piattaforma sono evidenziati sia da strutture deposizionali sintettoniche che dall'erosione di parte della prima sequenza.

**Formazione del Borutta.** Questa formazione è costituita da Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanza ritmiche. Occupa aree a Sud-Ovest dell'area allo studio L'età dalla letteratura è ascrivibile al Langhiano - Miocene

**Formazione di Mores.** Questa formazione è rappresentata da due Litofacies. La prima costituita da arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati con intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso feldspatici a grana medio grossa, localmente ricchi di ossidi di ferro. La seconda costituita da calcareniti calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile con fauna a gasteropodi, ostreidi ed echinidi. Questa formazione occupa aree poste a Sud del territorio che ospiterà l'impianto agrivoltaico e l'area Storage . L'età dalla letteratura è ascrivibile al Burdigaliano Miocene.

#### DISTRETTO VULCANICO DI OSILO-CASTELSARDO

Premesso che il vulcanismo Oligo-Miocenico Sardo rappresenta uno degli eventi geologici terziari più importanti del Mediterraneo occidentale, l'importanza di questo ciclo vulcanico è testimoniata dalla grande estensione degli affioramenti e dai cospicui spessori delle successioni vulcaniche che raggiungono parecchie centinaia di metri. Si tratta di un'associazione di prodotti con affinità calcalcalina e subordinatamente tholeiitica e calcalcalina alta in potassio, rappresentata da serie vulcaniche da basaltico-andesitiche a dacitiche (principalmente in colate laviche e cupole di ristagno) e da serie da dacitiche a riolitiche, principalmente in espandimenti ignimbrici.

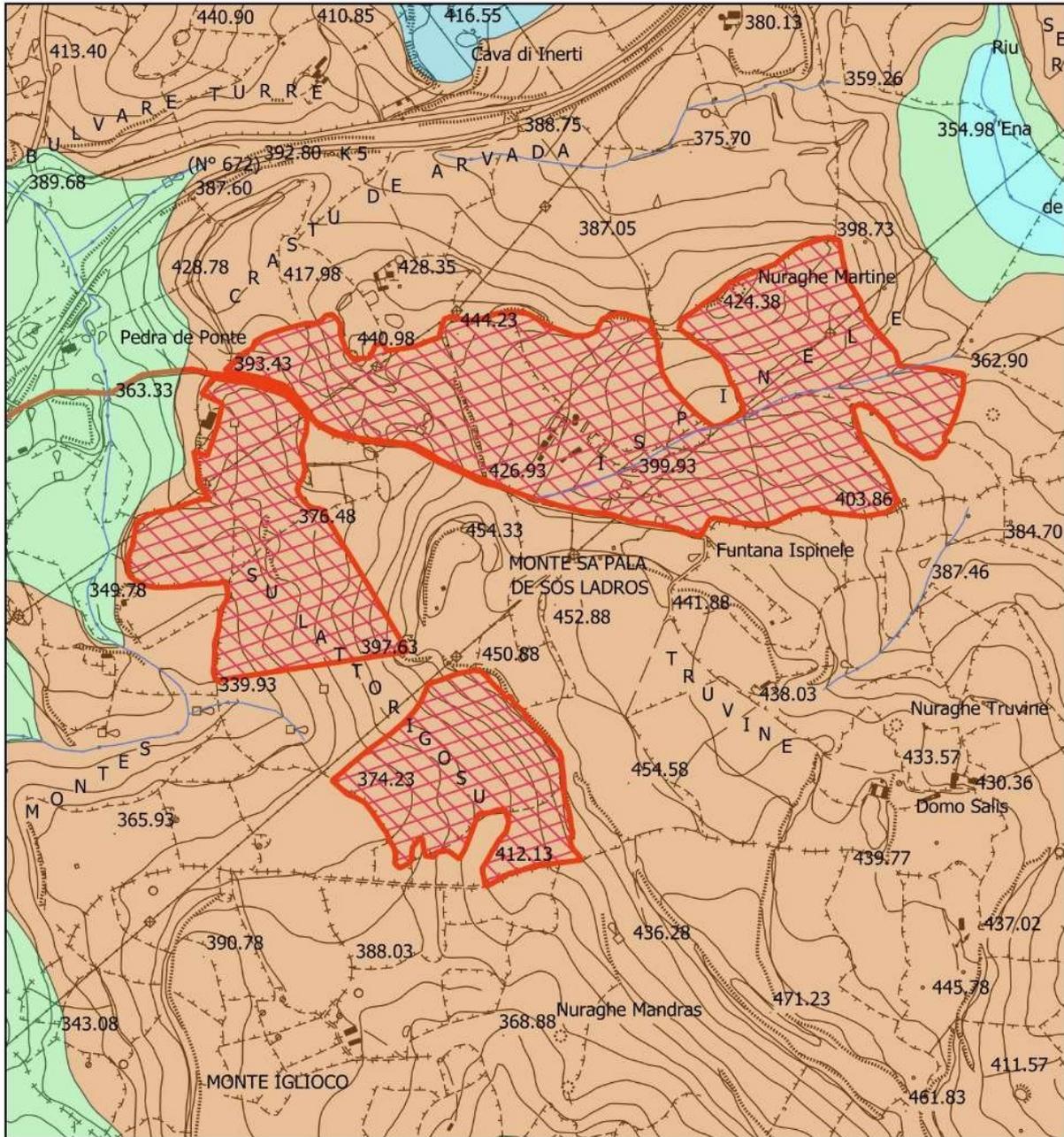
**Unità di Loguentu.** Trattasi di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbricitica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore rossastro con tessiture macroeutaxitica. Affiora ad est, ad ovest e a sud dell'aree allo studio. L'età è ascrivibile Burdigaliano.

**Unità di Santa Giulia.** Trattasi di andesiti basaltiche e basalti andesitici, porfirici per fenocristalli di Ol, Px, Pl, in potenti colate talora ialoclastiche Sills e Necks intercalati entro la sequenza lacustre. Affiora ad ovest del foglio rilevato e l'età è ascrivibile Burdigaliano.

**Unità di Monte Murra.** Trattasi di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbricitica, a chimismo riolitico, saldati con cristalli liberi di Pi, Sa, Am a tessitura eutaxitica con fiamme vitro clastiche decimetriche e porzione basale vetrosa. Occupa gran parte del foglio rilevato. L'aree allo studio ospitano questa formazione. L'età è ascrivibile all'Aquitaniiano-Burdigaliano.

**Unità di San Leonardo.** Trattasi di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbricitica, da saldati a debolmente saldati, a chimismo da dacitico a riolitico, con cristalli di Pl Sa, Cpx, Bt, Mag, con strutture da eutassitiche a vitro clastiche. Affiora in una piccolissima parte a Sud-Est della tavola allegata. L'età è ascrivibile all'Aquitaniiano-Burdigaliano. Per quanto riguarda la presenza di

elementi lineari (Fratture) nell'area in esame che dovrà ospitare l'impianto agrivoltaico, non si riscontrano. 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. Queste considerazioni emergono dalla visione geologica generale estesa in tutto il territorio posto nei fogli 193 Bonovra e 180 Sassari. Si è ritenuto opportuno estendere la visione geologica come descritto in quanto tutto ciò permette di avere una visione completa e globale della morfologia e della geologia del territorio su cui si andrà ad intervenire.



CARTA GEOLOGICA

Scala 1 :10.000

Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
- Aree preposte per l'impianto agrivoltatico
- Area Storage
- Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

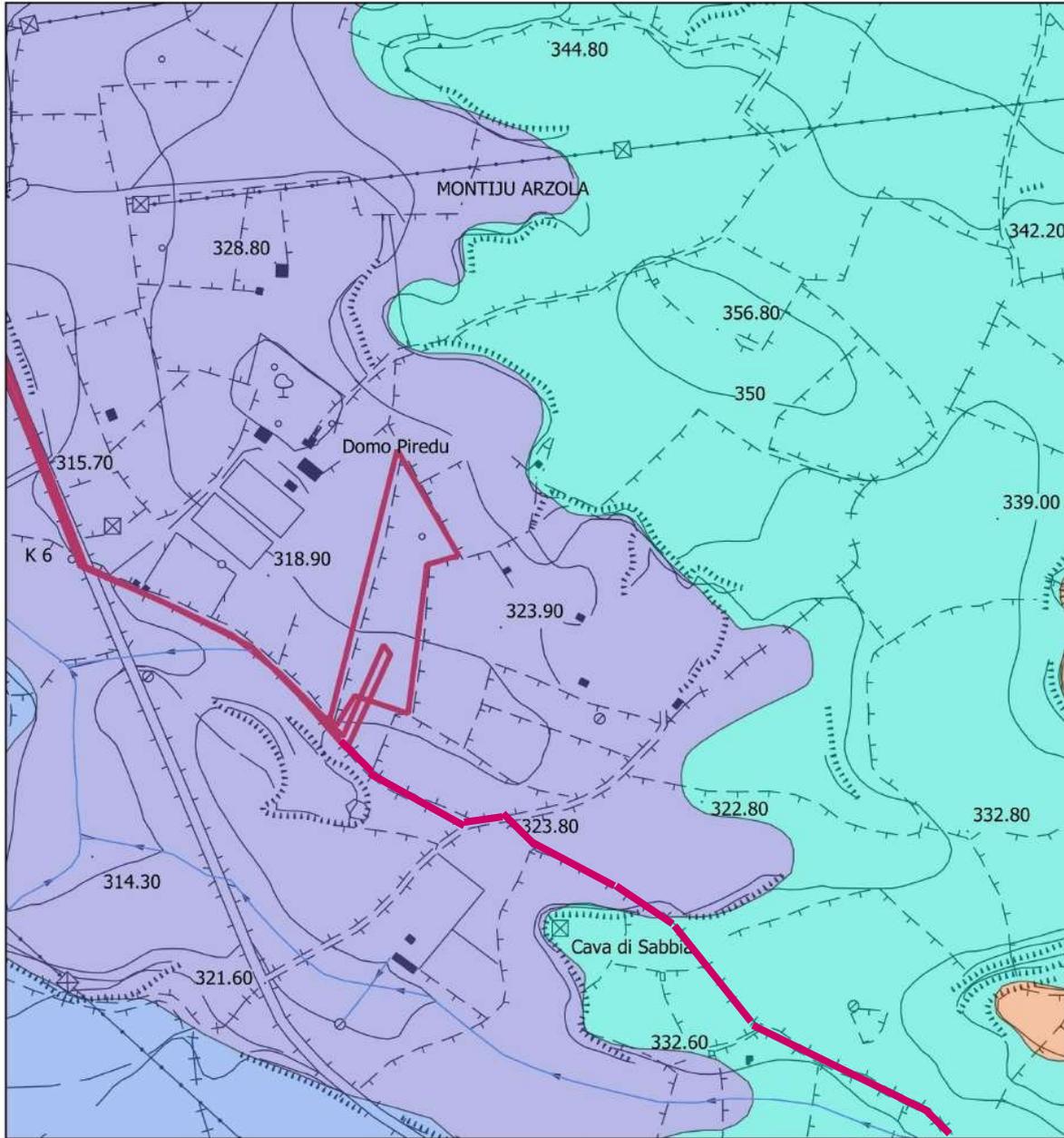
GEOLOGIA

- Sedimenti alluvionali
- Coltri eluvio-colluviali
- Formazione del Borutta

Legenda

GEOLOGIA

- Litofacies della formazione di Mores -arenarie
- Litofacies della formazione di Mores calcareniti
- Unità di Lagulentu
- Unità di Santa Giulia
- Unità di Monte Murra
- Unità di San Leonardo
- geologiaLineari



