| SCALA | SEDE PROGETTO | FORMATO |
|---|---|---|
| **N.A.** | **CAGLIARI** | **A4** |

| REV. | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 02/10/2023 | Ing. R. Sacconi | Innova Service S.r.l.<br>Arch. G. R. Porpiglia | DS Italia 13 S.r.l. |
| | | | | |
| | | | | |

| DATA | TIPO DI EMISSIONE |
|---|---|
| **02/10/2023** | **Prima Emissione** |


**Committente- Sviluppo progetto FV:**

**DS Italia 13 S.r.l.**
Via del Plebiscito n. 112 - Roma (RM)
P.IVA 16380561007

**Studio di progettazione:**

**LA SIA S.p.A.**
Viale L. Schiavonetti, 28600173-Roma (RM)
P.IVA 08207411003


PROGETTO

# Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Ittiri” della potenza di picco di 22.371,3 kWp e potenza di immissione di 18.010,0 kW e delle relative opere di connessione alla RTN nel comune di Ittiri (SS)

TITOLO ELABORATO

## RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA


**Coordinamento Progettisti:**

**INNOVA SERVICE S.r.l.**
Via Santa Margherita, 4 - 09124 Cagliari (CA)
P.IVA 03379940921,
PEC: innovaserviceca@pec.it

**GRUPPO DI LAVORO:**

**per INNOVA SERVICE S.r.l.**
Giorgio Roberto Porpiglia - Architetto
Silvio Matta - Ingegnere Elettrico
Aurora Melis - Geometra
Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico
Marta Camba - Geologo

**per La SIA S.p.A.**
Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile
Stefano Cherchi - Archeologo
Franco Milito - Agronomo
Francesco Paolo Pinchera - Biologo
Rita Bosi - Dottore Agronomo


NOME ELABORATO

**REL_SP_GEO**

Marta Camba
30.11.2023
10:30:52
GMT+01:00

giorgio roberto porpiglia
29.11.2023
15:48:38
GMT+01:00

REV

**00**

INDICE


**1. PREMESSA ..... 3**

1.1 Normative di riferimento ..... 3

1.2 Bibliografia e studi ..... 4

**2. Inquadramento Geografico ..... 5**

**3. Inquadramento Geologico ..... 9**

3.1 Litologia e stratigrafia significative all 'area di Progetto ..... 14

**4. Inquadramento Geomorfologico ..... 16**

4.1 Geomorfologia dell'area significativa al progetto ..... 16

**5. Inquadramento Idrogeologico ..... 19**

5.1 Idrografia sotterranea ..... 20

**6 Inquadramento Pedologico ..... 22**

**7. Uso del suolo ..... 23**

**8. Vincoli Vigenti ..... 24**

8.1 PAI – Piano di Assetto Idrogeologico ..... 24

8.2 Articolo 30 ter. delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI. ..... 25

8.3 PGRA – Pianoo di Gestione del Rischio Alluvioni ..... 28

9.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ..... 28

**9 Pericolosità sismica di base ..... 29**

9.1 Pericolosità Sismica di base ..... 29

9.1.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento ..... 30

**10 Modello Geologico Preliminare ..... 33**

**11 Terre e Rocce da scavo ..... 34**

12.1 Caratterizzazione dei materiali scavati ..... 34

12.2 Piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo ..... 35

**12 Proposta Piano di Indagini geologico-geotecniche ..... 36**

13.1 Stima del volume significativo e profondità di indagine ..... 36

**13 Valutazione degli impatti sulle matrici ambientali: acque superficiali, acque sotterranee, suolo e sottosuolo ..... 37**

**14 Indicazioni Progettuali Geologico - Geotecniche ..... 40**

## 1. PREMESSA

In supporto al progetto per la realizzazione di un impianto Agro - fotovoltaico della potenza di 18,010 MWp in loc. Coros-Monte Callistro nel Comune di Ittiri (SS), la Dott.ssa Geol. Marta Camba, iscritta all'Ordine dei Geologi della Sardegna sez.A n°827, sede legale in via delle fontane n°11, 09012 Capoterra (CA), P.Iva 03920410929, è stata incaricata per la redazione della Relazione Geologica secondo quanto previsto dalle NTC 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), con l'obiettivo analizzare le caratteristiche geologico-morfologiche e i possibili impatti sulle matrici ambientali dell'area interessata dal suddetto lavoro.

### 1.1 Normative di riferimento

• D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni pe la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.

• Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni pe l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.

• Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.

• D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)

• D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale

• DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale

• Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici

• Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.

• Norme Tecniche di Attuazione PAI approvate con la Deliberazione del comitato istituzionale n. 15 del 22/11/2022 ed entrate in vigore con la pubblicazione sul B.U.R.A.S. n.55 del 01/12/2022

### 1.2 Bibliografia e studi

Nel presente studio sono state utilizzate le informazioni, dati topografici e tematici resi disponibili dai database Regionali e Nazionali:

*Regione Autonoma della Sardegna*:

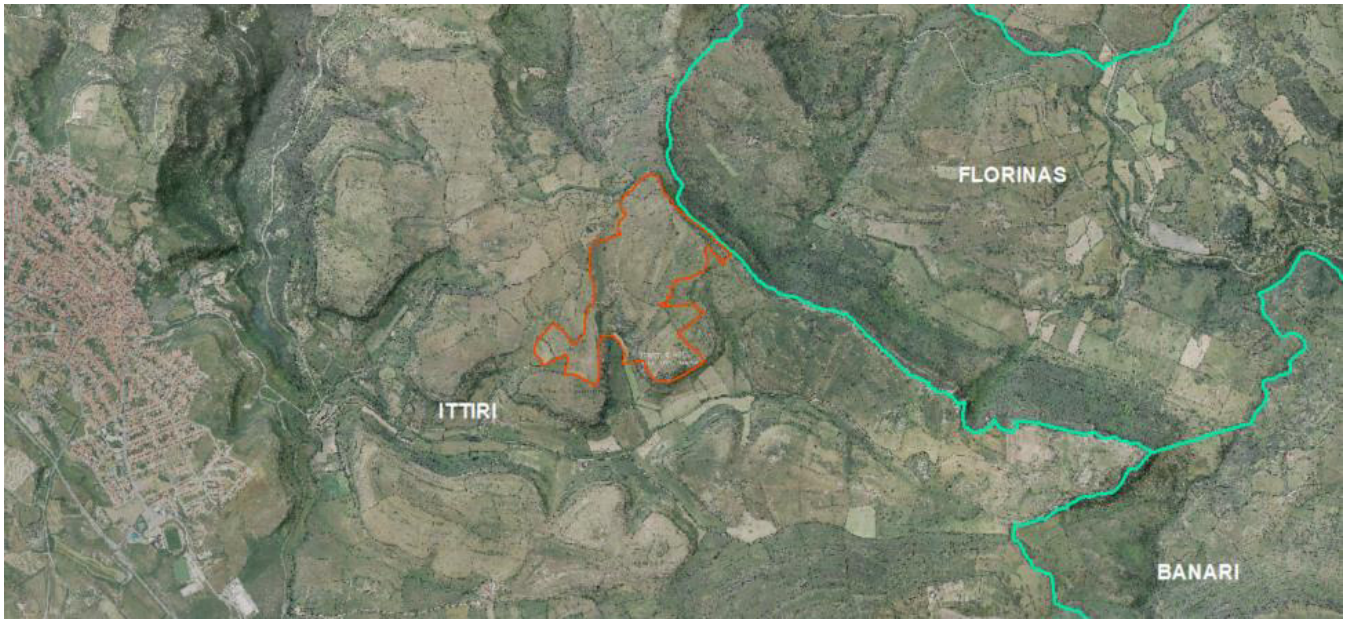
- Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- Carta della Permeabilità dei suoli e substrati, 2019
- Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- ARPA – Dati meteoclimatici
- Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- Piano di Tutela delle Acque
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- SardegnaGeoportale - DTM passo 1 e 10 metri
- SardegnaGeoportale - Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- SardegnaGeoportale - Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000

*I.S.P.R.A - Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale:*

- Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100.000
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:50.000

## 2. Inquadramento Geografico

Ittiri è un comune della provincia di Sassari, facente parte della regione storica del Coros nel Logudoro. È collocata su un altipiano a 450 metri sul livello del mare e, il territorio è morfologicamente caratterizzato da altipiani costituiti da rocce prevalentemente trachitiche e basaltiche. Confina con il comune di Bessude, Banari, Florinas, Ossi, Putifigari, Thiesi, Uri, Usini e Villanova Monteleone.

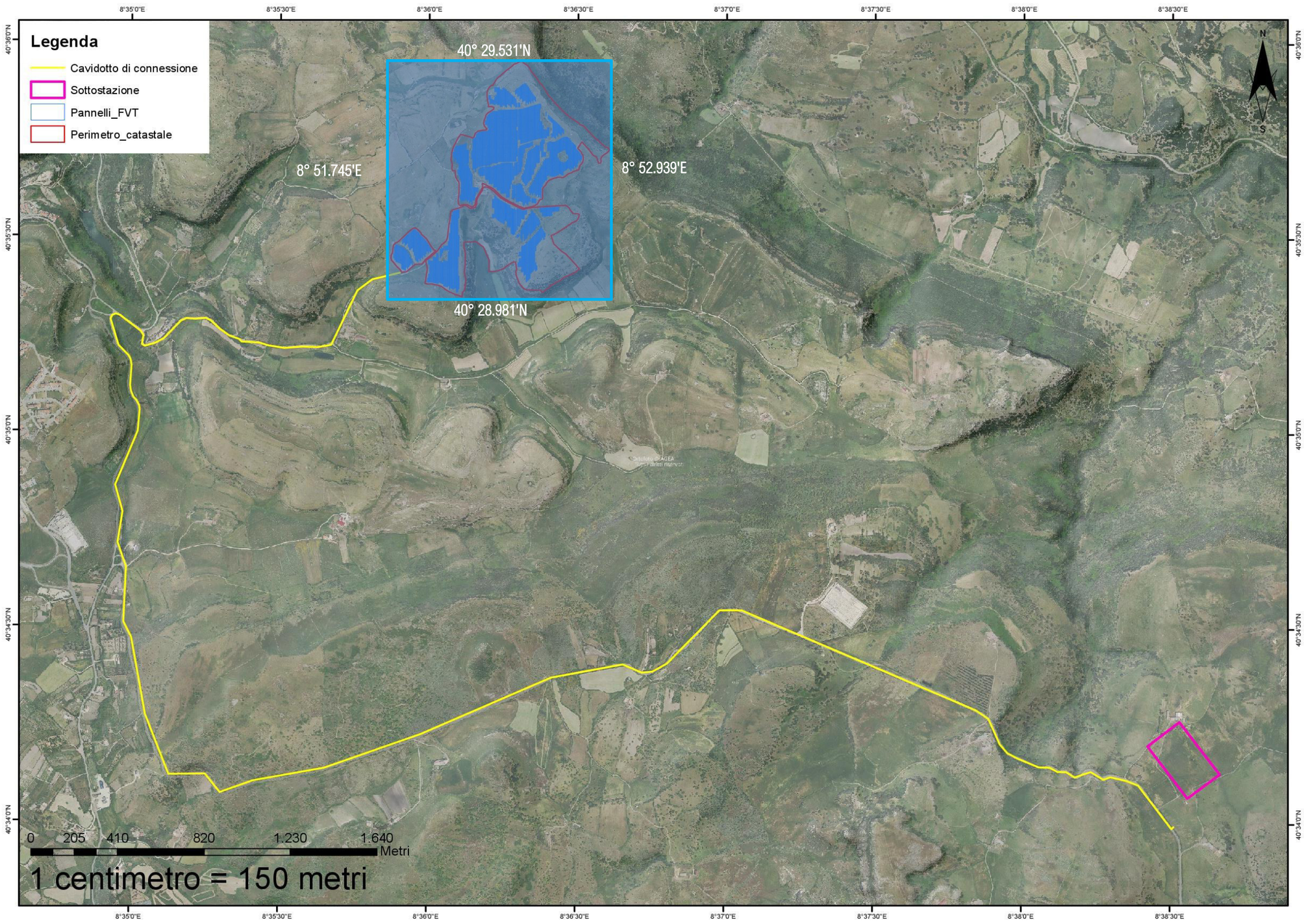


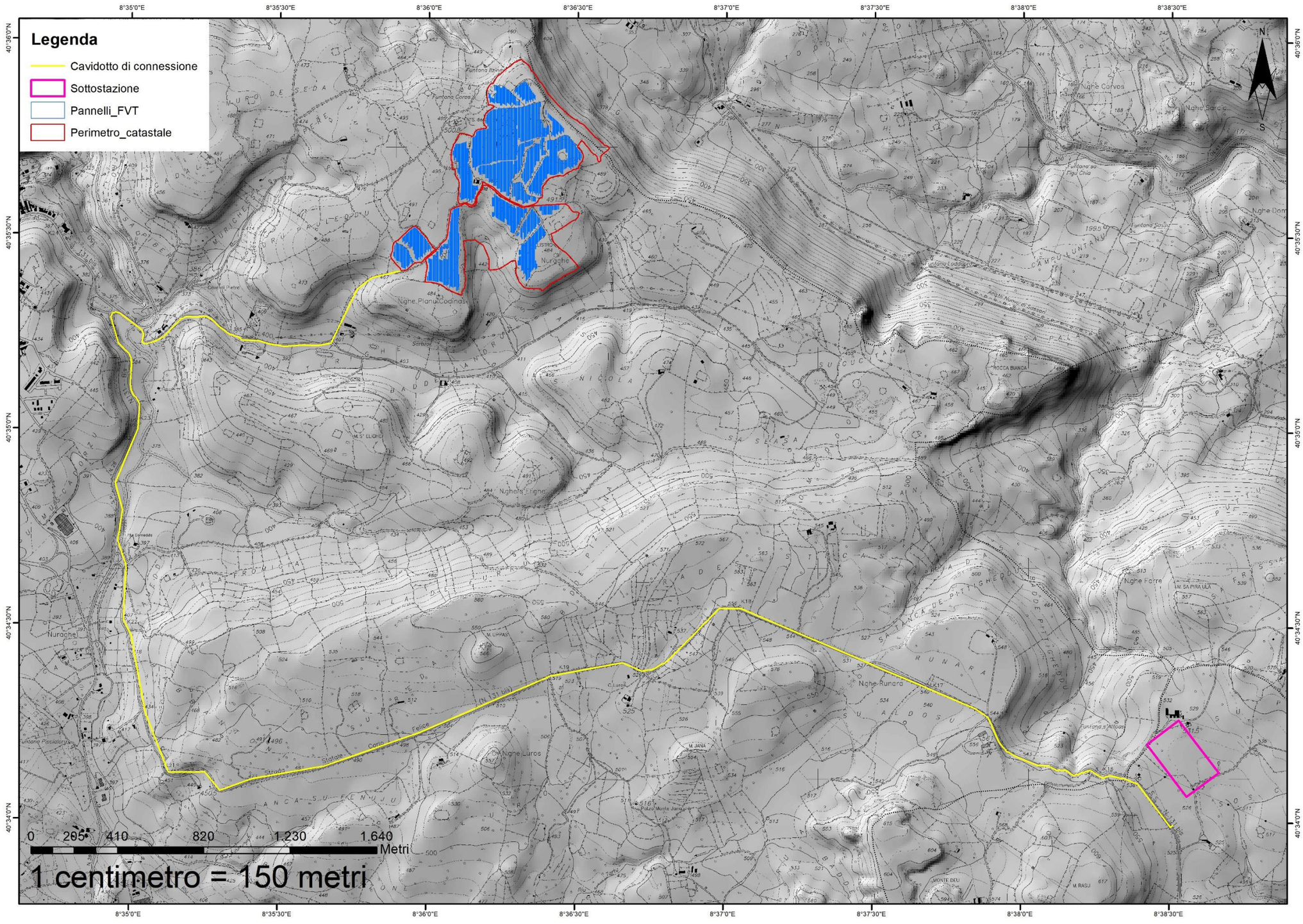

Nello specifico, si riporta l'inquadramento cartografico dell'area oggetto di intervento:

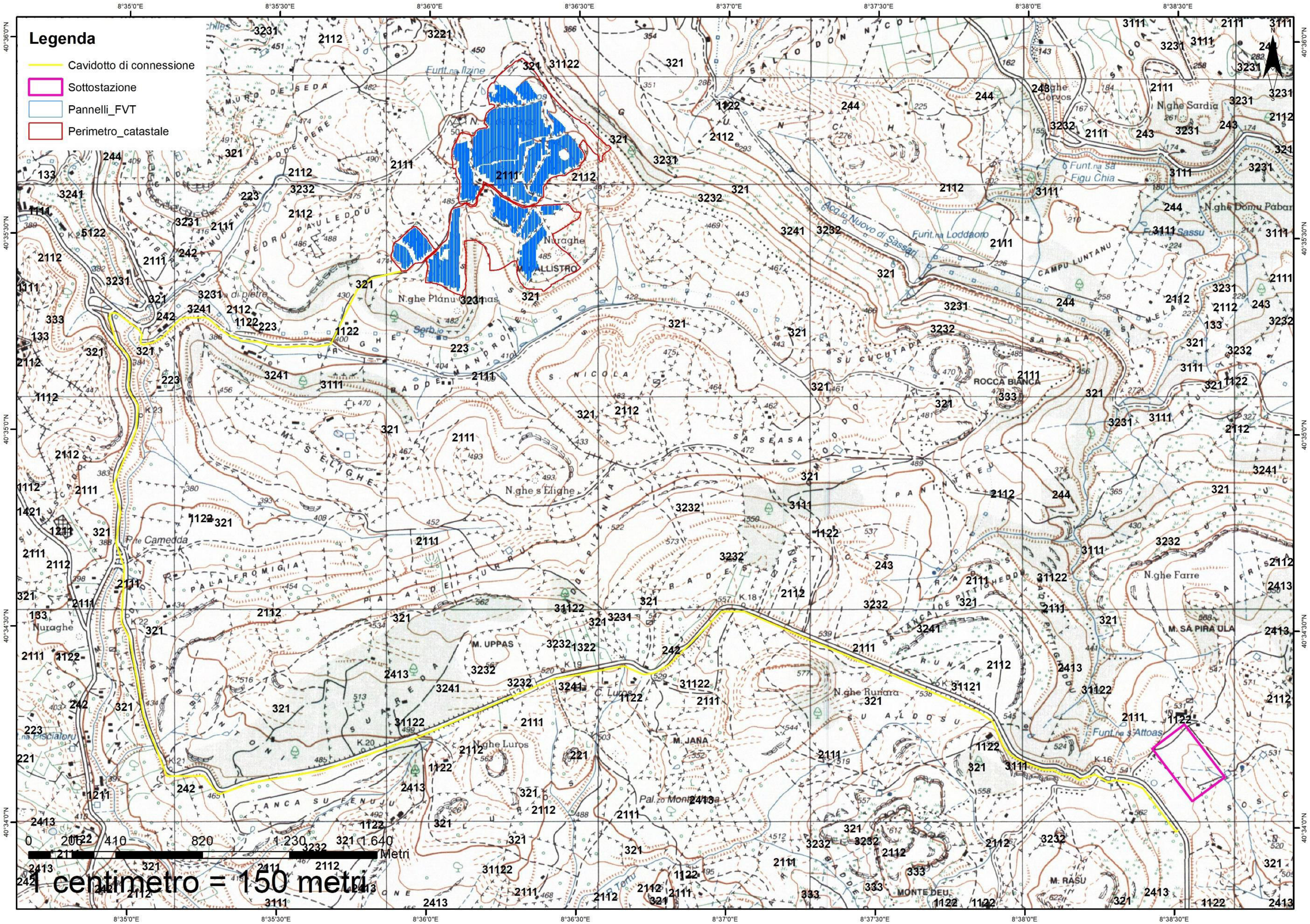
- I.G.M. Serie 25 foglio 479 I "Ittiri"
- CTR – scala 1:10000 – sez. **479040** "Diga 'E su Bidighinzu"; sez. **459160** "Monte Corona 'e teula"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – foglio **193** "Bonorva"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:50.000 – foglio **479** "Ittiri"

Le coordinate WGS84 dell'area interessata dal progetto:

| Latitudine Nord | Latitudine Sud | Longitudine Ovest | Longitudine Est |
|---|---|---|---|
| 40° 29.531'N | 40° 28.981'N | 8° 51.745'E | 8° 52.939'E |


Legenda
Cavidotto di connessione
Sottostazione
Pannelli_FVT
Perimetro_catastale
40° 29.531'N
40° 28.981'N
8° 51.745'E
8° 52.939'E
N
S
8°35'0"E
8°35'30"E
8°36'0"E
8°36'30"E
8°37'0"E
8°37'30"E
8°38'0"E
8°38'30"E
40°36'0"N
40°35'30"N
40°35'0"N
40°34'30"N
40°34'0"N
0 205 410 820 1.230 1.640
Metri
1 centimetro = 150 metri


Legenda
Cavidotto di connessione
Sottostazione
Pannelli_FVT
Perimetro_catastale
8°35'0"E
8°35'30"E
8°36'0"E
8°36'30"E
8°37'0"E
8°37'30"E
8°38'0"E
8°38'30"E
40°36'0"N
40°35'30"N
40°35'0"N
40°34'30"N
40°34'0"N
N
S
Nghe Carvos
Nghe Sardu
Nghe Lùros
Nghe Runara
Nghe Forre
Nghe Piano Codinas
Nuraghe
Nuraghel
Rocca Bianca
0 205 410 820 1.230 1.640
Metri
1 centimetro = 150 metri


Legenda
Cavidotto di connessione
Sottostazione
Pannelli_FVT
Perimetro_catastale
0 205 410 820 1.230 1.640
Metri
1 centimetro = 150 metri
8°35'0"E
8°35'30"E
8°36'0"E
8°36'30"E
8°37'0"E
8°37'30"E
8°38'0"E
8°38'30"E
40°36'0"N
40°35'30"N
40°35'0"N
40°34'30"N
40°34'0"N
N.ghe Planu
N.ghe s Elighe
ROCCA BIANCA
M. UPPAS
M. JANA
N.ghe Rurara
N.ghe Farre
M. SA PIRA ULA
MONTE DEU
M. RASU
N.ghe Sardia
Funt.na Loddaoro
Nuraghe
N.ghe Luros
Pal.zo Monteforte

## 3. Inquadramento Geologico

La Sardegna è classicamente divisa in tre grossi complessi geologici, che affiorano distintamente in tutta la regione per estensioni circa equivalenti: il basamento metamorfico ercinico, il complesso magmatico tardo-paleozoico e le successioni vulcano-sedimentarie tardo-paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche.

La formazione della Sardegna (superficie di 24.098 km$^2$) è strettamente legata ai movimenti compressivi tra Africa ed Europa. Questi due blocchi continentali si sono ripetutamente avvicinati, scontrati e allontanati negli ultimi 400 milioni di anni.

L'isola rappresenta una microplacca continentale con uno spessore crostale variabile dai 25 ai 35 km ed una litosfera spessa circa 80 km. Essa è posta tra due bacini con una struttura crostale di tipo oceanico (Bacino Ligure-Provenzale che cominciò ad aprirsi circa 30 Ma e Bacino Tirrenico) caratterizzati da uno spessore crostale inferiore ai 10 km.

L'attuale posizione del blocco sardo-corso è frutto di una serie di progressivi movimenti di deriva e rotazione connessi alla progressiva subduzione di crosta oceanica chiamata Oceano Tetide al di sotto dell'Europa.

La storia collisionale Varisica ha prodotto tre differenti zone distinte dal punto di vista strutturale:

- **"Zona a falde Esterne"** a foreland "thrusts-and-folds" belt formata da rocce metasedimentarie con età variabile da Ediacarian superiore (550Ma) a Carbonifero inferiore (340Ma) che affiora nella zona sud occidentale dell'isola. Il metamorfismo è di grado molto basso Anchimetamorfismo al limite con la diagenesi.

- "**Zona a falde Interne"** un settore della Sardegna centrale con vergenza sud ovest costituito da metamorfiti paleozoiche in facies scisti verdi di origine sedimentaria e da una suite vulcanica di età ordoviciana anch'essa metamorfosata in condizioni di basso grado

- "**Zona Assiale"** (Northern Sardinia and Southern Corsica) caratterizzata da rocce metamorfiche di medio e alto grado con migmatiti e grandi intrusioni granitiche tardo varisiche (320- 280Ma).