Legenda

— 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler

Aree preposte per l'impianto agrivoltaico

Area Storage

Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

GEOLOGIA

Sedimenti alluvionali

Coltri eluvio-colluviali

Formazione del Borutta

CARTA GEOLOGICA

Scala 1 : 5.000

Legenda

GEOLOGIA

Litofacies della formazione di Mores -arenarie

Litofacies della formazione di Mores calcareniti

Unità di Lagulentu

Unità di Santa Giulia

Unità di Monte Murra

Unità di San Leonardo

geologiaLineari

## 5. LITOLOGIA

Premesso che la Regione Sardegna ha suddiviso le rocce in tre grandi classi :

A rocce magmatiche;

B rocce metamorfiche;

C rocce sedimentarie;

all'interno delle grandi classi sono state distinte otto sottoclassi e sono state distinte famiglie di rocce raggruppate per affinità. Nel Territorio allo studio si ha la presenza di otto sottoclassi (Ved.Tavola.10).

Sottoclasse A2.1 costituita da rioliti e riodaciti.

Sottoclasse A2.3 costituita da basalti alcalini, trachibasalti hawaiti, mugeariti, fonoliti e tefriti.

Sottoclasse A2.4 costituita da andesiti e andesiti basaltiche.

Sottoclasse C1.2 costituita da depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie, siltiti, peliti).

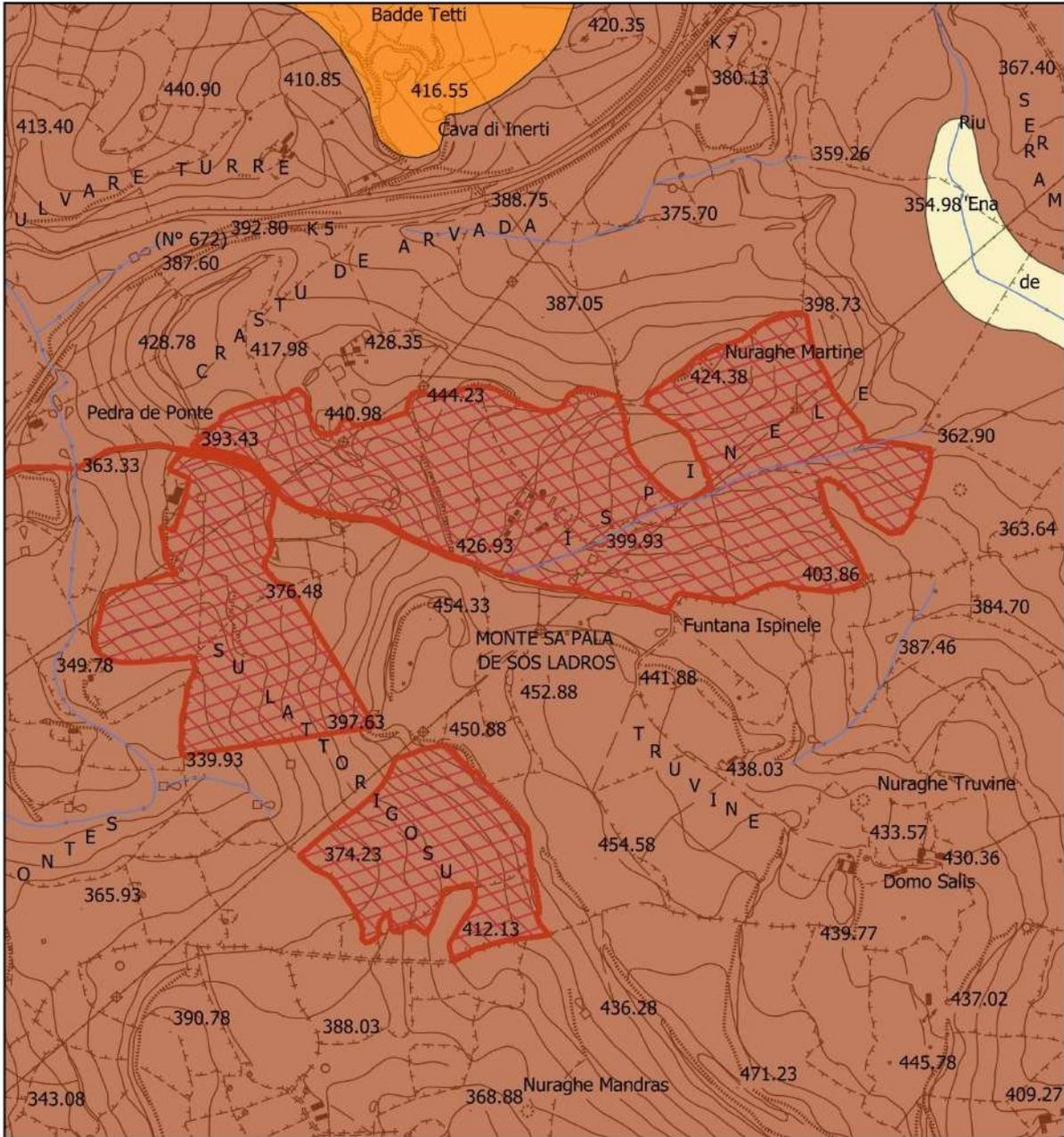
Sottoclasse C1.3 costituita da depositi terrigeni continentali legati a gravità (detriti di versante, frane, coltri eluvio-colluviali “debris avalanches” breccie).

Sottoclasse C1.5 costituita da depositi terrigeni litorali (ghiaie, sabbie, arenarie, conglomerati).

Sottoclasse C1.8 costituita da depositi terrigeni fulvio-deltizi ( sabbie, micro conglomerati, arenarie carbonatiche, siltiti argillose).

Sottoclasse C2.2 costituita da depositi carbonatici marini (marne, calcari, calcari dolomitici, calcari oolitici, calcari bioclastici, calcareniti).

L'area destinata al campo agrivoltaico ospitano la sottoclasse A2.1. Mentre l'area Storage ospita la sottoclasse C2.2.



CARTA LITOLOGICA

Legenda

- 04\_ELEMENTO\_IDRICO\_Strahler
- Aree preposte per l'impianto agrivoltaico
- Area Storage
- Percorso Connessione Ploaghe+accumulo

carta\_litologica2019

- A2.1
- A2.3

carta\_litologica2019

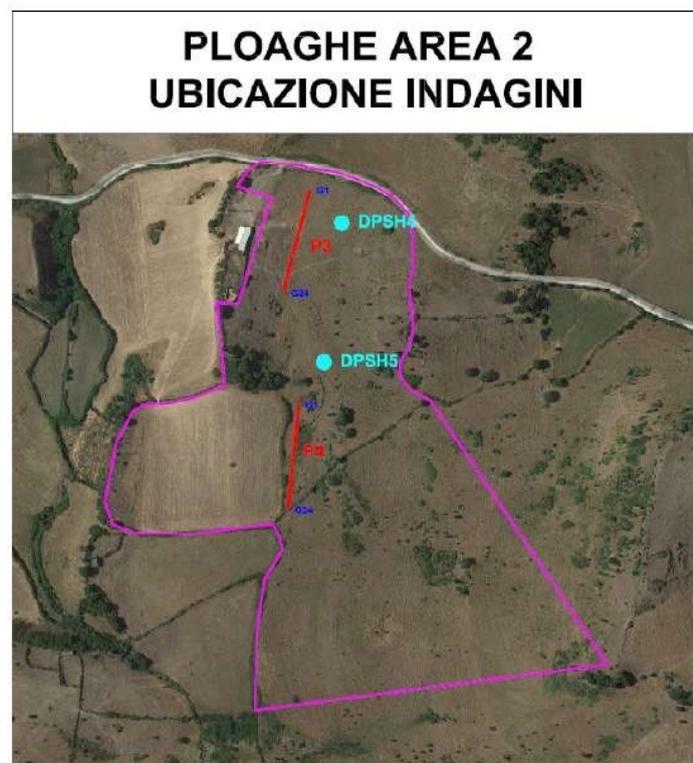
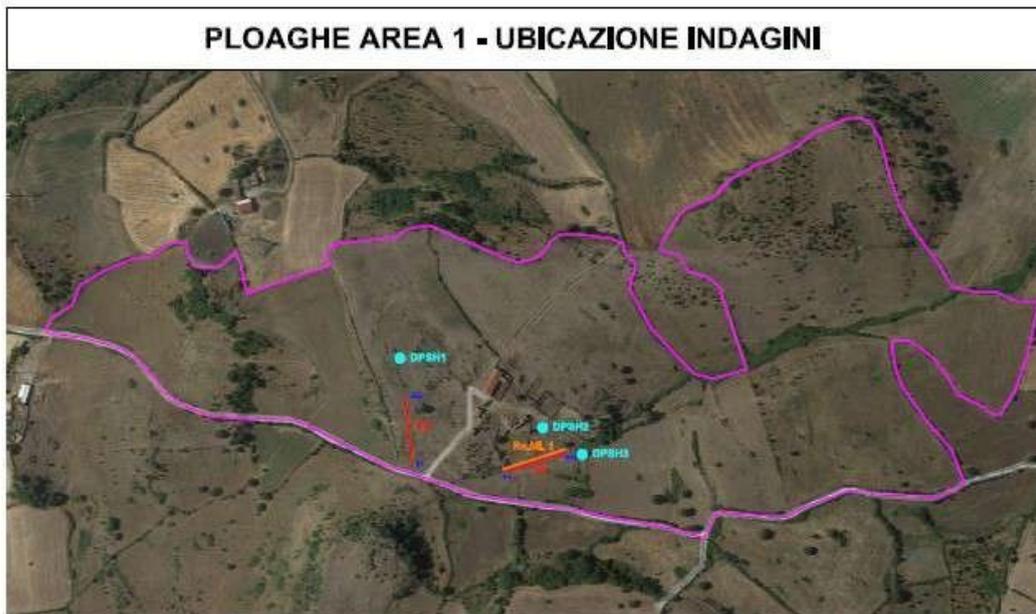
- A2.4
- C1.2
- C1.3
- C1.5
- C1.8
- C2.1
- C2.2

Scala 1 :10.000

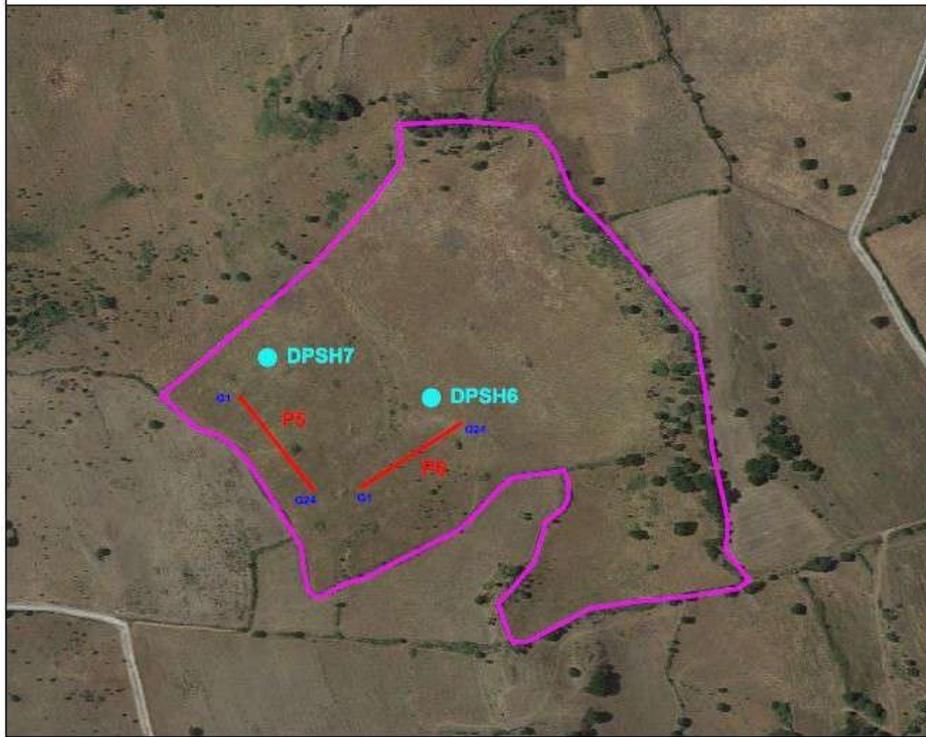


## 6. INDAGINI GEOGNOSTICHE E RISULTATI

Nelle aree in esame come già descritto è stata effettuata una campagna indagini geognostiche dalla Società TERGAM S.r.l. con sede in Via G.Verdi, 7 Quartu S.Elena (CA). Detta campagna è composta da prove penetrometriche del tipo dinamica pesante DPSH spinte fino alle profondità significative, prove di sismica a rifrazione e prove di sismica passiva RE.MI.



### PLOAGHE AREA 3 UBICAZIONE INDAGINI



### PLOAGHE AREA STORAGE UBICAZIONE INDAGINI



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -1***



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -2***



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -1***



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -4***



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -1***



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -6***



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -1***



***Prova penetrometrica dinamica continua DPSH -8***



***Sismica a rifrazione P1 e RE.MI.***



***Sismica a rifrazione P2***



***Sismica a rifrazione P3***



***Sismica a rifrazione P4***



***Sismica a rifrazione P3***



***Sismica a rifrazione P6***



***Sismica a rifrazione P7 e RE.MI.***



### 6.1 INDAGINE GEOFISICA-SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini geofisiche rappresentano una moderna metodologia d'indagine geofisica non invasiva e per l'acquisizione dei dati sismici è stato impiegato un apparato del tipo *RAS-24* della *ABEM Instruments* a 24 canali, con risoluzione dei tempi di 0.125 ms. I profili sismici sono stati materializzati con l'utilizzo di n. 24 geofoni/profilo con distanza intergeofonica pari a 4 metri e lunghezza totale del profilo pari a 92 metri. Al fine di consentire la costruzione di un adeguato numero di dromocrone (curve spazio-tempo), in corrispondenza di tutti i profili sono state effettuate 9 registrazioni che corrispondono ad altrettante energizzazioni eseguite, in corrispondenza dei geofoni G1, G4, G7, G10, G13, G16, G19, G22 e G24. Come sorgente di energia è stata utilizzata una massa battente di 8 kg impattante su una piastra opportunamente collegata al sistema di *trigger*, assolutamente appropriata per le profondità d'indagine richieste.

La qualità del segnale è risultata nel complesso buona; in ogni caso l'utilizzo della tecnica di accumulo del segnale ha consentito di ottenere un buon rapporto segnale/disturbo; alla buona qualità dei dati acquisiti hanno anche contribuito importanti requisiti dell'apparato di registrazione quali il sistema di amplificazione dei segnali di ogni singolo geofono e la dotazione di filtri. La procedura di elaborazione dei dati acquisiti consiste nell'analisi dei singoli sismogrammi ottenuti per ciascuna registrazione dai quali si individuano, manualmente, per ogni singola traccia registrata, i tempi di primo arrivo delle onde generate. Successivamente il *processing* dei dati è stato condotto mediante il software *SeisOptPro V5.0*. Il *SeisOptPro* usa esclusivamente i tempi di primo arrivo e la geometria d'acquisizione per ricavare la distribuzione delle velocità nel sottosuolo. In particolare, esso impiega una tecnica di ottimizzazione non lineare e lavora in termini di modellizzazione. In sintesi, viene creato un modello di velocità iniziale al quale sono associate delle dromocrone sintetiche; queste ultime vengono quindi confrontate con i dati sperimentali ed i modelli di velocità vengono progressivamente modificati sino al raggiungimento della miglior convergenza con i dati sperimentali. Non si tratta quindi di uno dei metodi classici più comunemente impiegati nella sismica a rifrazione (tempi intercetti, metodo reciproco, metodo reciproco generalizzato, ecc), bensì di un *processing* sofisticato che, in luogo della tipica e non sempre realistica rappresentazione per strati omogenei, fornisce una sezione in cui le variazioni di velocità sono rappresentate con elevata risoluzione, secondo modalità tipiche della tomografia sismica.

## 6.2 SISMICA PASSIVA RE.MI.

Per la stima della  $V_{seq}$ , è stato adottato il metodo Re.Mi. (*Refraction Microtremor*), che consiste essenzialmente nei seguenti passi:

- 1) si esegue una registrazione sismica multicanale del disturbo naturale e/o indotto dalle attività antropiche, senza ricorrere ad energizzazioni di tipo impulsivo come quelle normalmente impiegate nella sismica di prospezione (rifrazione, riflessione, tomografia cross-hole etc.); la registrazione deve avere lunghezza temporale adeguata (p.e. alcune decine di secondi); la geometria dello stendimento sismico deve essere stabilita in funzione delle caratteristiche e dell'obiettivo con l'ausilio di n. 24 geofoni con bassa frequenza naturale (8 Hz);
- 2) per uno stesso stendimento sismico vengono eseguite diverse registrazioni (da alcune a qualche decina);
- 3) dopo le fasi di preparazione (*pre-processing*) i dati, acquisiti nel dominio spazio-tempo ( $s-t$ ), vengono trasformati nel dominio lentezza-frequenza ( $p-f$ ), essendo la lentezza  $p$  il reciproco della velocità; questa operazione produce per ciascuna registrazione uno spettro di lentezza che, rappresentato graficamente, di norma secondo una scala cromatica, mostra la localizzazione nel piano  $p-f$  degli eventi dotati di maggiore energia; al fine di migliorare il rapporto segnale/disturbo, è possibile selezionare solo gli spettri migliori, i quali vengono sommati tra loro in modo da ottenere un solo spettro da interpretare;
- 4) una volta ottenuto lo spettro  $p-f$  si devono riconoscere, in esso, gli eventi sicuramente associati alle onde superficiali (onde di *Rayleigh* e/o onde di *Love*); dato che le onde superficiali hanno la caratteristica di essere dispersive, il loro riconoscimento può non essere difficile se i dati sono di buona qualità ed elaborati in modo corretto;
- 5) si esegue quindi il “*picking*” della curva di dispersione, ottenendo un file numerico contenente le coppie  $p-f$  riconosciute come appartenenti alle onde superficiali;
- 6) l'inversione della curva di dispersione delle onde superficiali fornisce i valori della velocità di propagazione delle stesse in funzione della profondità, e, poiché la velocità di propagazione delle onde superficiali è in rapporto noto con quella delle onde di taglio (p.e.  $V_{Rayleigh} \approx 0.9 V_s$ ), quest'ultima risulta stimata.

Una volta ottenuto un modello stratificato del terreno in cui sono stimati gli spessori e le relative  $V_s$ , si stima la  $V_{seq}$  mediante l'equazione:

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

con

$h_i$  = spessore dello stato  $i$ -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.