Di seguito vengono descritte le unità presenti nell'area vasta:

***Depositi Olocenici***

**bb**_Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE

**ba**_Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE

**b**_Depositi alluvionali. OLOCENE

**b2**_Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

**a**_Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE

**a1a**_Depositi di frana. Corpi di frana antichi. OLOCENE

***Successione sedimentaria Miocenica***

**NST**_FORMAZIONE DI MONTE SANTO. Si tratta di calcari che mostrano una larga variabilità di facies e giaciture; poggiano, talora in eteropia, sia sulle marne della Formazione di Borutta (RTU) che sulle sabbie della Formazione di Florinas (LNS), mentre a Ittiri poggiano direttamente sulle vulcaniti. In genere gli affioramenti sovrastanti la formazione di Florinas sono *grainstone* che denotano una grande energia, presentano stratificazione incrociata o clinoformi, presenza di abbondanti alghe calcaree talvolta in accumuli di *alga ball*, oltre a coralli del genere *Tarbellastrea* e *Porites* Lo spessore è variabile, con un massimo di 50 m. (Serravalliano – Tortoniano)

**RESa**_Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. successione di calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi, e calcari a componente terrigena variabile, con faune a gasteropodi "Turritelle", ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope), riferibili al Miocene inferiore (Burdigaliano). Il passaggio alla soprastante formazione di Borutta (RTU) presenta spesso caratteri eteropici, infatti può esser sormontata direttamente dalla Formazione di Monte Santo

(NST). (Burdigaliano superiore)

**LRM**_FORMAZIONE DEL RIO MINORE. Si tratta prevalentemente di un deposito epiclastico costituito da cineriti stratificate, biancastre o verdastre per alterazione a cui si associano conclomerati, arenarie, calcari silicizzati e selci grigio nerastre in livelli e lenti di spessore variabile. Le facies cineritiche contengono talvolta resti di palme del Burdigaliano oltre ad alghe e ostracodi. L'ambiente è tipicamente lacustre con spessori che possono superare i 100 m (Burdigaliano)

***Successione Vulcanica Oligo-Miocenica***

**ILV**_UNITÀ DI MONTE SA SILVA. Piroclastiti di flusso pomiceo-cineritiche, di colore bianco-grigiastro, non saldate, ricche di fenoclasti (plagioclasio, quarzo, biotite), con litici di vulcaniti di dimensioni da 3 a 10 cm, e pomici di dimensioni variabili tra il centimetro e 5 cm. Le piroclastiti sono per lo più massive, in alcuni casi mostrano livelli grossolanamente stratificati per effetto della concentrazione dei litici ma senza evidente gradazione. Il chimismo dei depositi è riolitico, e gli spessori in affioramento sono in genere di 10-20 metri ma localmente possono arrivare a quasi 100 m. (Burdigaliano).

**LGS**_UNITÀ DI MONTE LONGOS. Sono piroclastiti di flusso e si caratterizzano per la colorazione prevalentemente nerastra, talvolta violacea alla base, e per l'elevato grado di saldatura; l'aspetto è infatti generalmente vetroso, con presenza di numerosi cristalli di plagioclasio, di pirosseno e biotite, e talvolta con piccole fiamme di colore nero. Dove è possibile osservare il contatto con le piroclastiti sottostanti (UUI) si rileva che i depositi di flusso sono preceduti da livelli di ceneri di caduta dello spessore di qualche centimetro, talvolta con pomici e litici centimetrici, e che alla base sono caratterizzati da scarsa saldatura e da una forte concentrazione di litici e fenocristalli; il grado di saldatura aumenta rapidamente verso l'alto del deposito e, in taluni casi, macroscopicamente non si ha evidenza di tessitutra vitroclastica per effetto della devetrificazione della matrice visibile in sezione sottile. Lo spessore di questa unità è in genere ridotto a 3-5 m. (Burdigaliano)

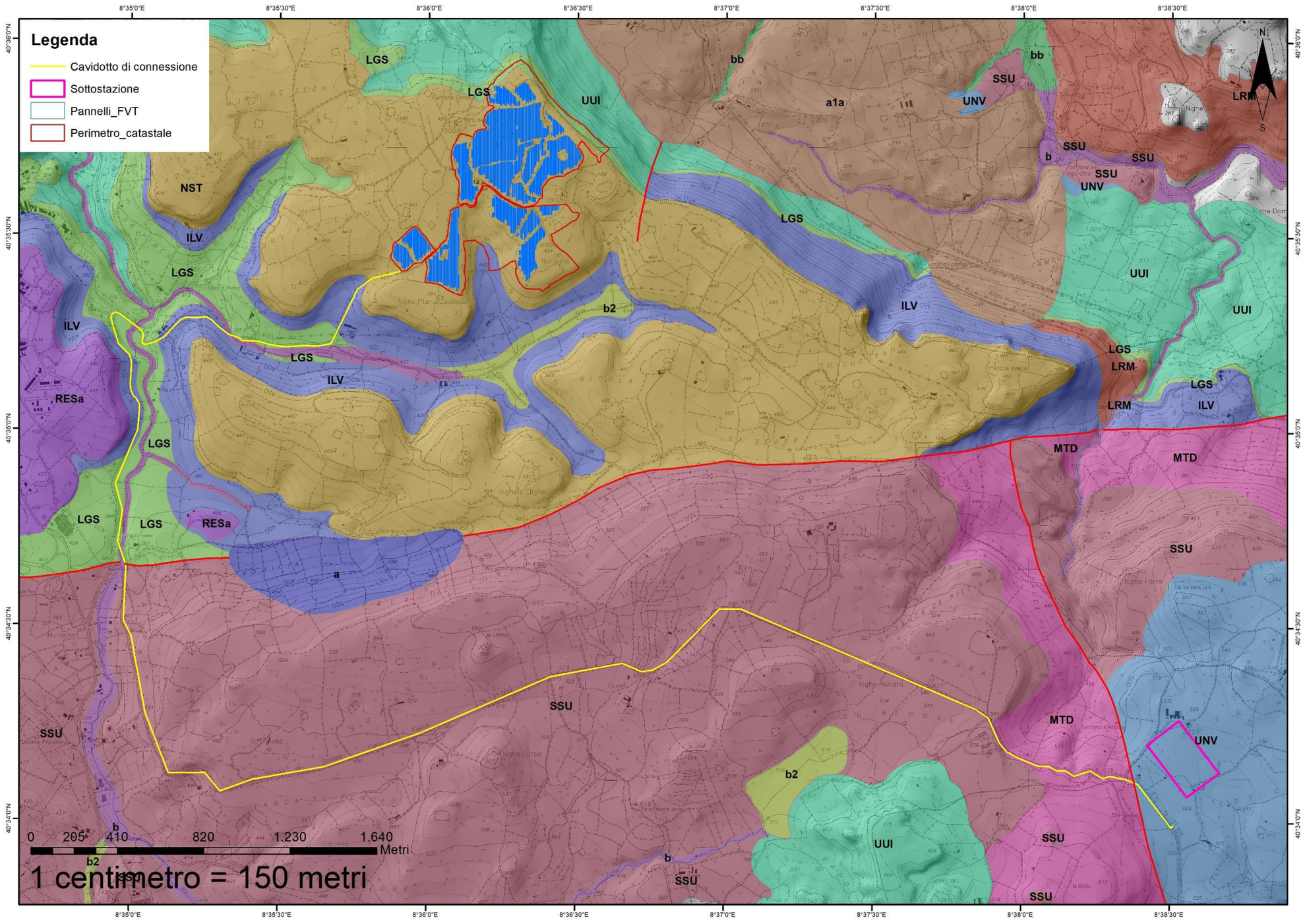
**UUI**_UNITÀ DI URI_Si tratta di piroclastiti i cui affioramenti si osservano dalla zona ad E di Ittiri fino a W di Uri con una cetra continuità. Su questa unità si osservano repentine

variazioni di spessore e di giacitura delle bancate, che rilevano una messa in posto su morfologie articolate impostate sulle unità più antiche, in depressioni vallive che venivano riempite dal deposito di flusso e che nella zona di M. Ozzastru (W di Uri) sono ancora leggibili. Questa unità ha permesso di precisare meglio la correlazione di Ittiri, dove sono presenti prodotti lavici, e quella di Uri-Olmedo caratterizzata da soli prodotti di vulcanismo esplosivo. (Burdigaliano)

**UNV**_UNITÀ DI NURAGHE VITTORE. colate di andesiti basaltiche e basalti, con caratteristiche prevalenti di autobrecce, e daciti porfiriche. Le lave coerenti hanno colore grigio scuro e tessitura porfirica per fenocristalli di plagioclasio, pirosseno e olivina in pasta di fondo microcristallina. Presentano frequente fratturazione tipo *platy jointing* secondo la direzione di flusso. Le lave a blocchi sono costituite da blocchi irregolari e eterometrici di lava, debolmente vescicolati, a tessitura clasto-sostenuta, con arrossamento dovuto ad alterazione idrotermale. I rapporti con le piroclastiti a contatto a letto (SSU) e a tetto (UUI) sono caratterizzati da disconformità. (Burdigaliano inferiore)

**SSU**_UNITÀ DI SU SUERZU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, saldati, e con tessitura paratassitica, di colore rossastro, con fiammae grigiastre di dimensioni comprese tra 2 cm e 20 cm, e litici centimetrici costituiti da altre ignimbriti o da andesiti. Nell'area a est di Ittiri è presente un prodotto di aspetto ossidianaceo, probabilmente originato dalla silicizzazione di una piroclastite, di colore grigio da chiaro a scuso, con spessore limitato (7-8 m), preceduto da cineriti bianche contenenti frustoli carboniosi e litici e lapilli accrezionali. I depositi di Su Suerzu sono delimitati dalle Lave di Pala Mantedda (MTD) a letto, e dai corpi di Nuraghe Vittore (UNV) a tetto, con rapporti di disconformità. La composizione chimica delle ignimbriti è riodacitica, mentre lo spessore varia tra 15-20 m fino a 70 m. Burdigaliano.

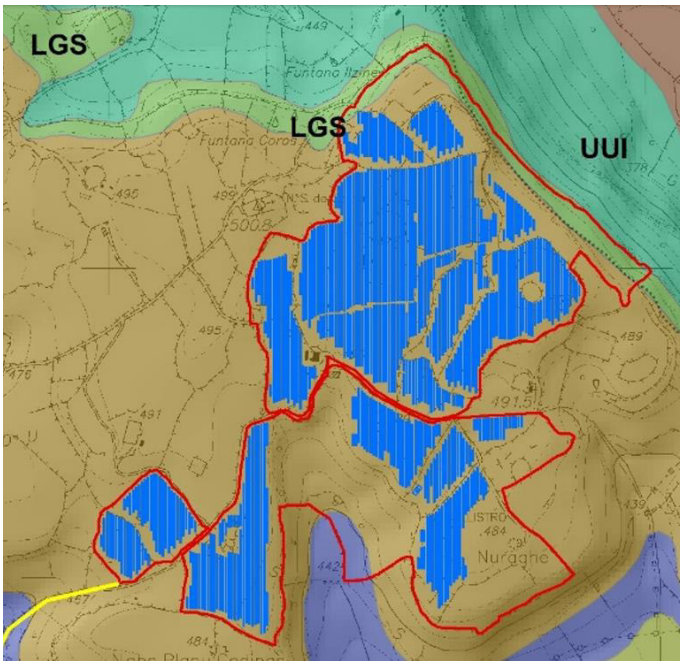
**MTD**_UNITÀ DI PALA MANTEDDA. Le lave di Pala Mantedda sono costituite da un'alternanza, potente un centinaio di metri, di colate e duomi, a chimismo da andesitico a dacitico, che costituiscono il rilievo di Pala Mantedda. Le colate, di colore grigio-rossastro, sono tiltate verso ESE e presentano verso il basso, le classiche posizioni autoclastiche. In affioramento presentano basso indice di porfiricità, con fenocristalli di plagioclasio e pirosseni e rara olivina immersi in una pasta di fondo vetrosa. Sulla base delle evidenze stratigrafiche e mineralogiche, le lave sarebbero ascrivibili alla serie andesitica infefriore (Chattiano-Aquitaniano)


Legenda
Cavidotto di connessione
Sottostazione
Pannelli_FVT
Perimetro_catastale
8°35'0"E
8°35'30"E
8°36'0"E
8°36'30"E
8°37'0"E
8°37'30"E
8°38'0"E
8°38'30"E
40°36'0"N
40°35'30"N
40°35'0"N
40°34'30"N
40°34'0"N
N
S
LGS
UUI
bb
a1a
SSU
UNV
LRM
b
NST
ILV
b2
RESa
a
MTD
0 205 410 820 1.230 1.640
Metri
1 centimetro = 150 metri

### 3.1 Litologia e stratigrafia significative all 'area di Progetto

Nello specifico, le litologie interessate dal progetto sono le seguenti:

**NST – FORMAZIONE DI MONTE SANTO.** ***Calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali;calcareniti***




Calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali, e calcareniti. Poggiano sulle piroclastiti dell'Unità di Monte Silva e piroclastiti in facies ignimbritica dell'unità di Uri.

Lo spessore è variabile, con un massimo di 50 m. L'associazione fossilifera permette di riferire tali depositi al Serravalliano - Tortoniano.

Nella pagina successiva si può osservare la scheda relativa ad una perforazione eseguita in prossimità dell'area interessata dal progetto e resa disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (legge 464/84). La stratigrafia riporta la presenza di calcareniti lungo tutta la verticale di esplorazione sin a profondità elevate.