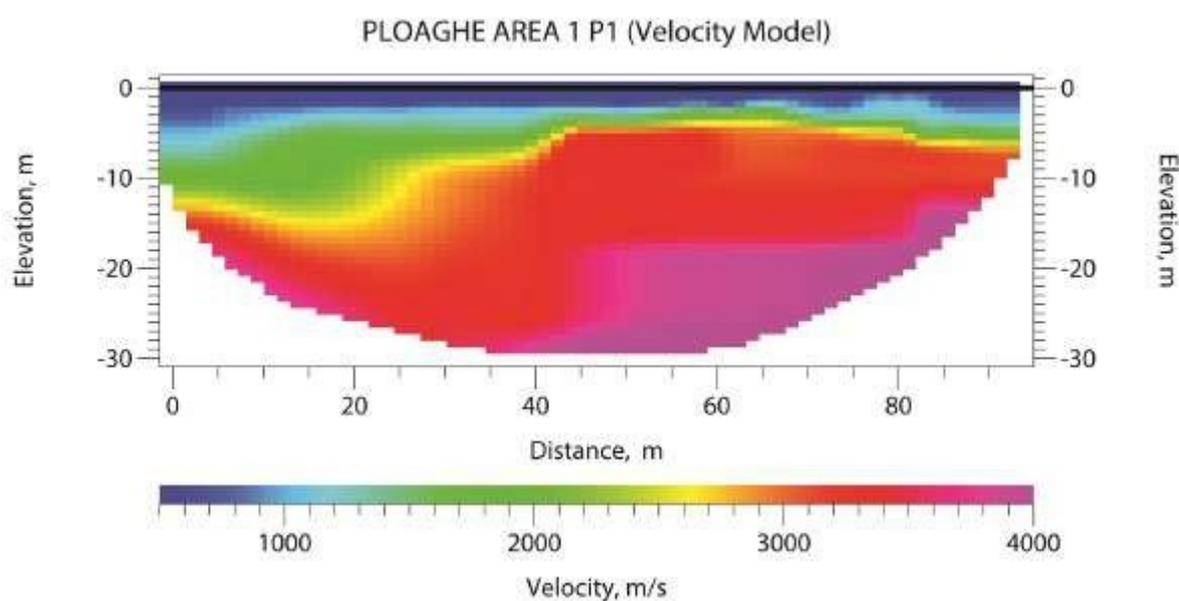
### 6.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH

La prova penetrometrica dinamica consiste nel determinare il numero di colpi necessari ad infiggere una punta conica nel terreno per successive profondità costanti, utilizzando metodologie ed attrezzature standardizzate. È noto, infatti, come un oggetto conico infisso mediante battute successive incontri, durante la penetrazione, una resistenza che è direttamente proporzionale a quella del mezzo attraversato. Se il mezzo attraversato è il terreno, questa resistenza dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche nel quale esso si trova allo stato naturale e pertanto, per terreni incoerenti dipende prevalentemente dallo stato d'addensamento dei granuli, mentre per terreni coesivi dal contenuto in umidità naturale. Le prove sono state eseguite secondo le modalità ISSMFE, mediante infissione nel terreno di una punta conica posta all'estremità di un'asta d'acciaio; la penetrazione avviene per mezzo di un meccanismo di battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso.

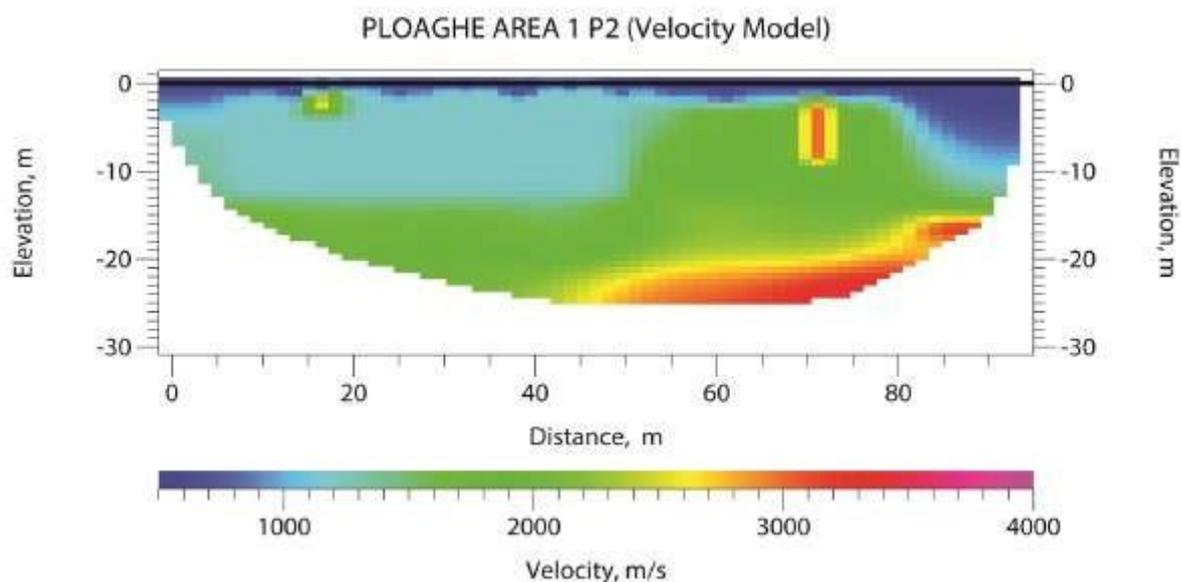
Il conteggio dei colpi necessari all'avanzamento di un tratto di asta di lunghezza 30 cm, permette di utilizzare le relazioni empiriche che forniscono la resistenza del terreno all'infissione ( $R_d$ ), consente di correlare NDPSH a NSPT. Inoltre la prova, con l'estrazione delle aste, mette in evidenza la presenza e la profondità di rinvenimento della falda freatica.

#### 6.4. RISULTATI DELLE PROVE SISMICHE A RIFRAZIONE PLOAGHE (SS)

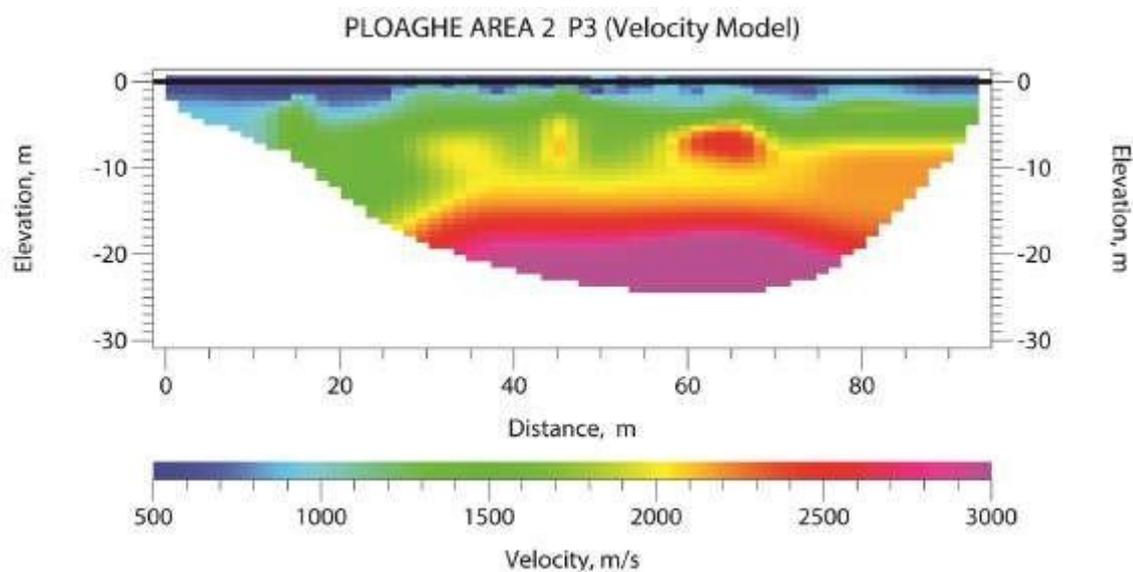
In base all'elaborazione della prova sismica a rifrazione P1, vediamo che lo strato incoerente interessa una profondità di circa 2-3 mt. dal p.c, (Vedi quaderno indagini allegato). Oltre queste profondità si ha la presenza del basamento lapideo.



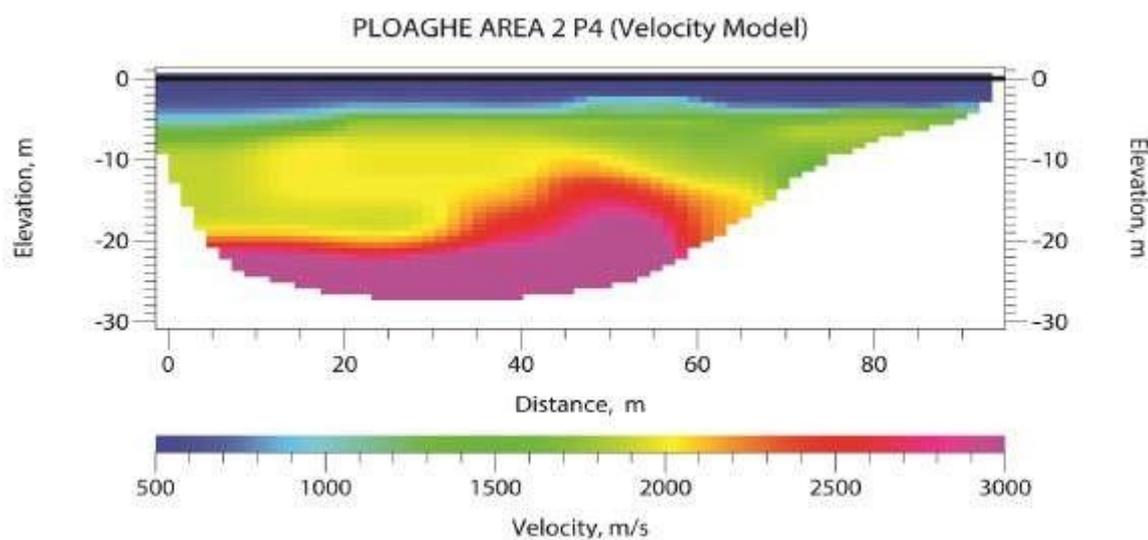
In base all'elaborazione della prova sismica a rifrazione P2, vediamo che lo strato incoerente interessa una profondità di circa 1.50-2.00 mt. dal p.c, (Vedi quaderno indagini allegato). Oltre queste profondità si ha la presenza del basamento lapideo.



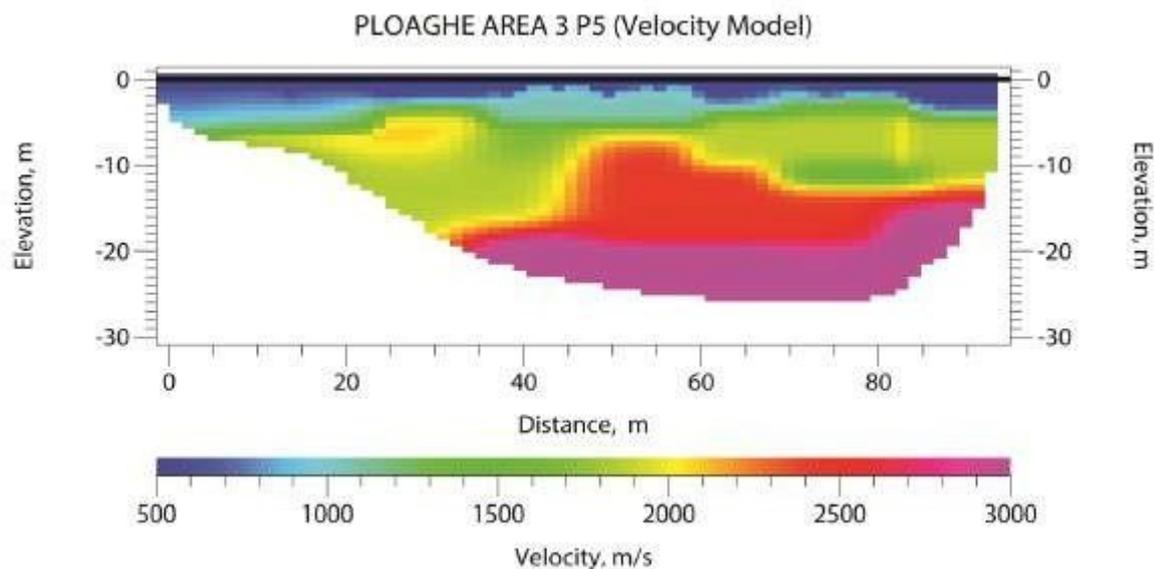
In base all'elaborazione della prova sismica a rifrazione P3, vediamo che lo strato incoerente interessa una profondità di circa 2.00 mt. dal p.c, (Vedi quaderno indagini allegato). Oltre queste profondità si ha la presenza del basamento lapideo.



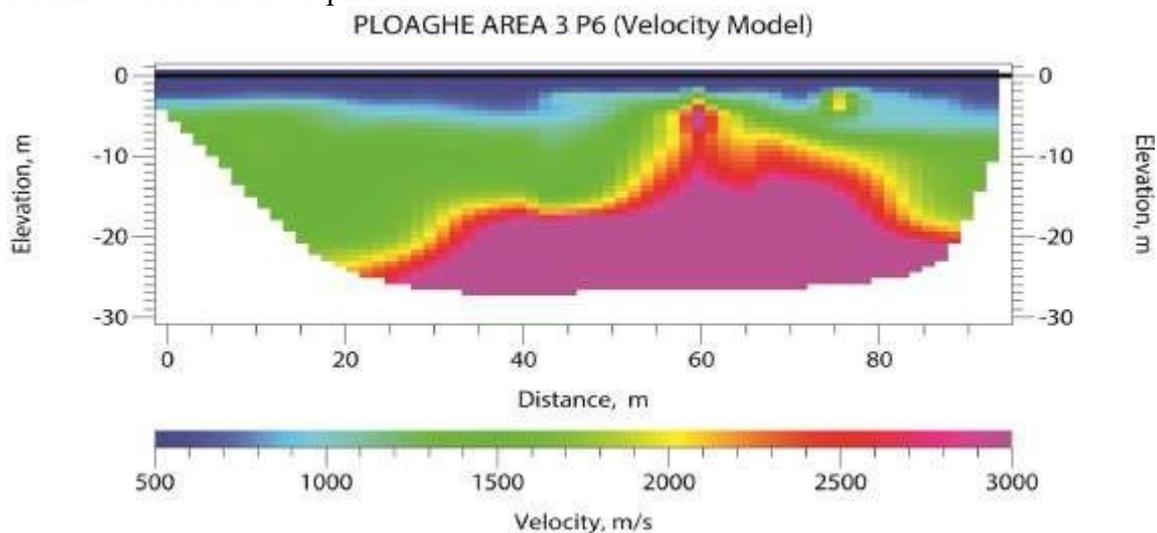
In base all'elaborazione della prova sismica a rifrazione P4, vediamo che lo strato incoerente varia da una profondità minima di circa 3.00-4.00 mt. ad un massimo di 4.00-5.00 dal p.c, nei primi 20 metri (Vedi quaderno indagini allegato). Oltre queste profondità si ha la presenza del basamento lapideo.



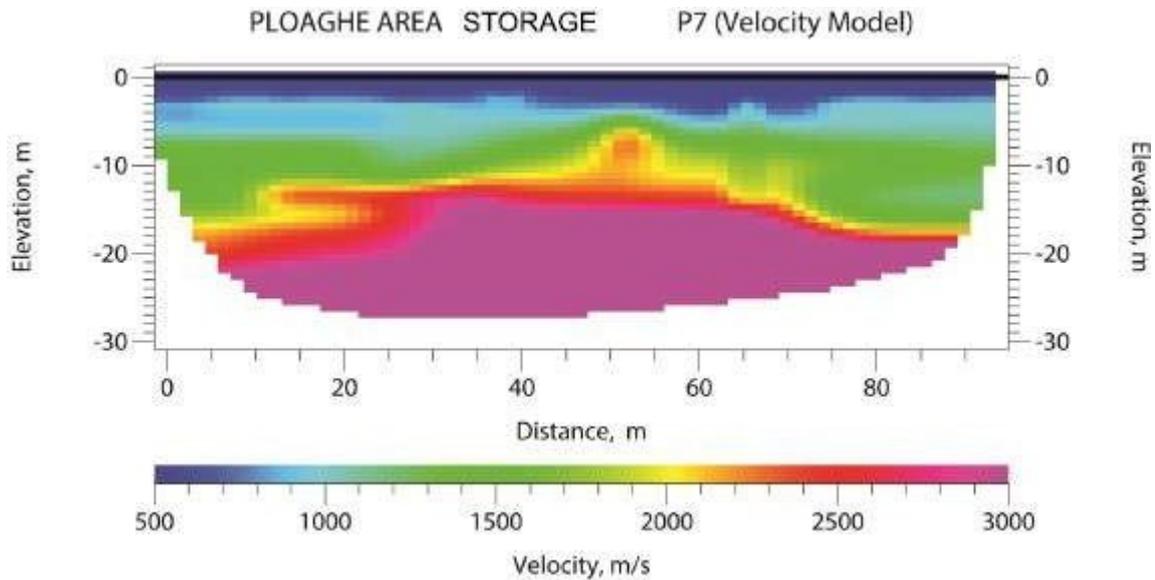
In base all'elaborazione della prova sismica a rifrazione P5, vediamo che lo strato incoerente interessa una profondità di circa 4.00-5.00 mt. dal p.c, (Vedi quaderno indagini allegato). Oltre queste profondità si ha la presenza del basamento lapideo.



In base all'elaborazione della prova sismica a rifrazione P6, vediamo che lo strato incoerente varia da una profondità minima di circa 3.00-4.00 mt. ad un massimo di 4.00-5.00 dal p.c, tra le progressive 75.00-90.00 metri (Vedi quaderno indagini allegato). Oltre queste profondità si ha la presenza del basamento lapideo.



In base all'elaborazione della prova sismica a rifrazione P7, vediamo che lo strato incoerente interessa una profondità di circa 6.00-7.00 mt. dal p.c, (Vedi quaderno indagini allegato). Oltre queste profondità si ha la presenza del basamento lapideo.



#### 6.5 RISULTATI DELLA PROVA SISMICA PASSIVA RE.MI. AREA 1 PLOAGHE (SS)

Per quanto riguarda la prova sismica passiva RE.MI. effettuata nell'area Storage, abbiamo cinque sismostrati ed una velocità  $V_{s30}$ -equ pari a 181.20 m/sec, che classifica questo materiale di tipo 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.).

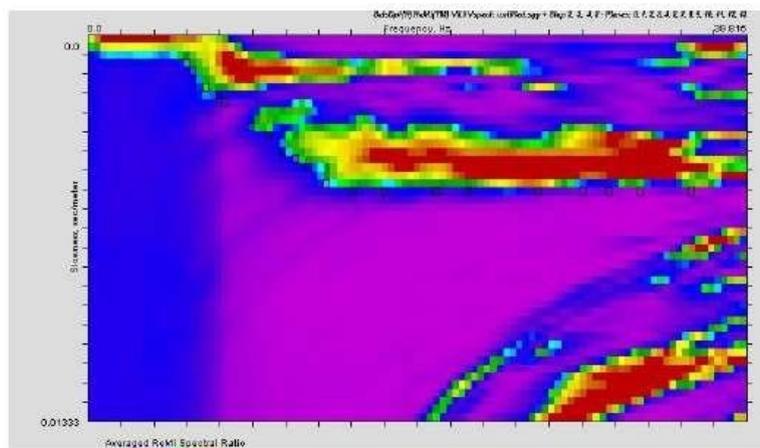


Fig. 12 - Spettro p-f Area 1.