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

**Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale**

**Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)**

| Dati generali | Ubicazione indicativa dell'area d'indagine |
|---|---|

**Codice:** 170723
**Regione:** SARDEGNA
**Provincia:** SASSARI
**Comune:** ITTIRI
**Tipologia:** PERFORAZIONE
**Opera:** POZZO PER ACQUA
**Profondità (m):** 105,00
**Quota pc slm (m):** 400,00
**Anno realizzazione:** 2002
**Numero diametri:** 1
**Presenza acqua:** SI
**Portata massima (l/s):** 0,500
**Portata esercizio (l/s):** 0,350
**Numero falde:** 1
**Numero filtri:** 1
**Numero piezometrie:** 1
**Stratigrafia:** SI
**Certificazione(*):** SI
**Numero strati:** 1
**Longitudine WGS84 (dd):** 8,576261
**Latitudine WGS84 (dd):** 40,584839
**Longitudine WGS84 (dms):** 8° 34' 34.54" E
**Latitudine WGS84 (dms):** 40° 35' 05.43" N

**(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia**

**DIAMETRI PERFORAZIONE**

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) | Diametro (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 105,00 | 105,00 | 219 |

**FALDE ACQUIFERE**

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 90,00 | 93,00 | 3,00 |

**POSIZIONE FILTRI**

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) | Diametro (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 89,50 | 93,50 | 4,00 | 160 |

**MISURE PIEZOMETRICHE**

| Data rilevamento | Livello statico (m) | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
|---|---|---|---|---|
| apr/2002 | 61,00 | 86,00 | 25,00 | 0,350 |

**STRATIGRAFIA**

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 105,00 | 105,00 | MIOCENE MEDIO | MARNE E CALCARI MARNOSI DI COLORE BIANCO-GIALLO, PASSANTI VERSO IL BASSO A CALCARENITI PIU' O MENO FOSSILIFERE |

# 4. Inquadramento Geomorfologico

La geomorfologia dell'area vasta è ascrivibile ad una morfologia collinare articolata, le cui quote più elevate non superano i 500 metri. La maggior parte di questi rilievi sono modellati sulle calcareniti, calciruditi e talora su litologie vulcaniche. La relativa uniformità dell'altezza dei rilievi, che aumenta gradatamente verso Est, ed il fatto che alla medesima quota si rinvengono formazioni di età differente, suggeriscono che in passato questo settore sia stato caratterizzato da un estesa superficie di spianamento.

La morfologia attuale sarebbe il risultato della progressiva dissezione di questo altopiano da parte delle acque dilavanti e dei corsi d'acqua. I corsi d'acqua principali ed in particolare il Riu d'Ottava a N, il Riu Mascari al centro e il Riu Mannu nel settore meridionale hanno dissecato profondamente il rilievo, generando in corrispondenza delle formazioni calcaree profonde gole delimitate da pareti verticali e sub-verticali.

## 4.1 Geomorfologia dell'area significativa al progetto

L'area geomorfologicamente significativa è quell'area all'interno della quale gli agenti morfodinamici vanno ad interessare indirettamente o direttamente l'opera oggetto di studio.

I depositi calcarei post varisici sono stati incisi dallo scorrimento delle acque superficiali, la cui azione, ha portato a giorno le litologie sottostanti e la conseguente formazione di una morfologia dominata dalla presenza di altipiani e relative valli.

Nello specifico, l'area di interesse progettuale è collocata su un alto topografico calcareo.

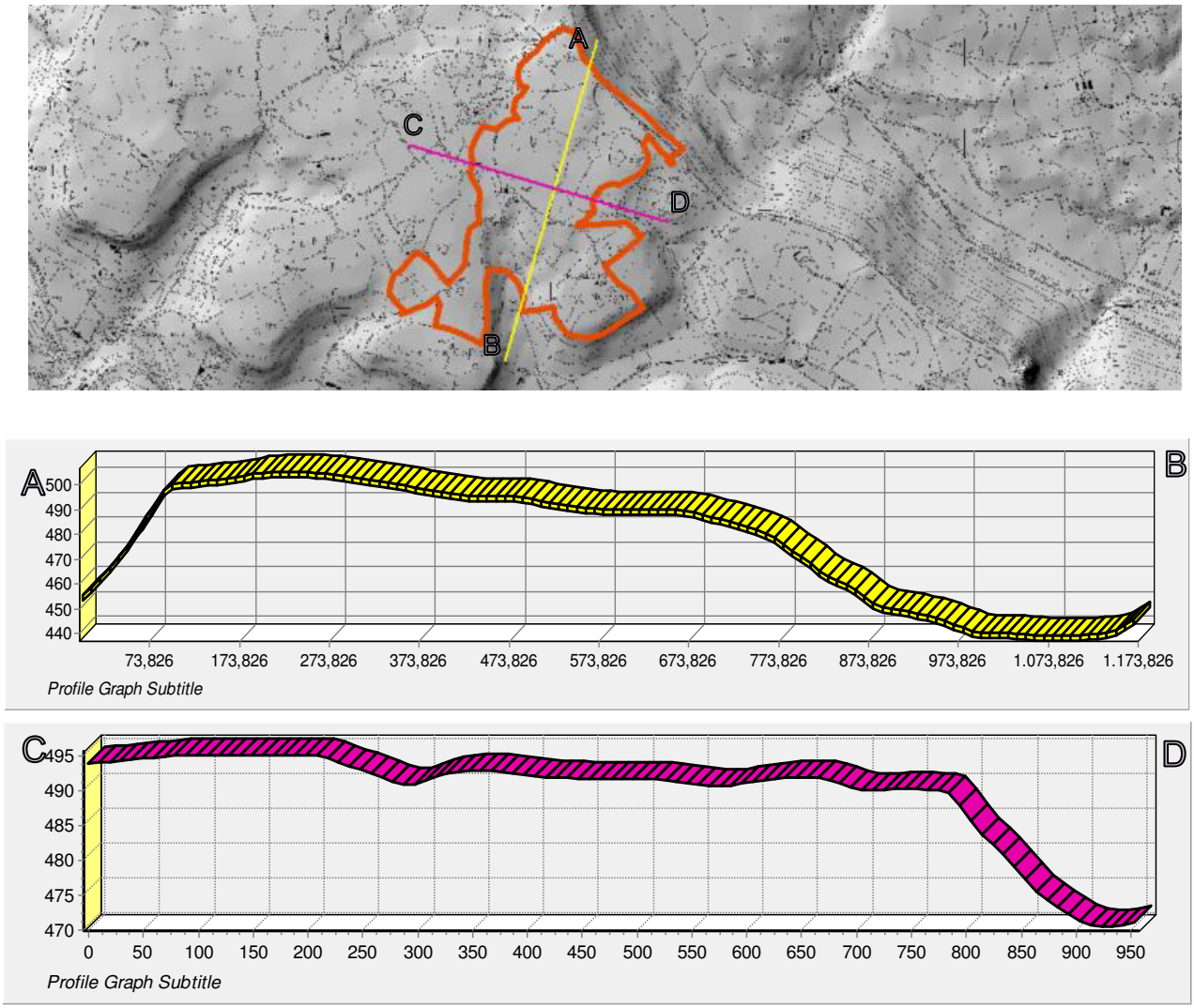



*Figura 4-1 Profili altimetrici dell'area di interesse*

Come si può osservale dalle immagini sottostanti, il substrato roccioso è per lo più affiorante e ne consegue una scarsa frazione di suolo e una vegetazione quasi del tutto rada. Si mostra invece più folta e rigorosa sulle scarpate, dovuta ad una condizione di presenza di maggior porzione di suolo e permeabilità delle conoidi di detrito. La presenza di tale vegetazione conferisce ai versanti una maggior stabilità e resistenza all'erosione.

Nonostante la sua conformazione morfologica, l'area in oggetto non ha indizi di franosità censiti dal progetto IFFI. Le cornici dell'altopiano sono invece caratterizzate da pericolosità geomorfologica e, pertanto, inserite all'interno di aree considerate a pericolo di frana dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) vigente;

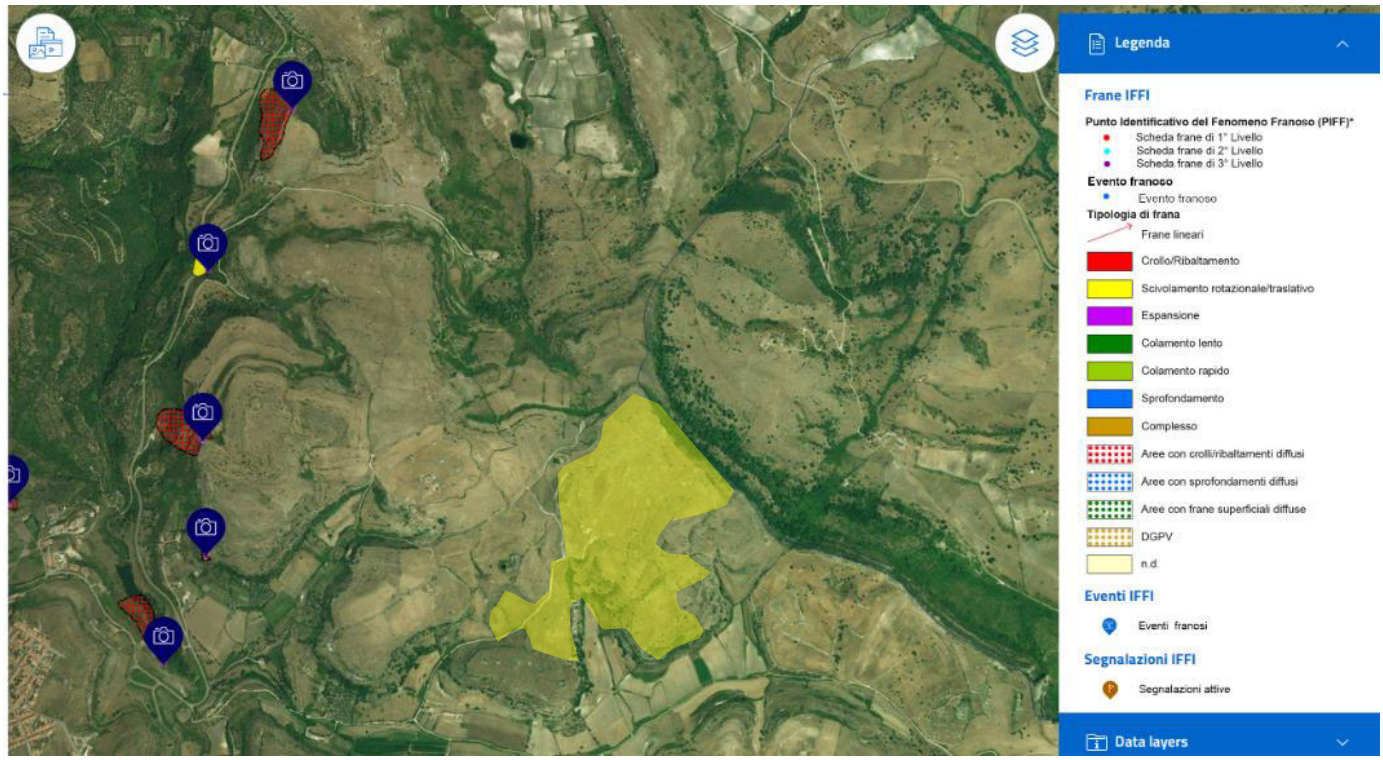



*Figura 4-2 Censimento frane_Progetto IFFI (ISPRA)*

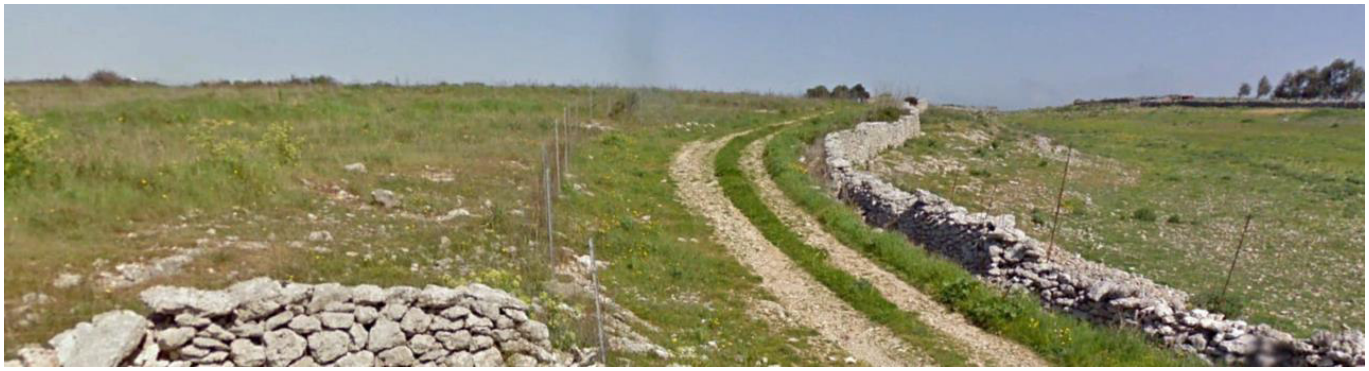


*Figura 4-3 Area interessata dal progetto*

*Figura 4-4 Dettaglio affioramenti rocciosi calcarenitici*

## 5. Inquadramento Idrogeologico

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, facente parte del comune di Ittiri, è inclusa nel Sub – Bacino n°3 Coghinas Mannu Temo.