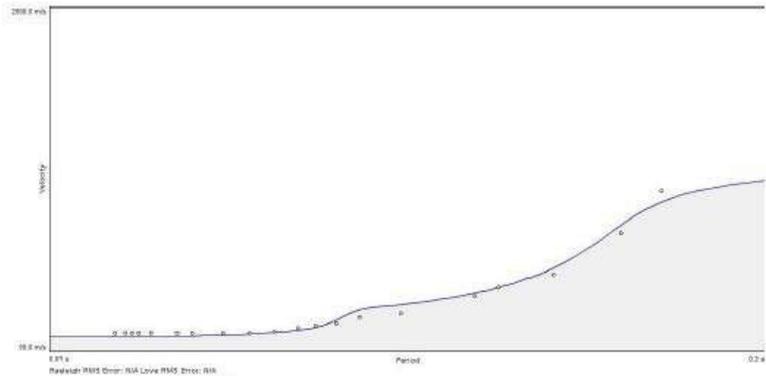


Fig. 13 - Curva di dispersione Area 1.



Fig. 14 - Modello di interpretazione Area 1.

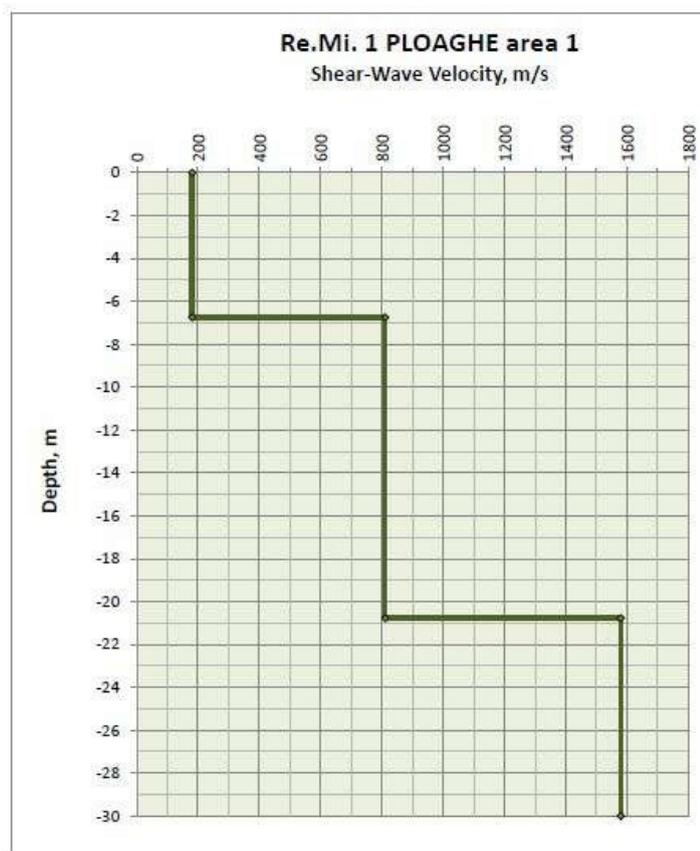


Fig. 15 - Velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità Area 1.

N. strato	Profondità (m)	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	0.00 – 6.75	1.90	181.20	313.48
2	6.75– 20.78	2.14	810.44	1402.06
3	20.78 – 30.00	2.39	1578.91	2731.51

Tabella B: sintesi dei risultati dell'inversione della curva di dispersione Area I.

### 6.6 RISULTATI DELLA PROVA SISMICA PASSIVA RE.MI. AREA STORAGE

Per quanto riguarda la prova sismica passiva RE.MI. effettuata nell'area Storage, abbiamo cinque sismostrati ed una velocità  $V_{s30}$ -equ pari a 286.00 m/sec, che classifica questo materiale di tipo 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.).

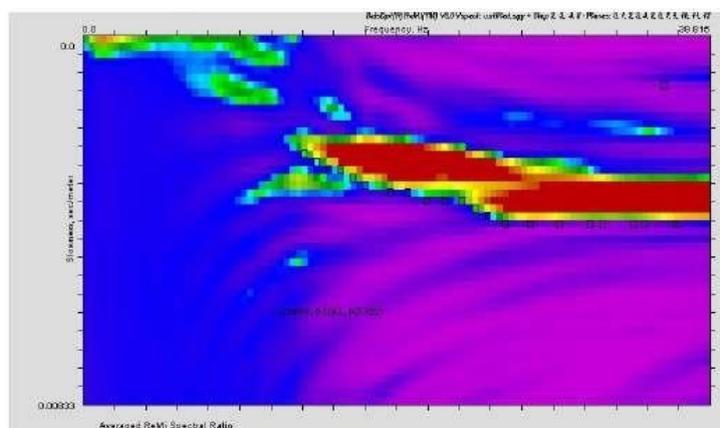


Fig. 8 - Spettro  $p$ - $f$  Re.Mi.1

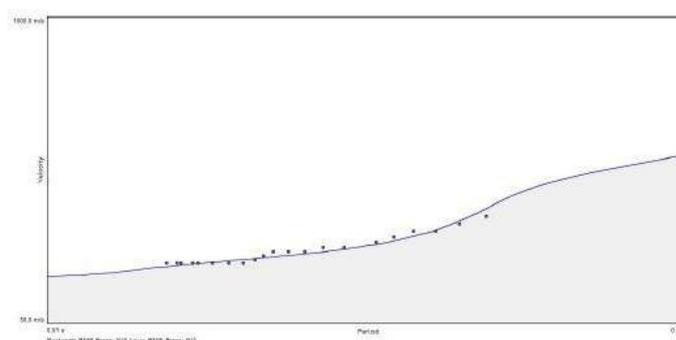


Fig. 9 - Curva di dispersione Re.Mi.1.

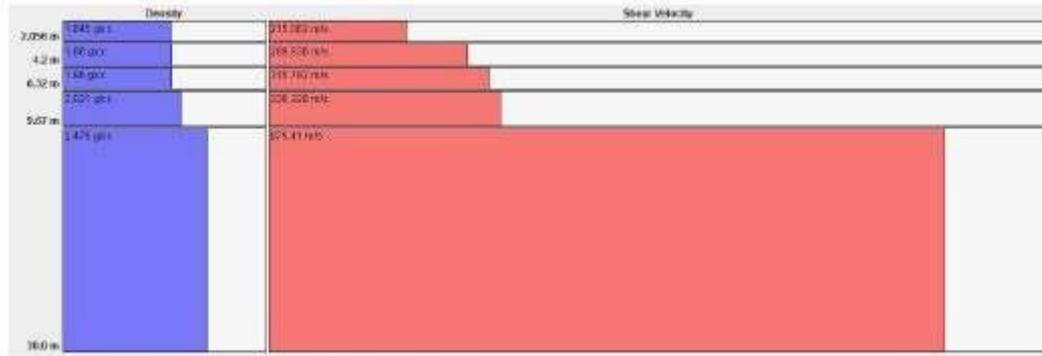


Fig. 10 - Modello di interpretazione Re.Mi. 1.

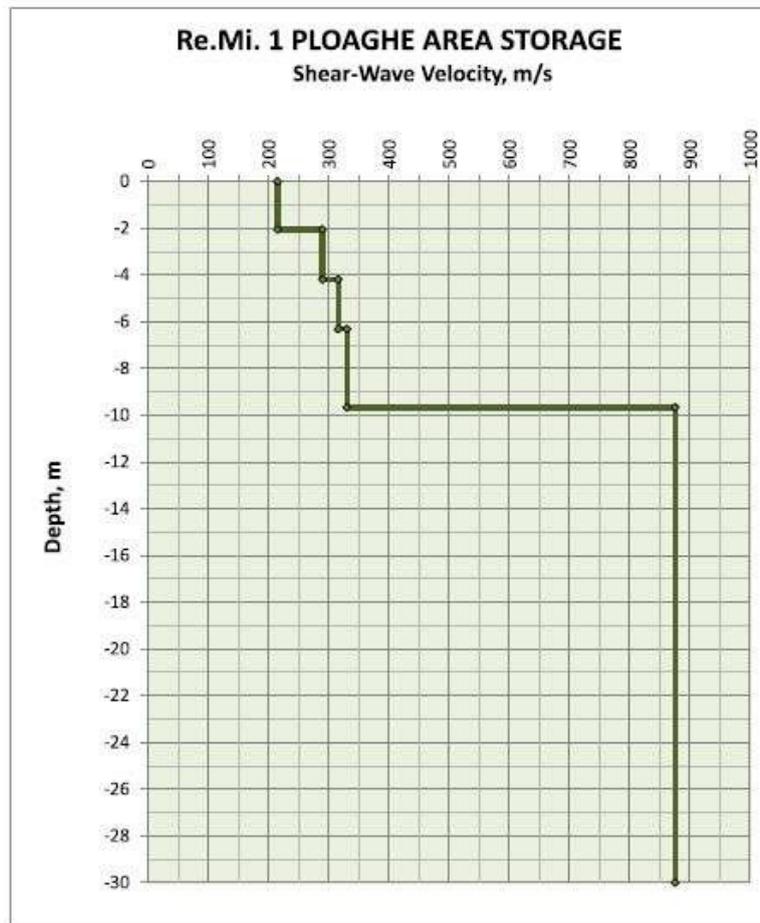


Fig. 11 - Velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità - Re.Mi. 1.

N. strato	Profondità (m)	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	0.00 – 2.06	1.61	215.08	372.09
2	2.06– 4.20	1.49	289.84	501.42
3	4.20 – 6.32	1.77	315.79	546.32
4	6.32 – 9.67	1.83	330.33	571.47
5	9.67 – 30.00	1.89	875.41	1514.46

Tabella A: sintesi dei risultati dell'inversione della curva di dispersione Area trasformatore.