Il riu Mannu di Porto Torres è compreso tra la diga del Bidighinzu e lo sbocco a mare, per una lunghezza complessiva di 59 km. L'alveo presenta tre tratti a pendenza media circa costante: nei primi 7 km di monte (tratto montano) è pari al 2,1%, nel tratto medio-vallivo, lungo circa 23,5 km, la pendenza media è pari allo 0,57% ed infine nel tratto vallivo, lungo 28 km, è circa lo 0,14%.

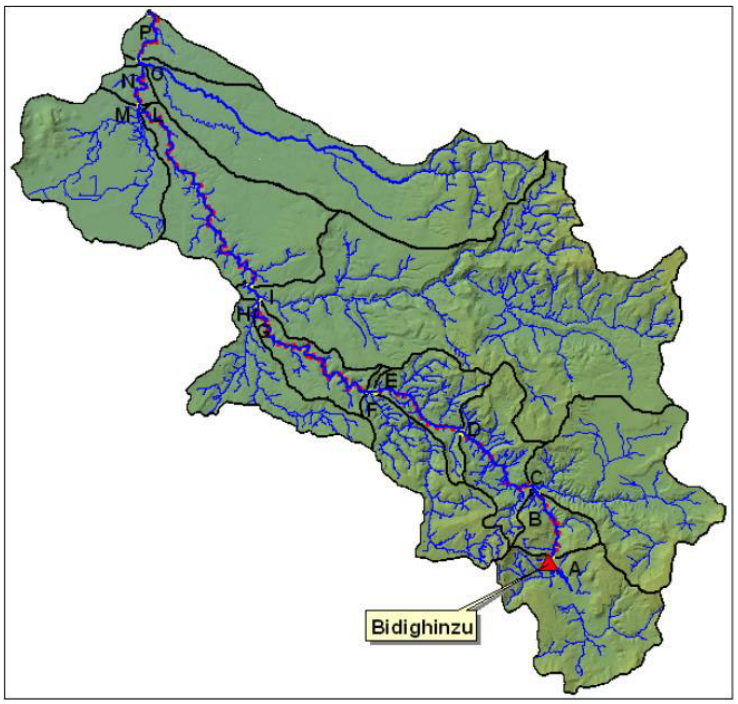


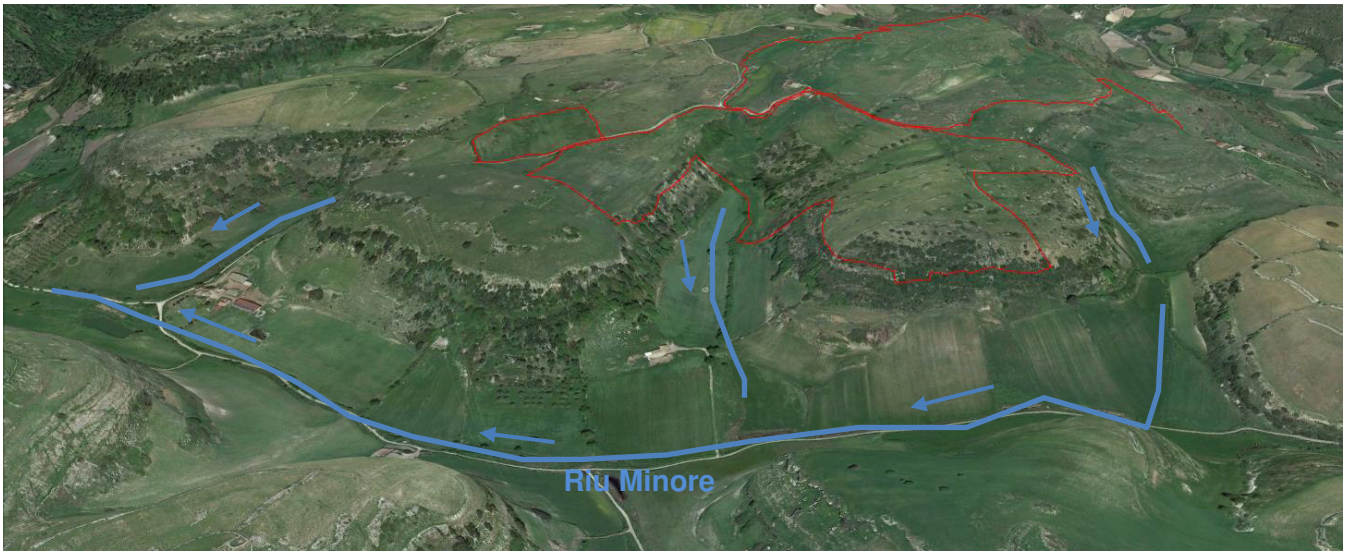

*Figura 5-1 Suddivisione in sottobacini del bacino idrografico del Flumini Mannu di Porto Torres; in rosso è*

Il primo tratto del corso d'acqua prende il nome dalla diga da cui trae origine, riu Bidighinzu, e scorre in un fondovalle inciso naturale, con alta densità di vegetazione in prossimità dell'alveo. Dopo circa 10 km, i versanti diventano meno acclivi e si allargano, permettendo la coltivazione dei pendii e delle strette aree golenali; il fondovalle rimane ben definito e si sviluppa con andamento sinuoso che aumenta progressivamente verso valle; in prossimità dell'alveo la densità di vegetazione rimane alta.

Il corso d'acqua scorre con queste caratteristiche in direzione nord-ovest, nel territorio compreso tra gli abitati di Usini ed Uri, fino all'altezza del ponte sulla S.S. 291 in prossimità di Bancalli. Da questa zona sino al centro abitato di Porto Torres, la valle si allarga ulteriormente ed il territorio è interamente interessato da coltivazioni agricole sino in prossimità dell'alveo di magra, che risulta ancora densamente vegetato.

L'area in cui sorgerà il progetto è compresa all'interno del sub bacino idrografico del Riu Minore, affluente sinistro del Rio Mannu di Porto Torres. Le acque meteoriche ricadenti sull'altopiano calcareo in parte vengono immagazzinate dal substrato litoide avente un

modesto grado di fratturazione e, le acque che invece prendono parta al ruscellamento vengono raccolte lungo le linee di impluvio, schematizzate nell'immagine sottostante, e riversate nell'alveo del Riu Minore.




### 5.1 Idrografia sotterranea

La litologia interessata dal progetto possiede un tipo di permeabilità di secondo grado per fratturazione e carsismo. Nella cartografia IGM sono rese note una serie di sorgenti le quali sgorgano in corrispondenza del contatto tra la litologia calcarea e le ignimbriti appartenenti all'unità di Monte Longos. Il grado di permeabilità minore delle ignimbriti sottostanti, fa sì che le acque che prendono parte all'infiltrazione sulla litologia calcarea sovrastante vengono raccolte ed immagazzinate attraverso un sistema di fratture interconnesse e comunicanti tra loro.

Tuttavia, localmente il grado di permeabilità è funzione della presenza della quantità di materiale argilloso il quale, potrebbe essere presente in percentuali variabili e, in caso di una presenza cospicua, in alcune zone si può arrivare anche all'impermeabilità.

Si evince dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) che la permeabilità dell'area in studio è prevalentemente medio alta per carsismo e fratturazione **MACF**.

Nelle schede rese disponibili dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA sono resi noti, inoltre, i dati relativi alle falde acquifere e livelli piezometrici, dai quali si evince che nell'area è la falda è presente ad una profondità di circa 90 metri dal p.c.

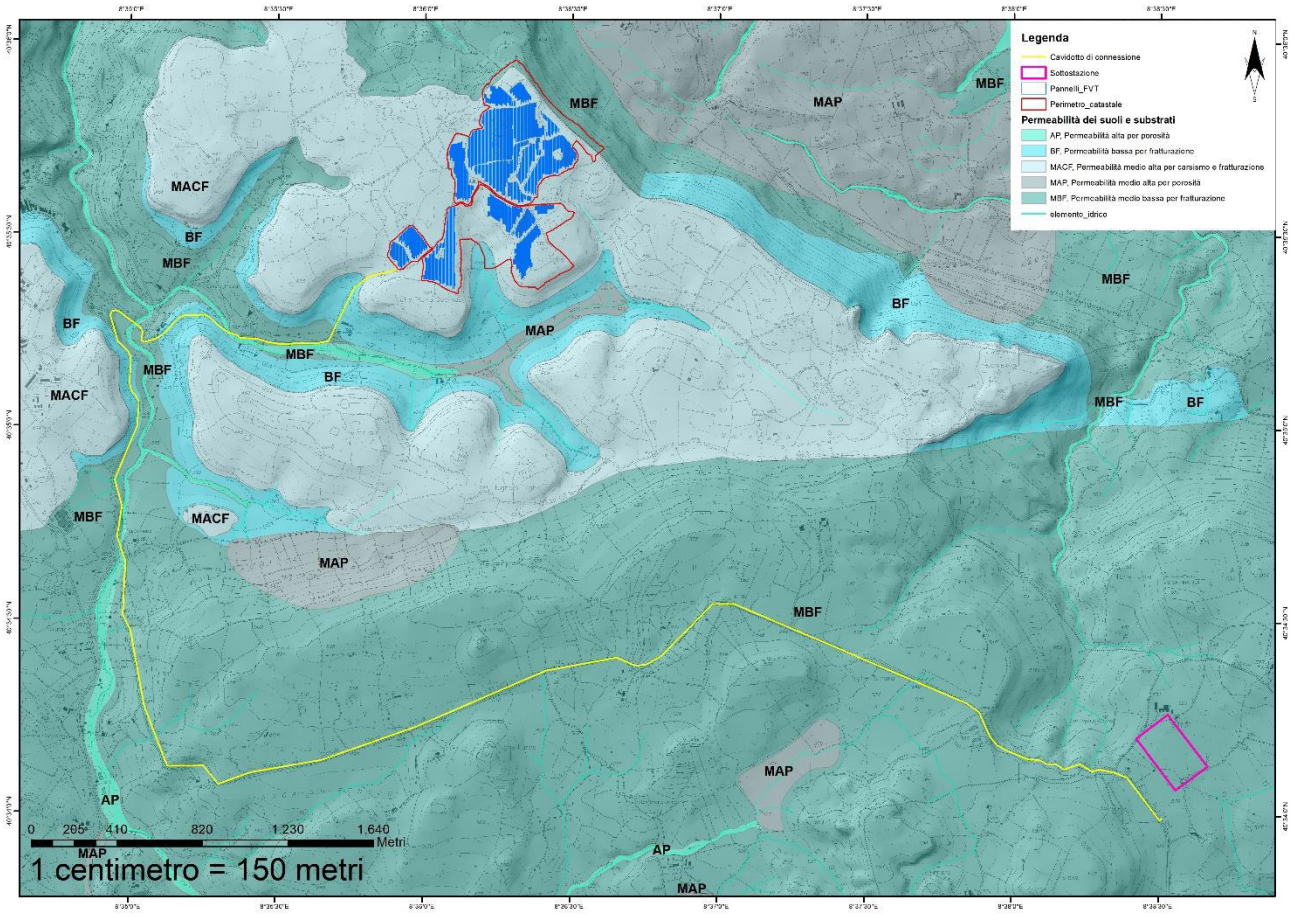


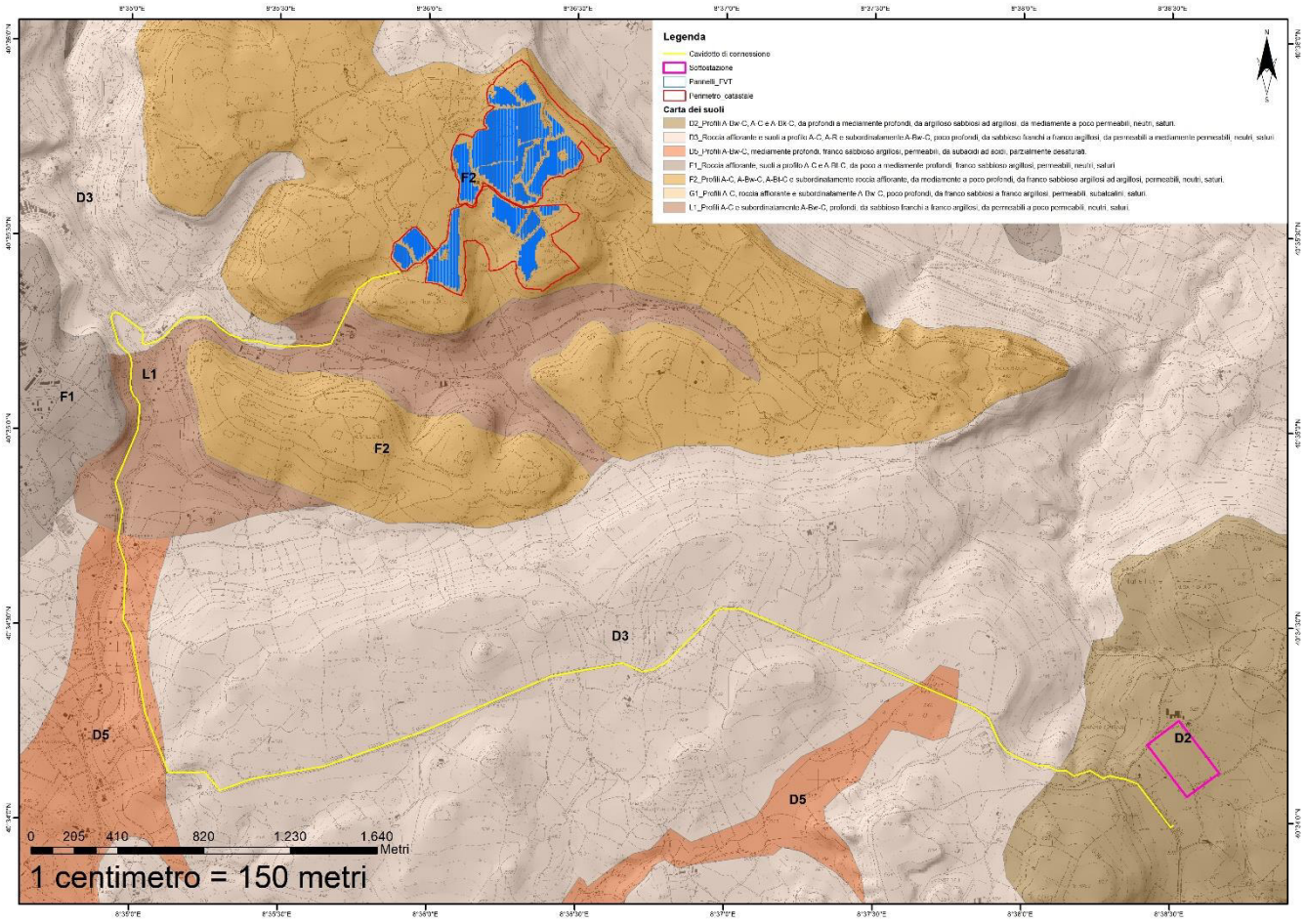

*Figura 6-2 Carta delle permeabilità dei suoli e substrati*

# 6 Inquadramento Pedologico

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

La carta, resa disponibile dal Geoportale Sardegna, è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici. Sono stati adottati due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989). Nel primo caso il livello di classificazione arriva al Sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e paesaggio, i principali processi pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro.

Nella Carta dei Suoli della Sardegna in scala 1:250000 (2008), l'area di interesse ricade nell'unità **F2**

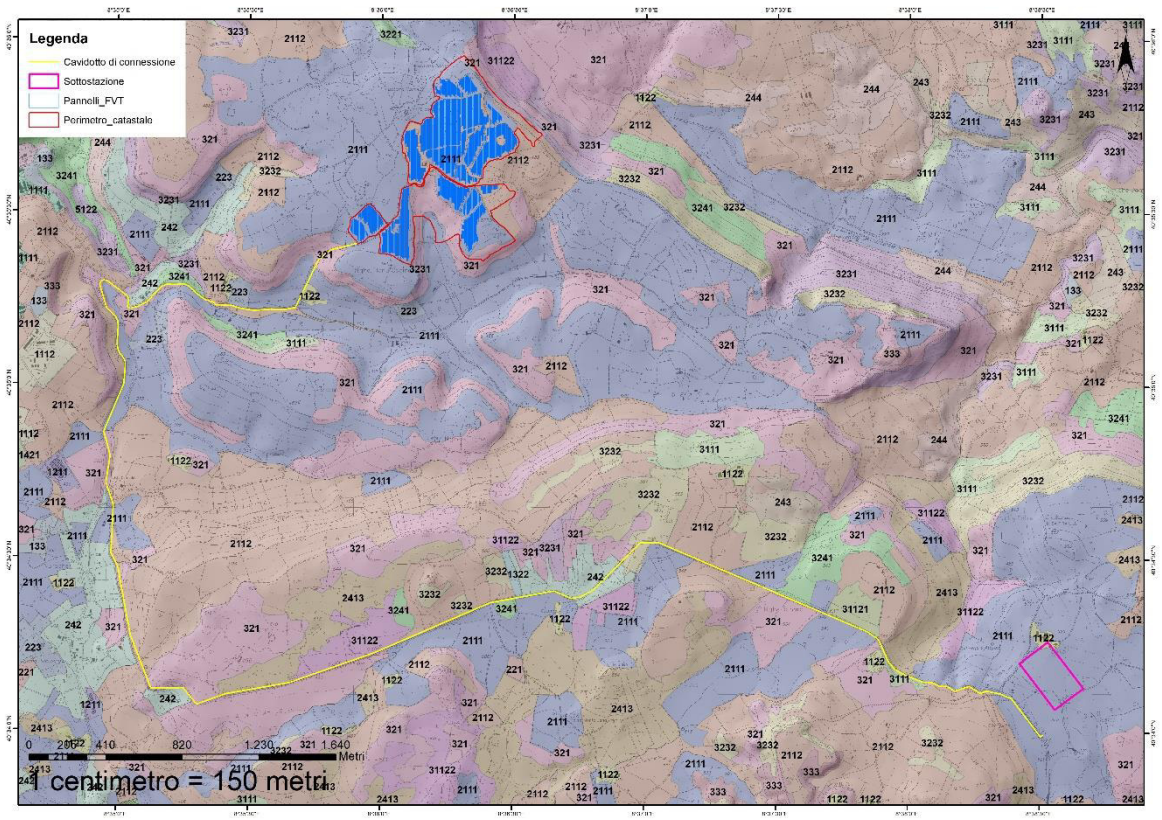


| UNITA’ | F2 |
|---|---|
| **SUBSTRATO** | Calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene e relativi depositi colluviali.. |
| **MORFOLOGIA** | Aree con forme da dolci ad ondulate, piu' o meno incise. |
| **DESCRIZIONE** | Profili A-C, A-Bw-C, A-Bt-C e subordinatamente roccia affiorante, da mediamente a poco profondi, da franco sabbioso argillosi ad argillosi, permeabili, neutri, saturi. |
| **TASSONOMIA** | TYPIC, LITHIC XERORTHENTS, TYPIC, LITHIC XEROCHREPTS, TYPIC RHODOXERALFS, subordinatamente ROCK OUTCROP, ARENTS, XEROFLUVENTS |
| **CLASSI** | VI - IV - III |
| **COPERTURA** | Aree prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea, a tratti colture agrarie. |
| **LIMITAZIONI** | A tratti: rocciosita' e pietrosita' elevate, scarsa profondita', eccesso di scheletro. Forte pericolo di erosione.. |

.

## 7. Uso del suolo

Dalla carta dell’Uso del Suolo, resa disponibile dal sito Geoportale, si evince che l’ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nel livello dei **2111** - Seminativi in aree non irrigue e **2112** – Prati Artificiali



# 8. Vincoli Vigenti

## 8.1 PAI – Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (**PAI**) è stato redatto dalla Regione Sardegna ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e ss.mm.ii., adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21 luglio 2003, reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005 e approvato con Decreto del Presidente della Regione del 10.07.2006 n. 67.

Ha valore di piano territoriale di settore e, in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale (Art. 4 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI). Inoltre (art. 6 comma 2 lettera c delle NTA), "le previsioni del PAI […] prevalgono: […] su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, tra cui i […] piani per le infrastrutture, il piano regionale di utilizzo delle aree del demanio marittimo per finalità turistico-ricreative.

Con la Deliberazione n. 12 del 21/12/2021, pubblicata sul BURAS n. 72 del 30/12/2021 il Comitato Istituzionale ha adottato alcune modifiche alle Norme di Attuazione del PAI. Le modifiche sono state successivamente approvate con la Deliberazione di giunta regionale n. 2/8 del 20/1/2022 e con Decreto del Presidente della Regione n. 14 del 7/2/2022.

Le vigenti Norme di Attuazione del P.A.I., recitano, all'art. 8, comma 2, che i Comuni, "con le procedure delle varianti al PAI, assumono e valutano le indicazioni di appositi studi comunali di assetto idrogeologico concernenti la pericolosità e il rischio idraulico, in riferimento ai soli elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico regionale, e la pericolosità e il rischio da frana, riferiti a tutto il territorio comunale o a rilevanti parti di esso"

Le aree dove sorgerà l'impianto fotovoltaico **non risultano essere interessate** da pericolosità idraulica e geomorfologica.

Lungo il tragitto, il cavidotto **inconta** aree caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata Hi4** e **pericolosità geomorfologica elevata Hg3.**

### 8.2 Articolo 30 ter. delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI.

Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015 per le finalità di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive, è stato identificato quale reticolo idrografico di riferimento per l'intero territorio regionale l'insieme degli elementi idrici contenuti nell'ultimo aggiornamento dello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBGT_10k_Versione 0.1 (Data Base Geo Topografico 1:10.000), da integrare con gli ulteriori elementi idrici eventualmente rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965.

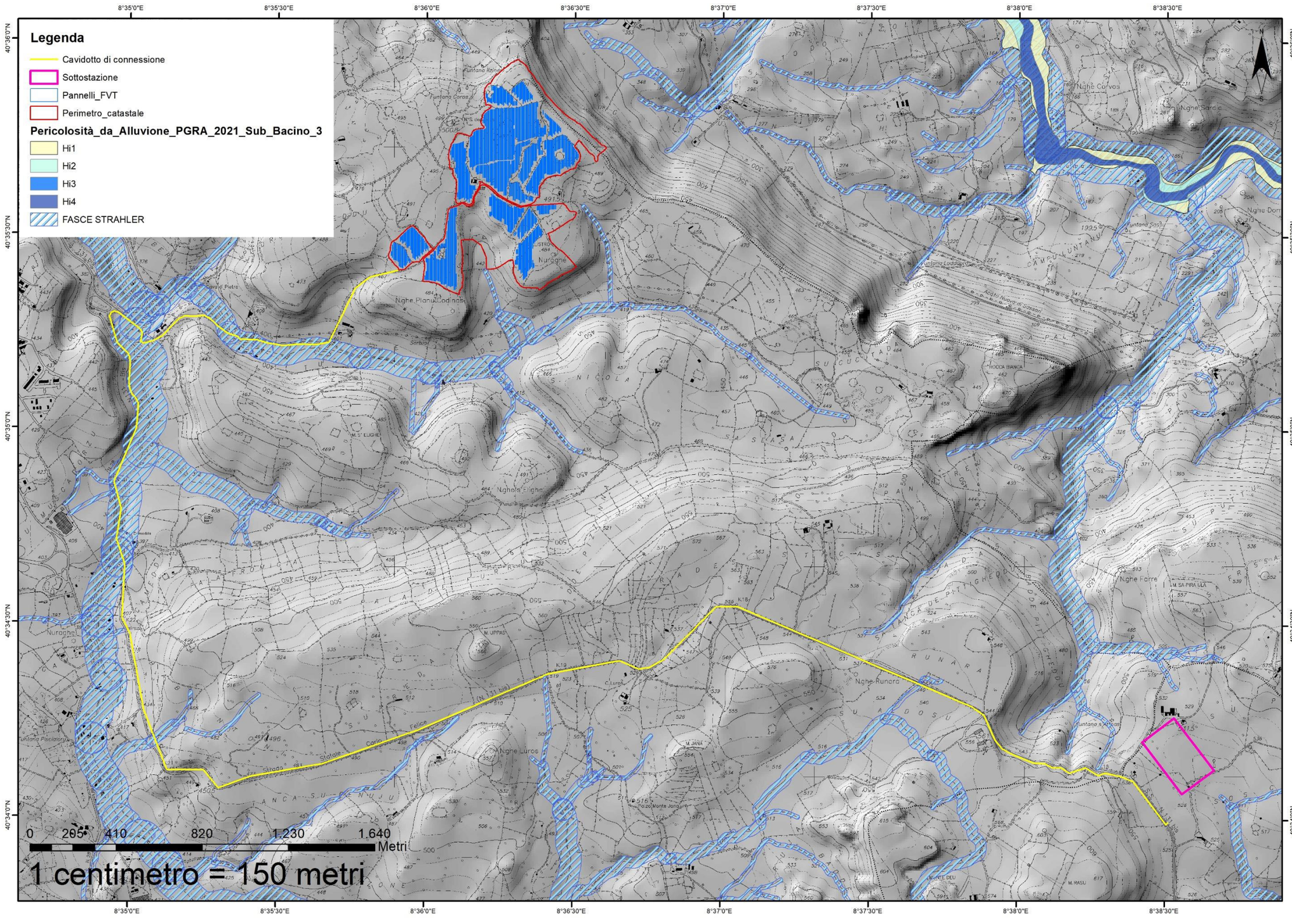
Con l'introduzione nelle N.A. del P.A.I. dell'art. 30 ter "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia", viene introdotta la norma di prima salvaguardia relativa a fasce di ampiezza variabile in funzione della gerarchizzazione del reticolo idrografico secondo Horton-Strahler (1952), la cui rappresentazione viene resa disponibile, con la sola funzione ricognitiva, sul sito istituzionale dell'Autorità di bacino.

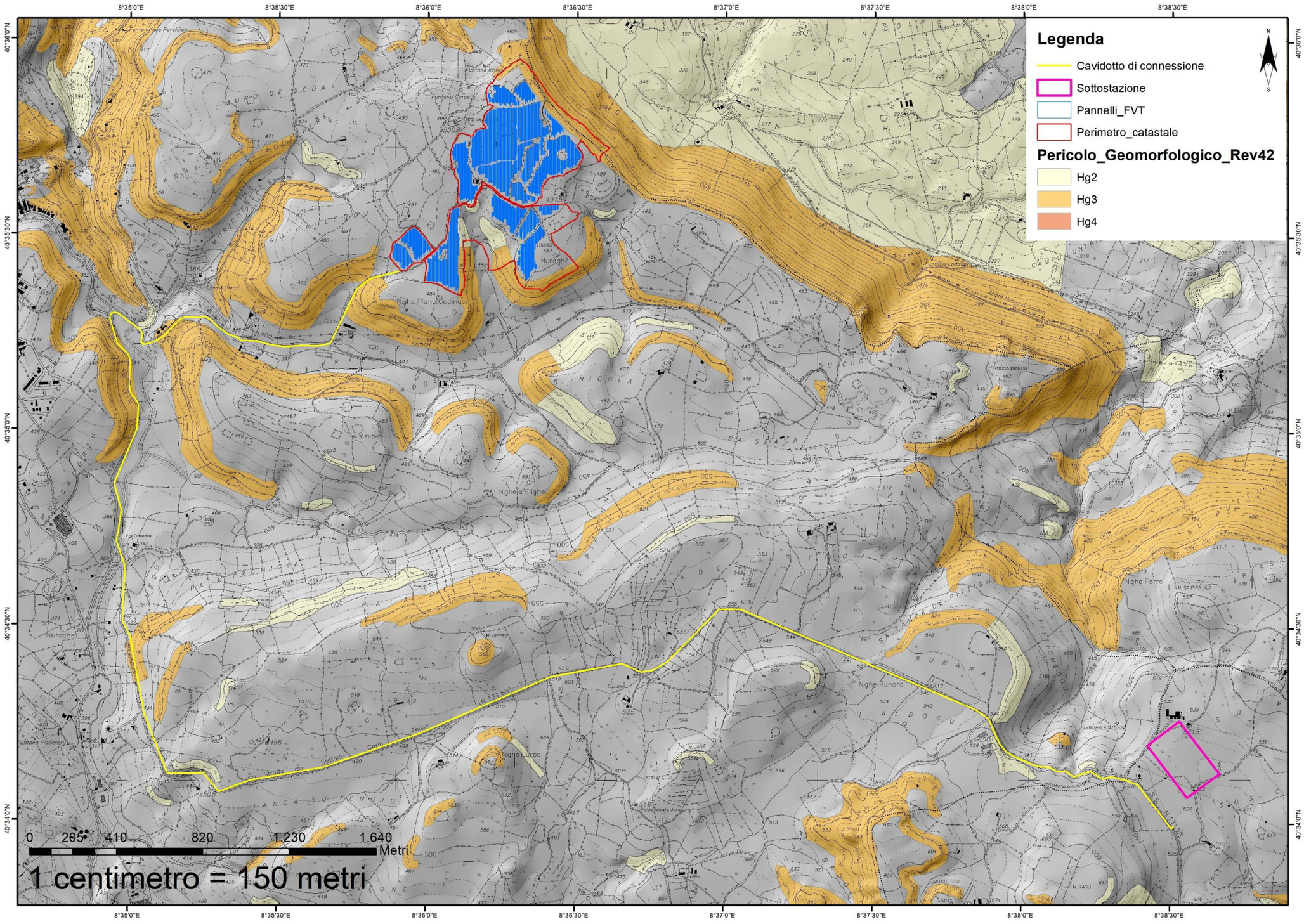
Si riporta il citato articolo 30 ter, comma 1:

*Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quater, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto:*

| ordine gerarchico (numero di Horton-Strahler) | profondità L (metri) |
|---|---|
| 1 | 10 |
| 2 | 25 |
| 3 | 50 |
| 4 | 75 |
| 5 | 100 |
| 6 | 150 |
| 7 | 250 |
| 8 | 400 |

All'interno dell'area di progetto, non sono presenti fascie strahler di prima salvaguardia.


Legenda
Cavidotto di connessione
Sottostazione
Pannelli_FVT
Perimetro_catastale
Pericolosità_da_Alluvione_PGRA_2021_Sub_Bacino_3
Hi1
Hi2
Hi3
Hi4
FASCE STRAHLER
8°35'0"E
8°35'30"E
8°36'0"E
8°36'30"E
8°37'0"E
8°37'30"E
8°38'0"E
8°38'30"E
40°36'0"N
40°35'30"N
40°35'0"N
40°34'30"N
40°34'0"N
0 205 410 820 1.230 1.640
Metri
1 centimetro = 150 metri


Legenda
Cavidotto di connessione
Sottostazione
Pannelli_FVT
Perimetro_catastale
Pericolo_Geomorfologico_Rev42
Hg2
Hg3
Hg4
N
S
8°35'0"E
8°35'30"E
8°36'0"E
8°36'30"E
8°37'0"E
8°37'30"E
8°38'0"E
8°38'30"E
40°36'0"N
40°35'30"N
40°35'0"N
40°34'30"N
40°34'0"N
0 205 410 820 1.230 1.640
Metri
1 centimetro = 150 metri

### 8.3 PGRA – Pianoo di Gestione del Rischio Alluvioni

Il PGRA, è redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (di seguito denominato D.lgs. 49/2010) ed è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio della regione Sardegna.

L'obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso individua strumenti operativi e azioni di governance finalizzati alla gestione preventiva e alla riduzione delle potenziali conseguenze negative degli eventi alluvionali sugli elementi esposti; deve quindi tener conto delle caratteristiche fisiche e morfologiche del distretto idrografico a cui è riferito, e approfondire conseguentemente in dettaglio i contesti territoriali locali.

Il PGRA della Sardegna è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 30 del 06/02/2017.

A conclusione del processo di partecipazione attiva, avviato nel 2018 con l'approvazione della "Valutazione preliminare del rischio" e del "Calendario, programma di lavoro e dichiarazione delle misure consultive", proseguito poi nel 2019 con l'approvazione della "Valutazione Globale Provvisoria" e nel 2020 con l'adozione del Progetto di Piano, con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021 è stato approvato il Piano di gestione del rischio di alluvioni della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione.

L'approvazione del PGRA per il secondo ciclo adempie alle previsioni di cui all'art. 14 della Direttiva 2007/60/CE e all'art. 12 del D.Lgs. 49/2010, i quali prevedono l'aggiornamento dei piani con cadenza sessennale.

Le aree dove sorgerà l'impianto fotovoltaico **non risultano essere interessate** dal PGRA.

Lungo il tragitto, il cavidotto, **inconta** aree caratterizzate da **pericolosità molto elevata Hi4**.

### 9.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.Ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

**L'opera in studio non ricade in aree perimetrate dal PSFF**

# 9 Pericolosità sismica di base

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall' INGV (Meletti C. e Valensise G., 2004).

Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro più completo e aggiornato a livello nazionale. Dall'analisi dei risultati riportati nella ZS9 si può evidenziare che la regione interessata dal progetto non è caratterizzata da nessuna area sorgente di particolare rilievo.

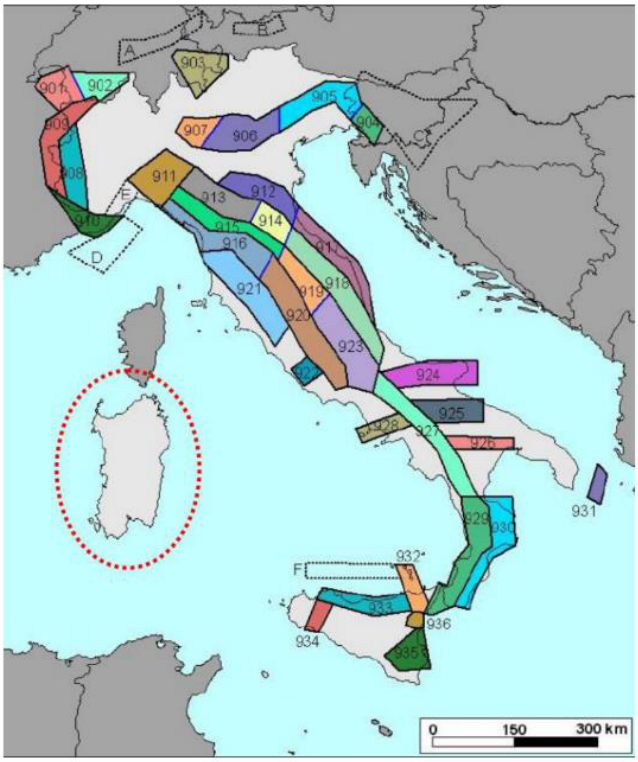



*Figura 9-1 Mappa della zonizzazione Sismogenetica ZS9 dell'italia*

## 9.1 Pericolosità Sismica di base

Dalla normativa vigente NTC2018 si evince che la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa Ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4. Inoltre, in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purchè correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

Ag accelerazione orizzontale massima al sito;
Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
TC* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
Per i valori di Ag, Fo e TC*necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

### 9.1.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

La tipologia di costruzioni previste in progetto (NTC2018 - par.2.4) ha vita nominale ≥ 50 anni (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni…) appartiene alla classe d'uso II.

**Tabella 2.4.I –** *Vita nominale* $V_N$ *per diversi tipi di opere*

| | TIPI DI COSTRUZIONE | Vita Nominale $V_N$ (in anni) |
|---|---|---|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1] | ≤ 10 |
| 2 | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50 |
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | ≥ 100 |

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU :

$$VR = VN \times CU$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II. Nel Caso specifico Cu = 1.

| CLASSE D'USO | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| COEFFICIENTE $C_U$ | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Il valore del periodo di riferimento è Vr= 50

Amplificazione stratigrafica e topografica: Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di 15° e altezza maggiore di 30 m, l'azione sismica di progetto deve essere opportunamente incrementata o attraverso un coefficiente di amplificazione topografica o in base ai risultati di una specifica analisi bidimensionale della risposta sismica locale, con la quale si valutano anche gli effetti di amplificazione stratigrafica

La categoria topografica è la T1 a cui corrisponde un valore del fattore di amplificazione pari a 1.0.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|---|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15°$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$ |

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, basata sull'identificazione della categoria del sottosuolo di riferimento, si è voluto definire il parametro fondamentale per la "classificazione sismica dei terreni", e quindi per la determinazione della categoria, corrispondente alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS 30, valutata entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna.

*Tale parametro andrà stimato direttamente in sito mediante l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica o di un profilo MASW.*

Categorie di sottosuolo: ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. Per questa tipologia di substrato, salvo diverso esito da prove dirette in sito si stima che essi appartengano alla categoria B e A.

**Tabella 3.2.II** – *Categorie di sottosuolo*

| Categoria | Descrizione |
|---|---|
| **A** | *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| **B** | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| **C** | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| **D** | *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina). |
| **E** | *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s). |

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso si sono calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLV e SLC. (GEOSTRU-Parametrisismici2018):

| Stato Limite | Tr [anni] | $a_g$ [g] | Fo | $Tc^*$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 30 | 0.019 | 2.610 | 0.273 |
| Danno (SLD) | 50 | 0.024 | 2.670 | 0.296 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.050 | 2.880 | 0.340 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.060 | 2.980 | 0.372 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50 | | | |

## 10 Modello Geologico Preliminare

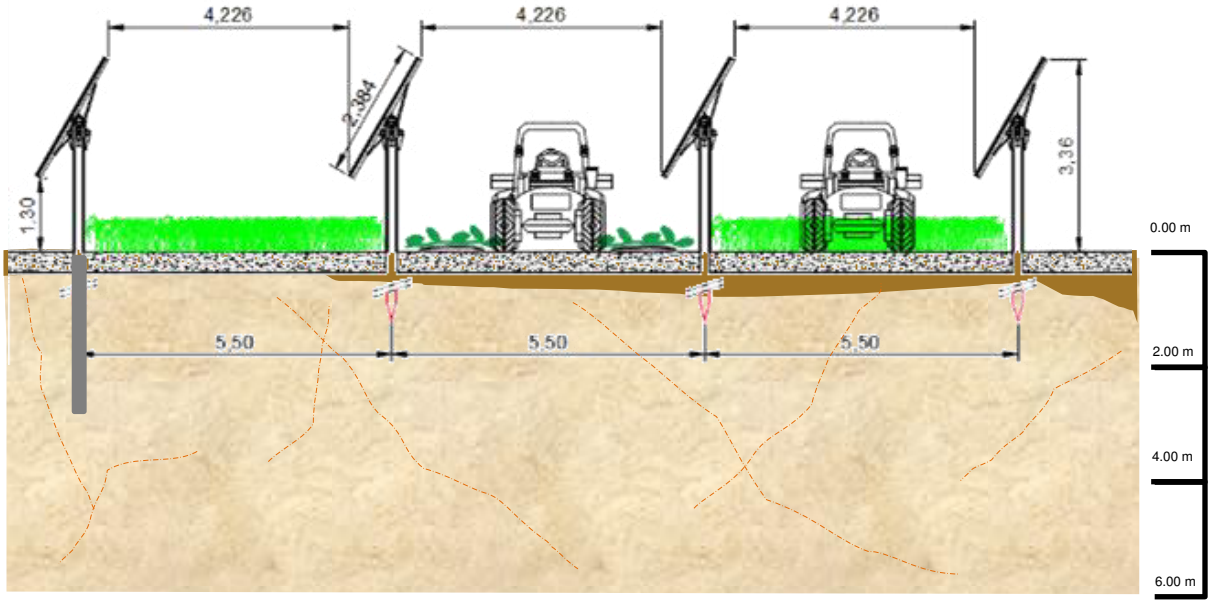
Le analisi condotte all'interno del presente studio geologico, basato in parte su dati bibliografici e in parte su dati provenienti da studi geologici realizzati su aree limitrofe, lascia spazio a differenti scenari stratigrafici

La progettazione delle opere di fondazione prescinde dalla conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche dell'area oggetto di intervento.

Pertanto, si è deciso di validare il seguente modello geologico preliminare, in questa fase progettuale, che sintetizza e descrive i caratteri litologici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici trattati nei capitoli precedenti:

**Da 0 a ~0,20 metri**_ Suolo

**Da ~0,20 a > 10** Calcari bioclastici fratturati




Il modello geologico sovrastante descrive uno scenario stratigrafico avente uno strato superficiale di suolo di scarsa profondità, talora assente, avente rocciosita' e pietrosita' elevate ed eccesso di scheletro. Superato lo strato superficiale di suolo, è presente il substrato roccioso calcarenitico.

# 11 Terre e Rocce da scavo

Il Decreto del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017, n. 120, relativo al riordino e la semplificazione della disciplina che riguarda la gestione delle Terre e Rocce da Scavo (TRS) è entrato in vigore il 22 agosto 2017 (Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 183 del 07 agosto 2017), e abroga il precedente Decreto Ministeriale (DM) n. 161 del 2012.

Il DPR 120/2017 mantiene l'impostazione della normativa previgente, introducendo diverse novità e, in estrema sintesi, distingue due procedure principali:

- per le TRS derivanti da opere sottoposte a Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) o ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) con produzione maggiore di 6.000 m3 prevede l'applicazione di una procedura (Capo II, dall'articolo 8 all'articolo 19) simile a quella prevista dal DM 161/2012, attraverso la redazione di un Piano di Utilizzo e che deve contenere l'autocertificazione dei requisiti di sottoprodotto;

- per tutti i cantieri con produzione di TRS da riutilizzare inferiori a 6.000 m3 (Capo III), compresi quelli che riguardano opere sottoposte a VIA o ad AIA, e per i siti di grandi dimensioni, superiori a 6000 m3, non sottoposti a VIA o AIA (Capo IV) è prevista una procedura semplificata, simile a quella dell'articolo 41 bis del Decreto Legge n. 69/2013, attraverso autocertificazione.

Il DPR 120/2017 prevede infatti che il proponente o il produttore attesti il rispetto dei requisiti di cui all'articolo 4 (classificazione delle TRS come sottoprodotti e non rifiuti) mediante una autocertificazione (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) da presentare all'ARPA territorialmente competente e al Comune del luogo di produzione (all'Autorità competente nel caso di cantieri di grandi dimensioni) utilizzando i moduli previsti dagli Allegati 6-7-8 del DPR.

## 12.1 Caratterizzazione dei materiali scavati

Prima della realizzazione dell'impianto si provvederà ad eseguire un'analisi del materiale destinato al riutilizzo al fine di verificare che le concentrazioni di elementi e composto di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo non superino le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006 e

s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e di destinazione.

Si provvederà pertanto a campionare i terreni.

### 12.2 Piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo

Ai fini del comma 1 e ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera gg), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, le terre e rocce da scavo per essere qualificate sottoprodotti devono soddisfare i seguenti requisiti:

**a**) sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
**b**) il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o della dichiarazione di cui all'articolo 21, e si realizza:

1) nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;

2) in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;

**c**) sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso della normale pratica industriale.

**d**) soddisfano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal Capo II o dal Capo III o dal Capo IV del presente regolamento, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla lettera b).

Il piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, verrà redatto in fase di progettazione esecutiva in conformità alle disposizioni di cui all'allegato 5, e trasmesso per via telematica prima della conclusione del procedimento di valutazione di impatto ambientale.

# 12 Proposta Piano di Indagini geologico-geotecniche

Il seguente studio, in questa fase, ha lo scopo di caratterizzare l'area in cui sorgeà il parco Agro fotovoltaico dal punto di vista geologico geomorfologico e idrogeologico, attraverso un'analisi bibliografica e sulla base di studi effettuati in aree limitrofe e sulla stessa litologia.

Sarà necessario pertanto, in fase esecutiva, provvedere all'esecuzione di un piano di indagini che definisca dettagliatamente la stratigrafia e i parametri geotecnici delle litologie interessate dall'infissione del tracker.

Il volume significativo corrisponde alla profondità in cui gli incrementi per le sollecitazioni esercitate da carichi applicati in superficie si possono considerare trascurabili.

Leggendo la norma europea (UNI ENV 1997-1) in ambito della progettazione geotecnica, si apprende che la zona di sottosuolo influenzata dal comportamento della struttura in condizioni di stato limite è di solito molto più ampia di quella strettamente interessata da una prova eseguita sul terreno.

Pertanto il parametro di valutazione è spesso tradotto nel valore medio di una certa superficie o di un certo volume di sottosuolo. Sulla base di tale considerazione si ha che il valore caratteristico deve corrispondere ad una stima cautelativa del suddetto valore medio.

## 13.1 Stima del volume significativo e profondità di indagine

Secondo le Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (AGI 1977) lo studio geotecnico va condotto su quella parte del sottosuolo che verrà influenzata dall'installazione dei tracker o che influenzerà il comportamento del manufatto stesso.

Questa parte del sottosuolo – volume significativo dell'indagine – va quindi delimitata con riferimento al problema in esame: nel caso delle fondazioni l'indagine verrà estesa fin dove si verificheranno variazioni significative dello strato tensionale.

Pertanto, sarà necessaria la realizzazione di indagini sismiche MASW, per la definizione della categoria del sottosuolo secondo le NTC18. Dovranno inoltre essere effettuate delle campagne di rilievi geosrtrutturali degli ammassi rocciosi su affioramenti rappresentantivi il substrato di sedime, carotaggi continui della profondità di massimo 5 metri al fine di definire l'indice RQD e il prelievo di capioni di roccia/terre per poi effettuare le opportune prove di laboratorio.

Si riporta una tabella indicativa delle indagini da eseguire in fase esecutiva:

| |
|---|
| MASW |
| Carotaggi continui |
| Rilievi geostrutturali |
| Prove di laboratorio su rocce |

# 13 Valutazione degli impatti sulle matrici ambientali: acque superficiali, acque sotterranee, suolo e sottosuolo

In fase provvisoria di cantiere sono attesi effetti transitori, circoscritti al sito, mentre risultano praticamente nulli se estesi al di fuori dell'area di impianto.

Le misure di mitigazione, in particolare, sono misure volte a ridurre o contenere gli impatti ambientali previsti, affinché l'entità di tali impatti si mantenga sempre al di sotto di determinate soglie di accettabilità e in modo da garantire il rispetto delle condizioni che rendono il progetto accettabile dal punto di vista del suo impatto ambientale

Le valutazioni degli impatti sulle matrici ambientali sono state compilate per la fase riguardante la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e la fase d esercizio:

## *Cantierizzazione*

### ACQUE SUPERFICIALI

Il posizionamento delle attrezzature e il passaggio dei mezzi, nei mesi in cui l'area è soggetta ad una maggiore piovosità, potrebbero essere d'ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali.

Durante la fase di cantiere è prevista, pertanto, l'individuazione di un'area circoscritta da adibire alla posa delle attrezzature e materiali e la realizzazione di momentanee trincee drenanti appositamente studiate e dimensionate al fine di una corretta regimazione delle acque superficiali. Ricorrendo alle suddette misure mitigative, l'impatto è considerato non significativo per la fase di cantierizzazione.

### ACQUE SOTTERRANEE

Per quanto riguarda le acque sotterranee, nell'area in questione l'acquifero costituito

dal un substrato calcarenitico è caratterizzato da permeabilità medio alta per carsismo e fratturazione e la falda è collocata ad una profondità tale da non risentire delle attività caratterizzanti questa fase di progetto. Non sono previste, pertanto, opere di mitigazione in quanto l'impatto sulle acque sotterranee è nullo.

SUOLO

Durante la fase di cantiere è necessario evitare quanto più possibile scorticamenti di suolo e cumuli per tempi prolungati e nel caso in cui dovesse presentarsi la necessita, è fondamentale ripristinare la superficie nel più breve tempo possibile per evitare una depressione dell'attività biologica e alterazione delle caratteristiche di permeabilità.

SOTTOSUOLO

Durante la fase di cantierizzazione non sono attesi impatti sulla matrice sottosuolo. L'impatto è, pertanto nullo.

*Esercizio*

ACQUE SUPERFICIALI

Riguardo la presenza dei moduli fotovoltaici l'ingombro del tracker infisso nel terreno è considerato irrisorio e non di intralcio nei confronti del normale ruscellamento.

Inoltre, l'attività agricola prevista conferisce al suolo un incremento di permeabilità e un aumento del tempo di corrivazione dato dalla presenza delle coltivazioni poste tra i filari de moduli fotovoltaici. Ciò comporta un minor potere erosivo da parte delle acque ruscellanti e miglior contenimento delle portate di piena nella sezione di chiusura del bacino idrografico.

Le opere di connessione saranno interrate e non costituiscono pertanto motivo di alterazione ne confronti del regime delle acque superficiali.

Alla luce di quanto sopra descritto, si può asserire che durante la fase di esercizio, l'impatto sulle acque superficiali è da considerarsi compatibile.

ACQUE SOTTERRANEE

Per quanto riguarda le acque sotterranee, la falda si trova ad una profondità tale da non risentire delle attività caratterizzanti questa fase di progetto.
Impatto è, pertanto, nullo.

SUOLO

Durante la fase di esercizio non sono attesi impatti sulla matrice suolo. L'impatto è, pertanto nullo.

SOTTOSUOLO

Durante la fase di esercizio non sono attesi impatti sulla matrice sottosuolo. L'impatto è, pertanto nullo.

## 14 Indicazioni Progettuali Geologico - Geotecniche

In relazione a quanto appreso nel presente studio, vengono rese note una serie indicazioni progettuali geologico – geotecniche preliminari le quali potrebbero essere utili al fine di una corretta e fluida installazione dei Trakers.

La litologia su cui sorgetà il parco agrofotovoltaico è costituita dai Calcari bioclastici di piattaforma interna appartenenti alla Formazione di Monte Santo.

La geomorfologia dell'area è costituita quindi da un alto topografico calcareo. Il substrato roccioso è per lo più affiorante e ne consegue una scarsa frazione di suolo e una vegetazione quasi del tutto rada. Nonostante la sua conformazione morfologica, l'area in oggetto non ha indizi di franosità censiti dal progetto IFFI.

In riferimento all'idrografia superficiale, le acque meteoriche ricadenti sull'altopiano calcareo in parte vengono immagazzinate dal substrato litoide avente un modesto grado di fratturazione e, le acque che invece prendono parte al ruscellamento vengono raccolte lungo le linee di maggior impluvio e riversate sul Rio Minore. Per quanto riguarda le acque sotterranee, nell'area non risultano essere presenti falde superficiali entro 4/5 metri di profondità.

In relazione alle caratteristiche litologiche dell'area potrebbe essere necessario l'utilizzo di macchine perforatrici per l'installazione dei tracker, mentre per quanto concerne il cavidotto di connessione, lungo il tragitto dal parco alla sottostazione, incontra litologie di varia natura e sarà necessario pertanto ricorrere a diferenti metodologie di scavo.

Tali parametrI andranno poi confermati in sede esecutiva attraverso l'esecuzione di apposite indagini geognostiche.

Sulla base di quanto preliminarmente dedotto e studiato, non sono emersi elementi di incompatibilià in riferimento all'installazione dell'opera e opere annesse nel contesto geologico in cui è inserita.

**Dott.ssa Geol. Marta Camba**

*Firmato digitalmente*