6.7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-1 PLOAGHE  
(SS) - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 1**

- committente : ATLAS RE S.r.l.  
- lavoro : Parco fotovoltaico  
- località : Ploaghe (SS)

- data prova : 26/04/2022  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- aiuto speriment. :  
- note : Area 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\text{min})$	s	M-s	M+s			
0	0.00 0.30		0.0	0	0	0.0	---	---	---	48	1.15	55

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza a dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_1 = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 1**

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed			Ysat	W
0	0.00	0.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30	0.60	18	97	112	47	32.4	216	1.98	1.57	1.13	108	2.00	26.2	0.708	---
3	0.60	1.20	91	146	372	100	45.0	1092	2.24	1.99	5.69	546	2.88	-3.6	-0.096	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma^w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.30	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30—0.60	18	47	32.4	216	Mediamente addensato	1.98	2.00	112
3	0.60-1.20	91	100	45.0	1092	Fortemente Addensato	2.24	2.88	372

Assenza di falda

6.8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-2 PLOAGHE  
(SS) - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 2**

- committente : ATLAS RE S.r.l. - data prova : 26/04/2022  
- lavoro : Parco fotovoltaico - quota inizio : Piano campagna  
- località : Ploaghe (SS) - prof. falda : Falda non rilevata

- aiuto sperim. :  
- note : Area 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0	0.00	0.30		0.0	0	0	0.0	---	---	---	76	1.15	87

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 2**

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed			Ysat	W
0	0.00	0.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30	2.70	15	118	98	42	31.5	180	1.96	1.54	0.94	90	1.96	28.6	0.773	---
3	2.70	3.30	87	183	360	98	44.9	1044	2.23	1.98	5.44	522	2.83	-2.7	-0.072	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma^w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.30	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30—2.70	15	42	31.5	180	Mediamente addensato	1.96	1.96	112
3	2.70-3.30	87	98	44.9	1044	Fortemente Addensato	2.23	2.83	372

Assenza di falda

6.9 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-3 PLOAGHE  
(SS) - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 3**

- committente :	ATLAS RE S.r.l.	- data prova :	26/04/2022
- lavoro :	Parco fotovoltaico	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Ploaghe (SS)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- aiuto sperim. :			
- note :	Area 1		

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
0	0.00	0.30		0.0	0	0	0.0	---	---	---	68	1.15	78

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta^t = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 3**

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE						NATURA COESIVA					Q	Litologia	
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat			W
0	0.00	0.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30	3.00	5	100	43	18	28.0	60	1.88	1.41	0.31	30	1.83	39.3	1.061	---
3	3.00	3.90	31	157	168	66	36.3	372	2.06	1.70	1.94	186	2.15	17.6	0.474	---
4	3.90	4.50	78	192	332	95	44.4	936	2.21	1.94	4.88	468	2.72	-0.5	-0.013	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma^w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.30								
2	0.30—3.00	5	18	28.0	60	Mediamente addensato	1.83	1.88	43
3	3.00-3.90	31	66	36.3	372	Addensato	2.06	2.15	168
4	3.90-4.50	78	95	44.4	936	Molto addensato	2.21	2.72	332

Assenza di falda

6.91 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-4 PLOAGHE  
(SS) - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 4**

- committente :	ATLAS RE S.r.l.	- data prova :	26/04/2022
- lavoro :	Parco fotovoltaico	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Ploaghe (SS)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- aiuto sperim. :			
- note :	Area 2		

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0	0.00 0.30		0.0	0	0	0.0	---	---	---	64	1.15	74

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 4**

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia	
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed			Ysat
0	0.00	0.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30	2.40	5	96	43	18	28.0	60	1.88	1.41	0.31	30	1.83	39.3	1.061
3	2.40	3.00	24	144	139	56	34.2	288	2.01	1.63	1.50	144	2.07	21.9	0.591
4	3.00	3.60	74	181	319	94	44.2	888	2.20	1.93	4.63	444	2.67	0.6	0.015

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma^w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.30								
2	0.30—2.40	5	18	28.0	60	Mediamente addensato	1.83	1.88	43
3	2.40-3.00	24	56	34.2	288	Addensato	2.01	2.07	168
4	3.00-3.60	74	94	44.2	888	Molto addensato	2.20	2.67	332

Assenza di falda

6.92. **ARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-5 PLOAGHE (SS) - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO**

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 5**

- committente :	ATLAS RE S.r.l.	- data prova :	26/04/2022
- lavoro :	Parco fotovoltaico	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Ploaghe (SS)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- aiuto speriment. :			
- note :	Area 2		

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
0	0.00	0.30		0.0	0	0	0.0	---	---	---	66	1.15	76

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_1 = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 5**

n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia
						Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e		
0	0.00	0.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30	0.60	7	82	56	25	28.8	84	1.90	1.45	0.44	42	1.86	36.0	0.972	---	---
3	0.60	1.20	76	142	325	94	44.3	912	2.21	1.94	4.75	456	2.70	---	0.001	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma^w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.30	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.30—0.60	7	25	28.8	84	Addensato	1.86	1.90	56
3	0.60-1.20	76	94	44.3	912	Fortemente Addensato	2.21	2.73	325

Assenza di falda

## 6.93 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-6 PLOAGHE

(SS) - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 6**

- committente : ATLAS RE S.r.l.  
- lavoro : Parco fotovoltaico  
- località : Ploaghe (SS)

- data prova : 26/04/2022  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- aiuto speriment. :  
- note : Area 3

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	0.90	N	0.0	0	0	0.0	---	---	---	0	1.15	0
			Rpd	0.0	0	0	0.0	---	---	---	0		
2	0.90	5.10	N	16.6	2	27	9.3	6.2	10.4	22.9	17	1.15	20
			Rpd	87.4	12	131	49.5	31.3	56.1	118.8	90		
3	5.10	5.40	N	83.0	83	83	83.0	---	---	---	83	1.15	95
			Rpd	402.9	403	403	402.9	---	---	---	403		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta^t = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI****DIN 6**

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE						NATURA COESIVA					Q	Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat			W	e
1	0.00	0.90	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.90	5.10	20	142	121	50	33.0	240	1.99	1.59	1.25	120	2.02	24.7	0.667	---	---
3	5.10	5.40	95	207	384	100	45.0	1140	2.24	1.99	5.94	570	2.93	-4.4	-0.119	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma^w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.90	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.90—5.10	20	50	33	240	Mediamente addensato	1.99	2.02	121
3	5.10-5.40	95	100	45	1140	Fortemente Addensato	2.24	2.93	384

Assenza di falda

## 6.94 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-7 PLOAGHE

(SS) - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 7**

- committente : ATLAS RE S.r.l.  
 - lavoro : Parco fotovoltaico  
 - località : Ploaghe (SS)

- data prova : 26/04/2022  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

- aiuto sperim. :  
 - note : Area 3

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	0.90	N	0.0	0	0	0.0	---	---	---	0	1.15	0
			Rpd	0.0	0	0	0.0	---	---	---	0		
2	0.90	2.40	N	13.8	1	24	7.4	---	---	---	14	1.15	16
			Rpd	77.5	6	132	41.6	---	---	---	79		
3	2.40	3.00	N	67.5	59	76	63.3	---	---	---	68	1.15	78
			Rpd	363.1	325	401	344.2	---	---	---	366		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI****DIN 7**

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed			Ysat	W
1	0.00	0.90	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.90	2.40	16	122	103	44	31.8	192	1.97	1.55	1.00	96	1.97	27.8	0.750	---
3	2.40	3.00	78	176	332	95	44.4	936	2.21	1.94	4.88	468	2.72	-0.5	-0.013	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma^w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.90	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.90—2.40	16	44	31.8	192	Mediamente addensato	1.97	1.97	103
3	2.40-3.00	78	95	44.4	936	Fortemente Addensato	2.21	2.72	332

Assenza di falda

## 6.95 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-8 PLOAGHE

(SS) AREA STORAGE - TERRENO DI TIPO ATTRITIVO

**TERGAM S.r.L.**

Territorio - Geologia - Ambiente

Rapporto di prova n°: 135

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 8**

- committente : ATLAS RE S.r.l. - data prova : 25/04/2022  
 - lavoro : Parco fotovoltaico - quota inizio : Piano campagna  
 - località : Ploaghe (SS) - prof. falda : Falda non rilevata

- aiuto speriment. :  
 - note : Area storage

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	0.90	N	0.0	0	0	0.0	---	---	---	0	1.15	0
			Rpd	0.0	0	0	0.0	---	---	---	0		
2	0.90	1.80	N	13.3	1	31	7.2	---	---	---	13	1.15	15
			Rpd	77.0	6	179	41.4	---	---	---	75		
3	1.80	2.40	N	51.0	43	59	47.0	---	---	---	51	1.15	59
			Rpd	281.2	237	325	259.2	---	---	---	281		
4	2.40	3.00	N	71.0	65	77	68.0	---	---	---	71	1.15	82
			Rpd	382.3	358	406	370.3	---	---	---	382		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1.15$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI****DIN 8**

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE						NATURA COESIVA					Q	Litologia
	Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e		
1	0.00	0.90	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	0.90	1.80	15	116	98	42	31.5	180	1.96	1.54	0.94	90	1.96	28.6	0.773
3	1.80	2.40	59	160	270	88	42.4	708	2.17	1.88	3.69	354	2.49	5.2	0.139
4	2.40	3.00	82	178	344	97	44.6	984	2.22	1.96	5.13	492	2.77	-1.5	-0.040

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) =  $[Rpd/Chi]$  [ $15 > Chi > 20$ ] capacità portante Sanglerat 1972

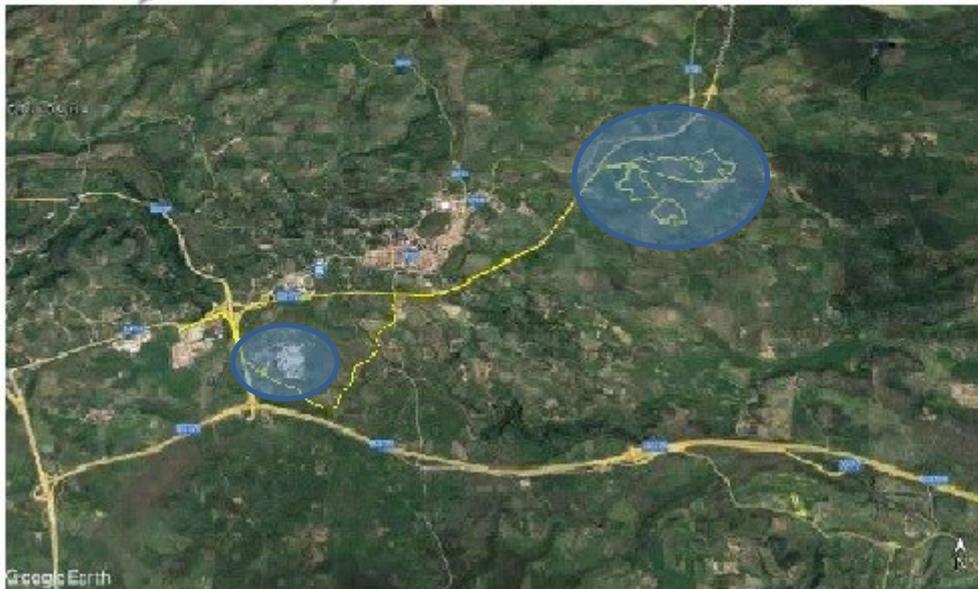
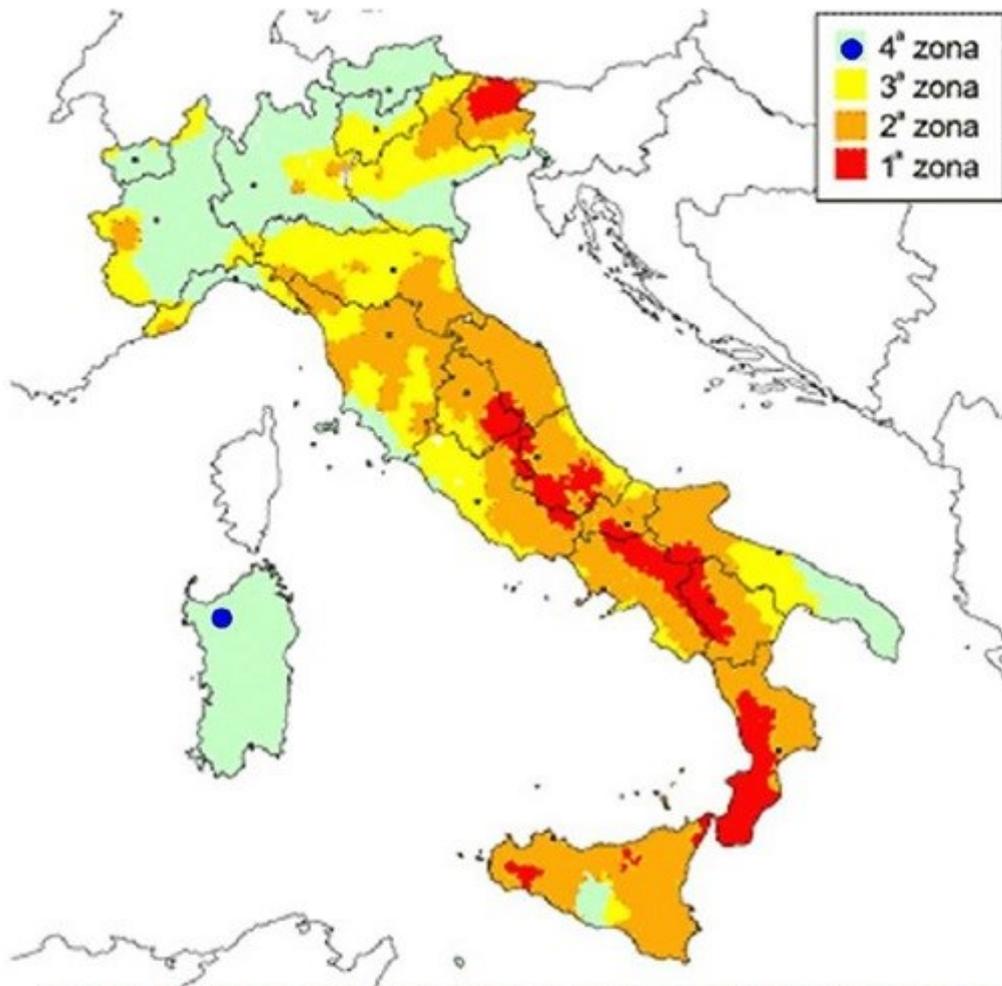
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di deformazione drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_w$ Peso di volume del terreno saturo (t/m <sup>3</sup> )	G modulo di taglio dinamico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1-	0.00-0.90								
2	0.90—1.80	15	42	31.5	180	Mediamente addensato	1.96	1.96	98
3	1.80-2.40	59	88	42.4	708	Addensato	2.17	2.49	270
4	2.40-3.00	82	97	44.6	984	Molto addensato	2.22	2.77	344

Assenza di falda

# **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



## 7. SISMICA

### 7.1 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREE 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, il territorio comunale di Ploaghe (SS) non era classificato sismico 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 il territorio di Ploaghe (SS), viene classificato in zona sismica 4 (Bassa 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 delle due prove effettuate, si evince che le aree destinate all'impianto agrivoltaico e l'area Storage, presentano una velocità  $V_{s,eq}$  di 181.20 e 286. m/sec. che individua terreni di tipo **E**. 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.

## 7.2 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.

## 8. CONCLUSIONI

In sede preliminare è stato dato un quadro topografico e geomorfologico del territorio in cui ricadono le aree in esame. E' stata poi analizzata la morfologia e la geologia in senso stretto del territorio circostante e dell'aree allo studio, ne deriva che si hanno formazioni geologiche sedimentarie continentali, formazioni sedimentarie appartenenti al bacino del Logudoro e unità di rocce magmatiche effusive, del distretto vulcanico di Osilo-Castelsardo.

### DEPOSITI OLOCENICI CONTINENTALI

**Coltri Eluvio –Colluviali.** Trattasi di detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti arricchiti in frazione organica. Detta formazione è presente a Nord-Est e a Sud-Est del foglio rilevato. L'età dalla letteratura è ascrivibile all' Olocene.

**Sedimenti Alluvionali.** Formatati da depositi alluvionali presenti nel foglio allo studio nella zona Sud nell'alveo del Riu Caneris. L'età è ascrivibile all'Olocene-attuale.

### ROCCE SEDIMENTARIE DEL BACINO DEL LOGUDORO

**Formazione del Borutta.** Questa formazione è costituita da Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanza ritmiche. Occupa aree a Sud-Ovest dell'aree allo studio L'età dalla letteratura è ascrivibile al Langhiano - Miocene

**Formazione di Mores.** Questa formazione è rappresentata da due Litofacies. La prima costituita da arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati con intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso feldspatici a grana medio grossa, localmente ricchi di ossidi di ferro. La seconda costituita da calcareniti calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile con fauna a gasteropodi, ostreidi ed echinidi. Questa formazione occupa aree poste a Sud del territorio che ospiterà l'impianto agrivoltaico e l'area Storage . L'età dalla letteratura è ascrivibile al Burdigaliano Miocene.

### DISTRETTO VULCANICO DI OSILO-CASTELSARDO

**Unità di Logulentu.** Trattasi di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore rossastro con tessiture macroeutaxitica. Affiora ad est, ad ovest e a sud dell'aree allo studio. L'età è ascrivibile Burdigaliano.

**Unità di Santa Giulia.** Trattasi di andesiti basaltiche e basalti andesitici, porfirici per fenocristalli di Ol, Px, Pl, in potenti colate talora ialoclasticje Sills e Necks intercalati entro la sequenza lacustre.

Affiora ad ovest del foglio rilevato e l'età è ascrivibile Burdigaliano.

**Unità di Monte Murra.** Trattasi di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riolitico, saldati con cristalli liberi di Pi, Sa, Am a tessitura eutaxitica con fiamme vitro clastiche decimetriche e porzione basale vetrosa. Occupa gran parte del foglio rilevato. L'area allo studio ospitano questa formazione. L'età è ascrivibile all'Aquitano-Burdigaliano.

**Unità di San Leonardo.** Trattasi di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, da saldati a debolmente saldati, a chimismo da dacitico a riolitico, con cristalli di Pl Sa, Cpx, Bt, Mag, con strutture da eutassitiche a vitro clastiche. Affiora in una piccolissima parte a Sud-Est della tavola allegata. L'età è ascrivibile all'Aquitano-Burdigaliano. Per quanto riguarda la presenza di elementi lineari (Fratture), nell'area in esame che dovrà ospitare l'impianto agrivoltaico e nell'area Storage, non si riscontrano.

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. La morfologia presente in quest'ambito è di media-alta collina e le aree deputate all'impianto altimetricamente presentano quote minime di mt 374.00, massime di mt.444 s.l.m. Per quanto riguarda il progetto PAI dalla verifica effettuata in loco risulta che un piccolo lembo di terra nell'area tre presenta una pericolosità geomorfologica media HG2 ed un rischio geomorfologico medio RG2. Tuttavia questo piccolo lembo di terra non è interessato dall'impianto agrivoltaico. I terreni interessati dall'impianto agrivoltaico e l'area Storage per la bassa acclività si presentano stabili e privo di fenomenologie eversive. Tutto ciò è visibile, nella carta geomorfologica e nelle carte del rischio e pericolosità geomorfologica nelle carte del rischio e pericolosità idraulica redatta dall'autorità di bacino ed allegata al Piano di Assetto Idrogeologico (Ved. Tavole 2,3,4,5,6,7).

A conclusione di quanto sopra esposto e dalle risultanze emerse nei calcoli delle verifiche innanzi effettuate si deduce che le aree in parola, non sono interessate 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.

Dall'ultima proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale, risulta che il territorio di Ploaghe (SS) è zona sismica 4, di classe bassa 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**

Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato Direzione Generale delle Miniere, Servizio Geologico d'Italia – Note illustrative della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA Foglio 193 Bonovra e 180 Sassari al 100.000.

REGIONE SARDEGNA Carta Tecnica Regionale C.T.R. 460090, 460100 Scala 1 : 10.000.

Paolo Conti Geologia della Sardegna. Note illustrative della carta geologica Scala : 200.00.

ISPRA note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1 : 50.000 Foglio 459 Sassari.

Autorità di Bacino Regione Sardegna.

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°.

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.

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.

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).

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**

*INDAGINE GEOFISICA TABELLE E GRAFICI SISMICA A RIFRAZIONE, SISMICA PASSIVA  
TABELLE E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPSH*