

REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI OLMEDO
COMUNE DI SASSARI
Provincia di Sassari



Fase progettuale

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

Titolo del Progetto

IMPIANTO AGRIVOLTAICO denominato "OLMEDO" sito nel Comune di OLMEDO, in località Brunestica, e nel Comune di SASSARI, in località Nurra, Provincia di Sassari, Regione Sardegna, di potenza nominale 132,126 MWp (DC), con annesso sistema di accumulo a batterie di potenza 40 MW (AC), comprese opere di connessione in antenna alla nuova SSE 380/150/36 kV della RTN da realizzare nel Comune di Sassari, con potenza di immissione di 99,7 MW (AC)

Procedura

Valutazione di Impatto Ambientale ex art.23 D.Lgs.152/06

ID progetto	LS-16386	Cod Id elaborato	Codice MITE	Tipologia	Relazione			Disciplina	GEOLOGIA
Doc Master	RELAZIONE GENERALE	All. D		Pagine	56	Foglio	N/A	File	Rel_Geo.ext
Class. Sic.	Interno	Formato stampa	A4	Scala				Scala CAD	N/A

Il progettista supervisore e validatore

Ing. Claudio Gatti

iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Modena al n. 1389 Se. A

L'Amministratore Unico

Luca Arduini

Senior Project Manager

Jacopo Baldessarini

Iscritto ASSIREP n. 1413 - Legge n. 4/2013



C.L.R. Service S.r.l.
Via Pietro Fornaciari Chittoni 19 42122 Reggio Emilia
C.F./P.IVA 03382330367 - REA CCIAA RE - 320885
Tel. +390522 - Pec: clrservice@legalmail.it

Il progettista **Ing. Bruno Lazzoni** - Direttore Tecnico - Coordinatore Team

Gruppo di progettazione

Ing. Fiammetta Sau - Paesaggista
Arch. Andrea Manca - Cartografie, fotinserimenti, analisi vincoli, progetto architettonico
Arch. Claudia Barbara Bienaimé - Urbanista, Visure, Agenzia Territorio, CDU
Ing. Daniele Nesti - Civile, Strutturale, Sismico, Idraulico, Ambientale
Ing. Bruno Lazzoni - Elettrico, DPA, scariche atmosferiche, connessione SSE
Ing. Alberto Locci - Elettrotecnico, Accumulo, Connessione SSE AT/MT
Ing. Pierluca Mussi - Sicurezza ex D. Lgs 81/08
Ing. Fabio Angeloni - Elettrotecnico, Antincendio, DPA, scariche atmosferiche
Ing. Mattia Tartari - Energetico, Elettrico, Ambientale
Dott. Luca Sanna - Archeologo
Dott. Andrea Serreli - Geologo, geotecnico, idrogeologico
Dott. Accessu Roberto - Agronomo, pedologo
Ing. Federico Miscali - Acustico
Dott.ssa Sara Vatteroni - Giurista, Sociologa



Studio di Ingegneria e Consulenza Lazzoni Ing. Bruno
Viale XX Settembre 250 bis - 54033 Carrara (MS) C.F.
LXXBRN67B1888320 - P.IVA 01135640454
Tel. +393426116566 - Pec: bruno.lazzoni@ingpec.eu

Committente



Il rappresentante legale **Dott. Giovanni Mascari**

LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 12 S.r.l.

Via Giacomo Leopardi, 7 - CAP 20123 Milano (MI) - Italy - C.F./P.IVA 12593730968 - REA MI 2671974
Cap. Soc. € 10.000 iv - Tel. +39 02 99999999 - www.lightsourcebp.com - Pec: lightsourcespv_12@legalmail.it

Revisione	N.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Validato	Approvato
	02	21/04/2023	Revisione	Andrea Serreli	SL	Studio Lazzoni	BL CLR Service S.r.l.
01	28/03/2023	Prima Emissione	Andrea Serreli	SL	Studio Lazzoni	BL CLR Service S.r.l.	CG LSREI SPV 12 GM

Questo documento contiene informazioni di proprietà dello Studio di Ingegneria Lazzoni Ing. Bruno e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso dello Studio di Ingegneria Lazzoni Ing. Bruno.

This document contains information proprietary to Studio di Ingegneria Lazzoni Ing. Bruno and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Studio di Ingegneria Lazzoni Ing Bruno is prohibiti.

INDICE

INDICE.....	2
DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO.....	3
Finalità e inquadramento generale dell'intervento.....	3
<i>DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....</i>	<i>6</i>
Dati della centrale fotovoltaica.....	6
Il Sistema di Accumulo (SdA):	10
La Sottostazione Elettrica Utente e l'elettrodotto di connessione.....	11
INTRODUZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA	12
<i>Premessa alla relazione geologica.....</i>	<i>12</i>
<i>Quadro normativo di riferimento.....</i>	<i>13</i>
<i>INQUADRAMENTO DEL SITO.....</i>	<i>13</i>
Inquadramento geografico	13
METODOLOGIA DI INDAGINE	14
CARATTERISTICHE CLIMATICHE GENERALI	15
PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA.....	19
Rapporti con il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali	19
Rapporti con il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico	19
Verifica ai sensi dell'art. 30 ter delle NTA del PAI	24
Rapporti con il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni	30
Criteri di ammissibilità ai sensi del PAI	31
ANALISI GEOLOGICA	33
Assetto geologico	33
Cronostratigrafia e litologia nell'ambito ristretto.....	39
LITOLOGIA DELLE AREE DI PROGETTO.....	41
<i>ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....</i>	<i>42</i>
<i>ASSETTO IDROGEOLOGICO</i>	<i>44</i>
<i>CONTESTO GEOPEDOLOGICO</i>	<i>48</i>
MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOLOGICO TECNICO LOCALE	54
CONCLUSIONI	55

DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Finalità e inquadramento generale dell'intervento

La presente relazione, allegata al progetto definitivo per la richiesta di valutazione di impatto ambientale e conseguente autorizzazione unica, ha per oggetto l'illustrazione dell'**analisi geologica** in relazione alla *costruzione ed esercizio di una centrale di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile*.

Il progetto presentato riguarda l'intenzione di due attori, una della filiera energetica, ed uno della filiera agricola, di unirsi nella valorizzazione energetica-agricola ed agricola-energetica di terreni sia coltivati sia non coltivati, nell'ottica di migliorare sia i risparmi energetici, sia la producibilità di energia da fonti rinnovabili eliminando le fonti fossili, sia di integrare e sviluppare la attività agricole dirette (coltivazione e pastorizia), sia indirette (agriturismo, naturalismo).

Ai fini della titolarità del progetto agrivoltaico e relative richieste prima autorizzative, poi realizzative ed infine gestionali, la parte energetica agrivoltaica è richiesta dall'investitore industriale energetico come da normativa vigente e si riferisce alla volontà di realizzare una centrale agrivoltaica di tipo avanzato per permettere al partner agricolo di poter continuare ad esercire le proprie attività agricole, anche potenziandole in qualità e quantità, in quasi tutta l'area messa a disposizione, ovviamente al netto dello spazio per i pali degli inseguitori monoassiali, delle platee delle cabine e delle poche strande interne e di quella periferica e del sistema di accumulo; ma la lordo di alcuni appezzamenti di tera ad oggi non coltivati e che grazie all'investimento energetico saranno resi produttivi.

La centrale agrivoltaica è costituita da un impianto fotovoltaico con generatore su tracker monoassiali per circa 163 Ha denominata "Olmedo", nel seguito "centrale" o "impianto", (ex D.P.R. 387/03, DM 18 09 2010, D.Lgs 199/2021 e s.m.i.), con una potenza nominale P_n di 132,126 MW_p su un'area agricola di 400 Ha nei Comuni di Sassari ed Olmedo, provincia di Sassari, regione Sardegna, con annesso sistema di accumulo a batterie di potenza Pacc 40 MW (AC), comprese opere di connessione in AT, con potenza di immissione Pimm di 99,7 MW (AC), in doppia antenna sugli stalli di una nuova Sotto Stazione Elettrica 380/150/36 kV della RTN, nel seguito SSE, con un cavodotto da realizzarsi interamente su strada pubblica per circa 10,7 km dal cancello che funge da punto di consegna.

Il progetto della **centrale agrivoltaica "Olmedo"** è proposto dalla società industriale energetica **Lightsource Renewable Energy Italy SPV 12 S.r.l.** con sede in Milano, Via Giacomo Leopardi nc 7, codice fiscale e Partita IVA 12593730968, nel seguito *LSREI SPV 12*: l'investitore energetico realizzerà la centrale agrivoltaica sulle aree agricole della *società agricola Agriolmedo S.r.l.*, con sede in Reggio Emilia, Via Pietro Fornaciari Chittoni 19, codice fiscale e Partita IVA 02906150350, nel seguito *Agriolmedo*.

La società *Agriolmedo* ha acquisito 400 ha di terreni agricoli ed annessi edifici suddivisi in quattro lotti dagli attuali proprietari eredi Isoni/Testoni, eredi Puledda, eredi Sardu nel Comune di Olmedo ed eredi Tedde nel Comune di Sassari: di queste quella prevalente denominata Tedde, da cui il nome al progetto, è la principale attività agricola che occupa oltre la metà dell'area agricola, esistente da oltre quarant'anni, che sarà rilevata con tutte le sue attività agricole attive quando il progetto sarà stato autorizzato come da contratti preliminari intercorsi, assieme alle attività agricole attive sugli altri terreni acquisiti dei lotti Sardu, Puledda, Isoli/Testoni; così come saranno riattivate nuove attività agricole in quei terreni oggi non coltivati. Nell'allegato "04 ALL PD - CAT Inquadramento Catastale" e nella relativa relazione "67 ALL PD - PP - Piano particellare proprio delle aree disponibili", sono evidenziati tutti gli estremi catastali

delle aree di riferimento della parte agricola del progetto e dei relativi edifici, nonché quelli del solo intervento agrivoltaico.

L'area agricola di riferimento del progetto che sarà effettivamente a disposizione della società agricola Agriolmedo S.r.l. è stata ad oggi ridotta a **385,6 ha**, avendo escluso 14,4 ha durante il perfezionamento degli atti preliminari isa per evitare servitù terze quali quella del vecchio tracciato della Ferrovia sia per esigenze dei proprietari attuali di mantenere una piccola parte dell'area ceduta.

La società *LSREI SPV 12* ha congiuntamente stipulato con la società *Agriolmedo* dei contratti preliminari condizionati di cessione del diritto di superficie di tutte le suddette aree, come meglio identificata in Fig. 1 ove in rosso è contornato il perimetro catastale dell'area agricola di riferimento ed in verde quella dell'intervento energetico agrivoltaico: una volta ottenuta l'autorizzazione alla costruzione ed esercizio della centrale agrivoltaica la società *LSREI SPV 12* procederà alla stipula del contratto definitivo di cessione del diritto di superficie per trent'anni limitatamente alle aree che saranno oggetto della centrale agrivoltaica, come definite dalla recinzione perimetrale riportata in verde nella stessa figura 1, ove è anche indicata la fascia perimetrale di mitigazione ad arbusti locali ed ulivo di non meno di 5 mt attorno a tutto il perimetro dell'area della centrale agrivoltaica e che sarà realizzata in accordo con la società agricola Agrivoltaica al di fuori della recinzione dell'area energetica ma sempre nella superficie che resta ad essa a disposizione.

La società energetica *LSREI SPV 12* assieme alla società agricola *Agriolmedo* realizzerà nell'area della centrale agrivoltaica un'importante attività agricola *avendo in progetto sia di mantenere quelle preesistenti di pastorizia di ovini e di coltivazione a pascolo e cereali per foraggio (zona Nord, Nord Est, Sud Est e centrale), sia di avviare di nuove in tutta l'area che avrà a propria disposizione (Zona Ovest e Sud Ovest in particolare), sia nei terreni già dotati di fascicolo agricolo sia in quelli attualmente non coltivati* (lo erano meno di cinque anni fa a cura dell'agricoltore poi deceduto e di cui gli eredi non hanno continuato la lavorazione): in particolare sotto i tracker monoassiali portamoduli nella zona a nord, ovest e sud ovest (contornata in magenta nella figura 2) sarà prevista la coltivazione di erbe da foraggio con pastorizia di ovini, specialmente pecore incrementandone il numero rispetto all'attuale; nelle altre aree a nord est e sud est (contornate in ciano nella figura 2) saranno avviate nuove *coltivazioni di erbe officinali come lentischio, cisto, corbezzolo, mirto, lavanda*. In particolare è intenzione della società agrienergetica e di quella agricola coltivare la macchia mediterranea presente ora allo stato brado e distribuita in maniera rada e incolta sia per migliorare la presenza e qualità nelle aree oggi abbandonate, sia per ridurre il rischio di incendio oggi presente essendo attualmente molto secca, sia per valorizzare economicamente una risorsa tipica del territorio della Nurra.

La centrale agrivoltaica è costituita da un unico lotto ubicato ad una distanza di circa 3,6 km a Nord-Est rispetto al centro dell'abitato di Olmedo (SS), distanza area riferita al cancello di ingresso dell'attuale azienda agricola principale costituente il lotto da 400 ha dell'area agricola con altre aziende e che sarà anche il luogo in cui verrà realizzato il cancello di ingresso dell'area agrivoltaica e installata la cabina di consegna per l'attestazione dell'elettrodotto proveniente dalla nuova SSE per la connessione della centrale.

L'area di interesse è a confine con il Comune di Sassari nell'area della cosiddetta Nurra, in località Brunestica.

In particolare l'ingresso dell'area, quasi baricentrico rispetto all'estensione della centrale agrivoltaica e posizionato proprio sul confine fra i due Comuni, si trova ad una latitudine di 40° 40' 29,50" a Nord ed una longitudine di 8° 24' 27,19" a E con un'altitudine sul livello del mare pari a 68 mt.: questa varia significativamente verso Sud nell'area che sarà occupata dalla centrale agrivoltaica, nella parte del Comune di Olmedo fino a 170 mt. e nell'area del Comune di Sassari fino a 90 mt.

Le aree di impianto si sviluppano sia nel Comune di Olmedo sia in quello di Sassari dato che il confine fra i due enti separa quasi a metà l'area di interesse della centrale agrivoltaica molto estesa in entrambi i versanti comunali con una prevalenza per quella sassarese.

I dislivelli dell'area variano da 68 mt all'ingresso a 90 verso Sassari e a 70 verso Olmedo e la morfologia è prevalentemente pianeggiante e debolmente ondulate nella larga fascia ed area del versante nord con dislivelli che verso Sud si rialzano fino a 170 metri: la maggior parte del generatore fotovoltaico è posata in area pianeggiante o per la parte posizionata in area più elevata e con importanti dislivelli i trackers saranno comunque posizionati, nell'asse Nord Sud, con pendenza o resa nulla rialzando i pali che lo sostengono con pendenza positiva verso Sud.

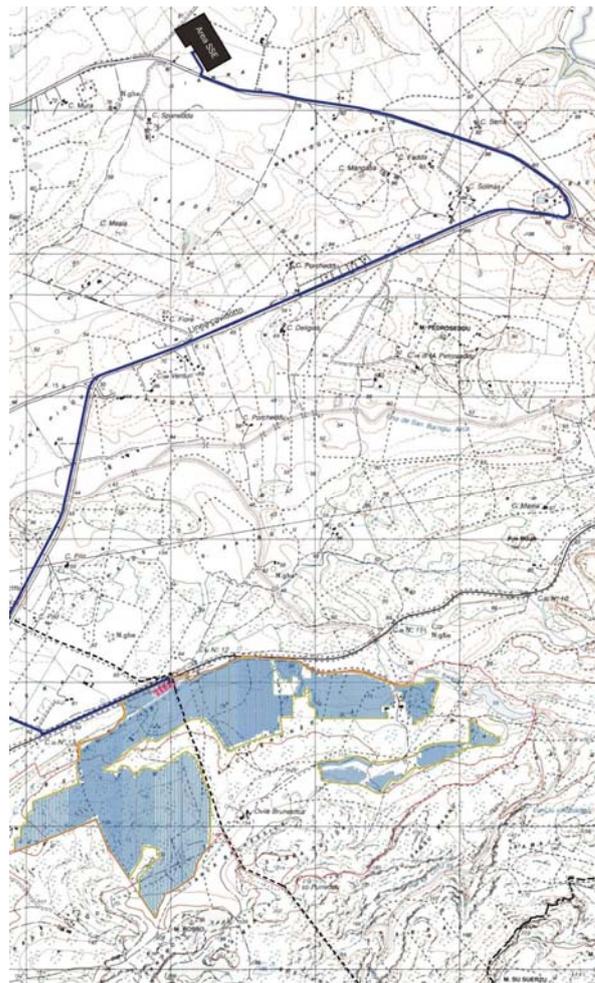
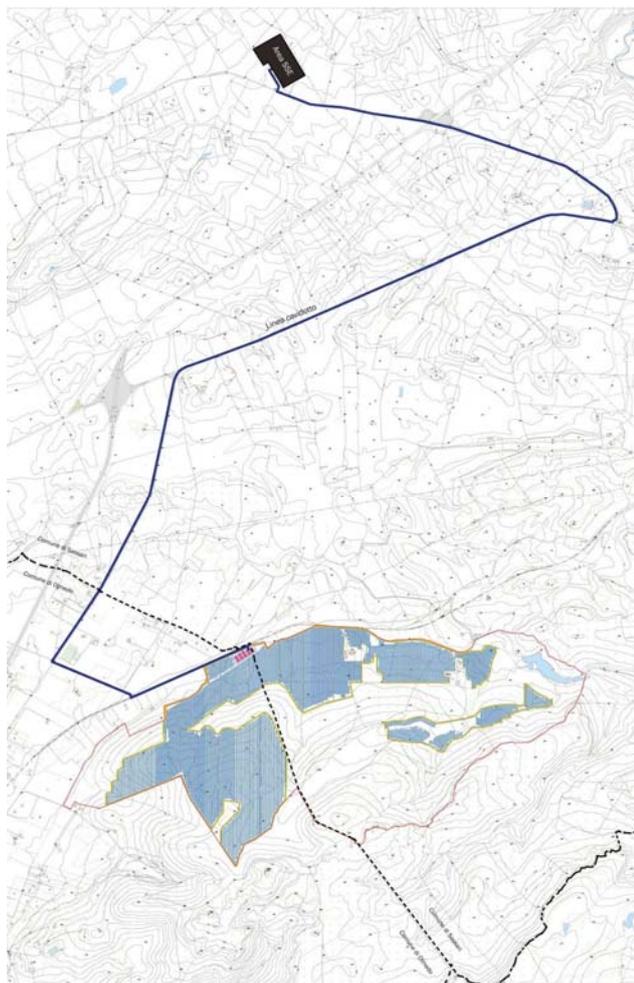
L'area interessata dal progetto si trova in una vasta ed ampia area agricola, con pochi caseggiati, a sua volta a confine con altrettante vaste aree agricole verso tutti i punti cardinali, lontano dalla Strada Provinciale SP 19 ed è adiacente in parte alla strada comunale Brunestica, che termina all'ingresso dell'area agricola, ed in parte alla ferrovia, la cui area non è interessata dall'intervento agrienergetico, ma al solo intervento agricolo. L'intero lotto è distante da ponti, strade pubbliche e panoramiche compresa la strada verso Sassari SS291 variante della Nurra (cosiddetta a quattro corsie) da cui non si vedrà la centrale agrivoltaica perché oltre che distante è coperta da una folta vegetazione e da altri elementi morfologici naturali dato che rispetto a tali strade l'area è in basso in una specie di conca. Anche i passeggeri della ferrovia non avranno modo di percepire l'impatto della centrale in quanto fra la ferrovia e il perimetro dell'area agricola esiste già oggi una folta ed alta vegetazione che sarà incrementata con la fascia di mitigazione prevista ad olivo ed arbusti tipici locali.

Ai sensi dell'art. 12 comma 1 del D. Lgs. n. 387/2003 l'opera in progetto è considerata di pubblica utilità ed indifferibile ed urgente. Ai sensi del comma 3 del medesimo articolo, la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili è soggetta ad autorizzazione unica rilasciata, in questo caso dalla Regione Sardegna ed alla Valutazione di Impatto ambientale ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs 152/2006 e s.m.i.

L'investitore agroenergetico intende avvalersi dell'opportunità di partecipare ai bandi energetici previsti dal PNRR alla data odierna, previa relativa autorizzazione e benessere.

La progettazione dell'intervento energetico è stata sviluppata sulla base della attuali normative vigenti, in costante evoluzione data la novità del settore ed utilizzando tecnologie di moduli, inseguitori monoassiali, inverters di stringa, cabine di campo con trasformatori, cavi, sistemi di inseguimento e controllo, oltre che di monitoraggio ad oggi disponibili in particolare nel mercato italiano ed europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica e quella elettrotecnica ed elettromeccanica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (in particolare moduli fotovoltaici, inverter, inseguitori monoassiali, trasformatori, cavi ed apparati elettromeccanici): in ogni caso qualsiasi cambiamento tecnologico dovesse intervenire l'investitore agroenergetico si impegna a lasciare invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intera centrale quali l'occupazione del suolo intesa come proiezione al suolo del generatore composto dagli inseguitori monoassiali, le strade sia interne sia quella perimetrale periferica, l'area di mitigazione ambientale, la disposizione delle cabine, dei cavidotti, degli ulteriori locali, specialmente con riferimento all'area dedicata allo storage a batterie di accumulo.

Nelle successive figure, che richiamano le omologhe cartografie allegate al progetto definitivo, si riportano gli inquadramenti IGM, Cartografici, CTR e un'ortofoto: l'analisi della sovrapposizione con le varie tematiche vincolistiche è riportata negli elaborati allegati al progetto definitivo.



Inquadramento IGM e CTR

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

I principali componenti della centrale agrivoltaica, in riferimento alla centrale industriale di produzione di energia elettrica all'interno dell'area agricola sono i seguenti:

Dati della centrale fotovoltaica

- *Superficie dell'Azienda agricola esistente:* **385,6 ha** (area ceduta in Diritto di Superficie all'investitore energetico)
- *Superficie agricola suddivisa fra gli attuali proprietari:* Eredi Tedde **255,1 ha**; Eredi Sardu **43 ha**; Eredi Puledda **53 ha**; Eredi Isoni/Testoni **34,5 ha**. Di questa un'area da circa 177 Ha è quella dedicata alla centrale agrivoltaica;
- *Perimetro catastale area azienda agricola ceduta in diritto di superficie:* **10,715 km**
- *Superficie agricola occupata dalla centrale agrivoltaica:* **168,62 ha** (*Area Azienda energetica*)
- *Impiego attuale della superficie agricola occupata:* **94,12 ha a seminativo per erbaio e frumento per foraggio da pascolo; 74,5 ha a macchia prevalentemente con arbusti spontanei di lentischio, corbezzolo, mirto, ginestra, di cui 25,5 ha a macchia degradata e 49 ha a macchia alta;**
- *Estremi catastali area agrivoltaica:* a seguito del progetto agrivoltaico i riferimenti catastali subiranno una variazione per frazionamento di quelli attuali in parte perché non tutta la singola particella a

destinazione agricola è interessata dal progetto agrivoltaico; in parte per ridefinire le aree che saranno complessivamente oggetto dell'intervento agrivoltaico e di quello esclusivamente agricolo

- *Comune di Olmedo:*

Foglio 7 part. **757** (Parte, meno della metà verso Sud Est);

Foglio 8 part. **3** (Parte, circa due terzi verso Nord Ovest), **5** (Parte, quasi completo), **8** (Parte, quasi completo), **9** (Parte, quasi completo), **16** (Parte, è esclusa la parte centrale), 17 e 18 sono edifici abbandonati la cui cubatura sarà richiesta trasferita in ingresso alla centrale per i nuovi uffici;

- *Comune di Sassari:*

Foglio 111 part. **12** (Parte, la metà superiore verso Nord), **123** (Parte per, quasi tutta esclusa la zona attorno agli edifici 98 e 108 – edificio che è catastalmente riportato in posizione errata rispetto alla realtà - che restano di competenza esclusiva dell'azienda agricola), **124** (Parte, quasi tutta esclusa piccola porzione a Sud Ovest esclusa per vincoli presenti);

Foglio 112 Part. **162** (Parte, quattro aree piccoli rispetto all'estensione della particella, di cui due verso Nord);

Foglio 113 Part. **56** (Parte, tre aree minori centrali), **58** (Parte, piccola porzione verso Nord adiacente alla particella 123 del Foglio 111, **59** (Parte, piccola a Nord Est al confine con la particella 124 del Foglio 111);

NB: Lesingoli parti sono indicate nella tabella superfici allegata alla relazione sul piano particellare in disponibilità o proprio, ovvero relazione catastale;

- Si segnala che gli edifici nell'area del Comune di Sassari di cui al Foglio 111 particella 108 e al Foglio 112, particelle 167, 168, 169, 170, *non oggetto del progetto*, sono erroneamente posizionati rispetto allo stato di fatto rilevabile in situ e tramite ortofoto: tale anomalia sarà corretta con un'apposita pratica di aggiornamento catastale perché trattasi di evidente errore di allineamento delle planimetrie originali ruotate diversamente rispetto alla situazione reale

- *Perimetro area azienda energetica: 18,8 km* (perimetro della recinzione che racchiude l'area agrivoltaica al lordo della fascia di mitigazione e delle zone interne con edifici perché non compresi nel progetto Agrivoltaico, ed esclusi anche i tratti di raccordo fra le diverse aree agrivoltaiche che attraversano in regime di servitù di cavidotto e di passo i terreni dall'area agricola per meglio raccordare ingressi ed uscite)
- *Perimetro area azienda energetica: 15,642 km* (perimetro della recinzione che racchiude l'area agrivoltaica al netto della fascia di mitigazione)
- *Superficie Agricola Recintata: 168,62 ha* riferita alla parte dell'area agricola occupata dall'area della attività agrivoltaica racchiusa dalla recinzione ed al netto dell'area di mitigazione che si estende per non meno di 5 m dalla stessa nell'area agricola non agrivoltaica,
- *Superficie di mitigazione ambientale attorno a tutta la centrale agrivoltaica (recinzione): 8,52 ha* pari al 5% della superficie dell'azienda agrivoltaica ed al 5,5% dell'area del generatore fotovoltaico
- *Superficie agricola Utilizzata: 177,14 ha* riferita alla parte dell'area agricola occupata dall'area della attività agrivoltaica compresa l'area della fascia di mitigazione che si estende per non meno di 5 m dalla stessa nell'area agricola non agrivoltaica e che sarà oggetto di coltivazione;

- La centrale fotovoltaica è unica e indivisibile ma formata da due lotti distinti per motivi di rispetto dei vincoli, dei percorsi esistenti e dell'impatto sul territorio: il primo si sviluppa per 152,286 ha, con un perimetro proprio di 12,546 Km, si sviluppa a Nord, Nord/Ovest Nord/Est e comprende sia il Comune di Olmedo sia in parte minoritaria il Comune di Sassari; il secondo si sviluppa per 16,340 Ha, con un perimetro di 3,096 km e comprende solamente il Comune di Sassari;
- Strade di servizio: L = **15,61 km** (misurata in asse stradale); **Area = 124.897 mq** (sezione che varia da 5 a 7 mt)
- Strada periferica fra generatore fotovoltaico e recinzione: L = **15,61 km** (misurata in asse stradale); **Area = 78.050 mq**
- Superficie occupata dal generatore fotovoltaico al lordo delle strade interne e cabine ma al netto della strada periferica e dell'area di mitigazione: **153,6 ha** (Area netta Centrale Agrivoltaica)
- Perimetro generatore fotovoltaico: **16,59 km** (lunghezza involuppo generatore fotovoltaico ed area netta centrale)
- Generatore fotovoltaico: **n. 216.600 moduli fotovoltaici da 610 Wp** monocristallini bifacciali
- Strade interne di servizio: L = **9,37 km** (misurata in asse stradale); **Area = 46.850 mq** (sezione che varia da 5 a 7 mt)
- Cavi BT in CC: L = 184 km (dai moduli all'ingresso inverter, calcolato sulla tratta media, sia positivo che negativo)
- Cavi BT in AC: L = 141 km
- Potenza Nominale centrale fotovoltaica: **P_n = 132,126 MWp**
- Modulo fotovoltaico: **n. 216.600 Jinko Solar JKM-610N-78HL4-BDV** (1.134 x 2465 x 30 mm - 34,6 Kg, Sup 2,795 mq - 78 celle in silicio monocristallino da 165,56 cm² - struttura in alluminio temperato - connettori MC4 - bifacciale - 3 diodi bypass - V_{max} 1500 Volt)
- Superficie totale captante generatore fotovoltaico: **S_{tot,mod} = 605.464 m²**
- Stringhe Elettriche: sono previste **n. 9025 stringhe in cc da 24 moduli cadauna**
- Strutture di sostegno: **n. 2.219 inseguitori (trackers) motorizzati monoassiali PVH-Monoline+ 2P, portanti 2 file di moduli in verticale**, con assi di rotazione orientati Nord/Sud, **rotazione da est a ovest con un limite previsto di +/- 45°** rispetto ai 65° massimi raggiungibili
- Altezza da terra del tracker: **il profilo inferiore risulta alto rispetto a terra di 1,6 mt**, maggiore del 1,3 previsto dalla normativa (tipo C) per la pastorizia e coltivazione di erbacee e foraggio da pascolo; l'altezza sotto ai tracker in posa orizzontale rispetto al terreno è di 3,47 mt
- I tracker sono complessivamente **n. 2.219, di cui:**
 - **n. 1.529 sono lunghi 70 mt** con 3 motori cadauno portanti n. 120 moduli in verticale per 73,2 kWp, 5 stringhe elettriche e 12 pali di acciaio IPE 180 e 3 per i motori profilo H da 160;
 - **n. 690 sono lunghi ca 28 mt** con 1 motore cadauno portanti n. 48 moduli su due file in verticale per 29,28 kWp e 2 stringhe elettriche e 5 pali di acciaio IPE 180 e 3 per i motori profilo H da 160
 - complessivamente saranno infissi **n. 28.455 pali**, di cui **n. 7.347 IPE 180** e **n. 21.108 H da 160**

- Le **strutture** saranno ancorate al suolo tramite **pali in acciaio di ca 6 mt di lunghezza direttamente infissi nel terreno con battipalo previa foratura del sottosuolo calcareo con perforatrice**, evitando qualsiasi struttura in calcestruzzo, riducendo sia i movimenti di terra (scavi e rinterri) che le opere di ripristino conseguenti: ciascun inseguitore è separato dal successivo con un passo di 80 cm per il passaggio del personale in sicurezza (ex DLgs 81/08), sia esso l'operatore della manutenzione che il pastore o l'operaio agricolo;
- sotto i trackers, vicino ai pali di sostegno, è previsto un sistema di irrigazione digitale costituito da tubi neri in pvc forato con dispersione dell'acqua in pressione se il tubo è posato in terra ovvero irrigazione a pioggia quando il tubo è posato attaccato ai moduli, a seconda della programmazione agronomica riferita a ciò che viene coltivato sotto i moduli;
- il sistema di raccolte acque provenienti dai moduli è previsto con semplice cunetta ricavata a lato interno della strada interfilare in maniera che sia fonte di irrigazione per la parte coltivata interfilare ed a sua volta dispersa nell'ampio terreno a disposizione;
- **Inverter**: il condizionamento e la conversione avverrà con **n. 360 inverter di campo Sungrow 350HX da 320 kW** cadauno, posizionati in testa ad uno dei tracker, uno ogni 5 se da 70 mt, configurati con 14 MPPT e massimo n. 2 stringhe in ingresso cadauno: *ogni inverter avrà in ingresso 25 stringhe per ca 366 kWp*, ad eccezione di 11 inverter che avranno 27 stringhe e 1 inverter che ne avrà 28, per una potenza complessiva rispettivamente di 395,28 kW e 409,92 kW;
- *La distribuzione locale avverrà quindi in BT a 800 V con parallelo a n. 60 cabine di raccolta contenenti oltre i QBTP anche un trasformatore in olio 0,8/36 kV da 2000 kVA*, la relativa cella di protezione in media tensione e le due per l'entra/esci dell'anello locale in MT, oltre al trasformatore a 400 V per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabine e di campo, quali luci interne, faretto, UPS per ricarica, sistemi di monitoraggio e di allarme delle cabine, pali della luce e sistemi anti-intrusione con videocamere per l'adiacente campo fotovoltaico
- *La distribuzione alla cabina di consegna, in prossimità del cancello di ingresso, avverrà con un secondo MT a 36 kV mediante n. 8 cabine di raccordo cui affluiranno mediamente 8 delle suddette cabine di raccolta*
- tutte le **cabine** saranno preassemblate in **Cemento Armato Vibrato in stabilimento dal fornitore, formato tipo ENEL**, di dimensioni $6,1 \times 3,1 \times 2,5$ m quelle di campo di parallelo degli inverter e trasformazione MT/BT, e di dimensioni $9,15 \times 3,1 \times 2,5$ m quelle centrali di consegna e raccordo accumulo e di destinazione ad uffici, data control room, magazzini, spogliatoio personale, tutte dotate di torrone eolico di evaporazione ed adagiate su una platea costituita con granulato riportato e calce naturale per evitare l'uso di CLS;
- tutti i **cavidotti MT** saranno realizzati con **cavi in Alluminio tipo ARP1H5(AR)E 18/30 kV adatti anche a trasportare i 36 kV** della relativa tensione d'isolamento e con caratteristica di essere rinforzati: saranno posati nel percorso stradale interno o periferico, ad almeno 60 cm sotto il livello del terreno, con classica posa a terna per circuito in entra esci ad anello
- corredano la centrale la recinzione periferica alta 2 m a lato della strada al confine della proprietà costituita in recinzione elettrosaldata in acciaio zincato a freddo con nervature orizzontali di rinforzo e a maglia sciolta in alluminio a maglia 50 x 50 nella parte interna a confine con l'area agricola, con cancelli di passaggio sia per l'accesso nell'area agrivoltaica del pascolo e dell'operatore agricolo sia infra centrale dell'operatore della manutenzione ordinaria e straordinaria della centrale; i cancelli sono tutti previsti a due ante da 2,5 mt cadauno con ampiezza pari alla sezione stradale; lungo la recinzione, posata con paletti ogni 2 mt, avremo ogni

40 mt un palo per l'illuminazione dell'area alto 4 mt che ospiterà anche la videocamera di sicurezza e ogni tratto significativo anche i sensori dell'anti-intrusione;

- infine il progetto prevede oltre la recinzione la costituzione di una fascia di mitigazione suddivisa in due parti: una prima fascia di circa 1 mt di larghezza con piante autoctone ad arbusti tipo lentischio, mirto, ginestra, corbezzolo fatte crescere fino al livello della recinzione, cioè 2 m; una seconda più ampia che va da 4 a 5 m a seconda della zona, prevista ad ulivastro, pianta altrettanto autoctona a tipica della zona. La fascia di mitigazione che corre lungo tutta la recinzione, viene interrotta solo in occasione dei passaggi con cancelli, sia esterno che interni, e in prossimità dell'intersecazione con gli edifici dell'area agricola;
- un servizio di controllo e monitoraggio, collegato alla cabina control room permette la telegestione e la verifica nei momenti di manutenzione ordinaria e straordinaria, oltre che la raccolta e conservazione di tutti i dati necessari dalla producibilità all'energia immessa in rete, alla gestione dei motori dei tracker, al controllo del sistema di allarme sia tecnologico che periferico anti-intrusivo, all'archiviazione delle immagini delle telecamere per il periodo consentito dalla normativa attuale

Il Sistema di Accumulo (SdA):

- Il progetto prevede un sistema di accumulo a batterie al litio da 40 MW con una garanzia di energia per 160 MWh: il sistema di accumulo sarà posizionato all'ingresso in prossimità della cabina di consegna, in un'area di circa 1 ha, su una fondazione a cabinato per reggere il peso delle batterie, collegato in parallelo in MT a 36 kV alla suddetta cabina, con una utenza in prelievo dedicata da 40 MW;
- il sistema di accumulo è stato previsto per fornire capacità di bilanciamento alla rete elettrica nazionale di TERNA cui è collegata la centrale, erogando energia, compensando le criticità della rete ed infine nella futura possibilità di erogare l'energia accumulata dalla centrale agrivoltaica in orari notturni nell'ipotesi di diventare centrale di produzione di una comunità energetica del territorio della Nurra;
- il sistema Fluence è costituito da 27 moduli cabinati tipo shelter/container contenenti ciascuno 16 Fluence Gen6 Cube blocchi di batterie al litio ferro fosfato, disposte in 2 file interne da 8 cadauna, per complessivi 432 blocchi da ca 360 kWh cadauno per l'accumulo dell'energia prodotta, dimensioni pari a (L x h x p) = 21,42 x 2,6 x 5,08 m, cioè il doppio di un container metallico da 40" HQ, metodo con il quale sono trasportati per essere poi assemblati in loco;
- n. 18 cabinati prefabbricati, dimensioni pari a (L x h x p) = 8,45 x 2,6 x 3,28 m, preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenuti n. 3 inverter cadauno, collegato ciascuno ad ognuna delle 54 file da 8 blocchi del container batterie, il relativo trasformatore e l'unità di raffreddamento;
- complessivamente quindi il sistema di accumulo è strutturato con n. 54 inverter e n. 18 trasformatori BT/MT che si raccolgono in una cabina per il parallelo con la rete interna in MT a 36 kV disposta in sequenza alla cabina di consegna;
- una Cabina di Raccolta (CdR SdA), in cui converge in media tensione tutta l'energia del Sistema di Accumulo avente dimensioni pari a (L, H, p) 21,00 x 3,50 x 2,50 m.
- un servizio di controllo e monitoraggio, collegato alla cabina control room permette la telegestione e la verifica nei momenti di manutenzione ordinaria e straordinaria, oltre che la raccolta e conservazione di tutti i dati relativi all'accumulo

La Sottostazione Elettrica Utente e l'elettrodotto di connessione

- Il produttore della centrale agrivoltaica ha ottenuto una **STMG da Terna con un preventivo di interconnessione alla RTN in AT a 36 kW, con una Pimm da 99,7 MW e Pacc da 40 MW** con la costituzione di **una nuova SottoStazione Elettrica da 380/150/36 kV denominata "Olmedo"**, da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo - Ittiri" nel Comune di Sassari, in località Saccheddu, ad una distanza di circa 18 km dalla stazione RTN 380 kV "Fiumesanto Carbo" e a circa 24 km dalla Stazione RTN 380 kV "Ittiri";
- Il progetto della SSE è curato dai due capofila del tavolo tecnico, quello dei produttori con STMG a 36 kV e di quelli con STMG a 150 kV e a 380 kV: allo stato attuale il tavolo tecnico sta concordando con TERNA il progetto definitivo da farsi validare, cosiddetto PTO del quale negli allegati sono riportati gli elementi noti ad oggi ed ancora non validati e approvati da Terna;
- L'interconnessione fra la centrale agrivoltaica e la nuova SSE avviene tramite un doppio cavidotto a 36 kV che esce in antenna (doppia antenna) della lunghezza 10,626 km (*dalla cabina di consegna alle sbarre della SSE di connessione*) tutto sviluppato su strada pubblica a partire dal cancello dell'attuale azienda agricola Tedde che fungerà anche da cancello dall'attività agrivoltaica: la strada comunale di Olmedo denominata Brunestica, fino all'incrocio con la SP19 fino all'incrocio con la SP ex SS291e da qui verso Sassari verso la SP 65 e quindi, passando sotto la SS 291 variante cosiddetta a 4 corsie, fino alla località prevista per la nuova SSE
- Il cavidotto interrato MT (di lunghezza pari a circa **10.626** mt), per il trasferimento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico verso la nuova SSE 380/150/36 kV di trasformazione sarà anch'esso realizzato con terne di cavi il AL tipo **ARP1H5 (AR)E** da 8x300 18/30 kV utilizzabile fino a 36 kV, rinforzato ed adatto per posa su strada a lunga distanza
- La SSE sarà costruita all'interno di un'area che ad oggi risulta così identificata catastalmente:
 - *Comune di Sassari:*
Foglio 94 part. **2, 140, 169, 170, 171, 173**
- Il tracciato del cavidotto che esce dalle sbarre di attestazione nella SSE indicata sarà realizzato tutto su tutte strade pubbliche fino alla cabina di consegna all'ingresso dall'azienda agrivoltaica, di fianco al cancello di ingresso, ed è così catastalmente identificato:
 - *Comune di Olmedo:*
Strada Comunale Brunestica: dal cancello proprietà Tedde, nuovo ingresso centrale agrivoltaica, attraversamento (con TOC) della ferrovia in prossimità del passaggio a livello, fino all'incrocio con la *Strada Provinciale Alghero-Sassari SP19*;
 - Strada Provinciale Alghero-Sassari SP19:** dall'incrocio con la Strada Comunale Brunestica nella corsia proveniente da Olmedo in direzione Sassari fino al confine con il Comune di Sassari;
- *Comune di Sassari:*
Strada Provinciale Alghero-Sassari SP19: dal confine con il Comune di Sassari fino all'incrocio con la *SS291 Strada della Nurra*;
- SS291 Strada della Nurra:** dall'incrocio con la Strada Provinciale da Olmedo SP19 fino all'incrocio con la *Strada Provinciale Alghero-Sassari SP19*;

Strada Provinciale Alghero-Sassari SP19: dall'incrocio con la SS291 Strada della Nurra fino all'ingresso con la nuova SSE previsto poco prima dell'incrocio la Strada Vicinale da Gianni;

Riferendosi alla planimetria catastale allegata della SSE:

Foglio 94 part. **85** (*ingresso nella nuova SSE*); **173** (*nuova strada ingresso nella SSE e parte della SSE*)

INTRODUZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA

Premessa alla relazione geologica

Lo scrivente Dott. Geol. Andrea Serreli, nato a Cagliari il 26/07/1971, residente in via Antonio Pacinotti n° 12 – 09047 – Selargius, C.F. SRRNDR71L26B354F, P. IVA 02814940926, iscritto all'Ordine dei Geologi della Sardegna al n°542, , ha ricevuto incarico dallo Studio Lazzoni per conto dell'investitore energetico, la società Lightsource Renewable Energy Italy SPV12 S.r.l., con domicilio in Via Giacomo Leopardi n° 7 - Milano, CF 12593730968, di redigere della Relazione geologica nell'ambito del progetto della centrale agrovoltaiica denominata "OLMEDO" descritta in precedenza e sviluppata tra i territori di Olmedo e Sassari.

Nelle more delle proprie competenze lo scrivente Dott. Geol. Andrea Serreli, in osservanza a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC), nella fattispecie ai sensi del disposto al Capitolo 6 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA, paragrafo 6.1 – DISPOSIZIONI GENERALI, paragrafo 6.1.1 – OGGETTO DELLE NORME, a supporto dello studio geologico da realizzarsi nell'agro di Olmedo e di Sassari, è incaricato della redazione del presente studio ai sensi del paragrafo 6.2.1 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.

In quest'ottica la Relazione Geologica, secondo quanto indicato nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto ministeriale 17 gennaio 2018, costituisce il riferimento principale per la definizione dei processi geomorfologici e della loro tendenza evolutiva e il riferimento generale per l'impostazione del progetto geologico e geotecnico e il dimensionamento delle opere di fondazione, delle opere di sostegno, delle opere e manufatti in materiali sciolti naturali, del miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi, del consolidamento dei terreni interessanti opere esistenti, nonché la valutazione della sicurezza dei pendii.

Il presente documento sintetizza lo studio geologico realizzato per ricostruire il modello geologico e geologico-tecnico dei luoghi a contorno del sito di intervento, attraverso la definizione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica e geomorfologica del territorio in generale.

Tale studio è logica indispensabile per la definizione del modello geologico stratigrafico della zona di intervento per poter predisporre di uno strumento propedeutico di conoscenza delle caratteristiche del territorio in specie e per impostare la metodologia di indagine da adottare nello studio.

A tale scopo è stato eseguito uno studio geologico e geomorfologico finalizzato alla definizione del modello geologico dei territori in cui si inquadra l'area interessata dal progetto, prendendo in esame quanto di conosciuto dalla bibliografia tecnica di settore, facendo riferimento a quanto acquisito a

livello sperimentale da indagini geomorfologiche, geognostiche e geotecniche in contesti geologici analoghi.

Data la natura geologica dei litotipi rilevati, in base alle risultanze delle indagini condotte in situ ed in base alle personali conoscenze sulle caratteristiche litologiche dei terreni incontrati, così come verificate in altri contesti geologico stratigrafici analoghi, in questa fase di caratterizzazione geologica non è stato ritenuto necessario effettuare ulteriori analisi di laboratorio o altre prove per la valutazione del modello geologico e geologico tecnico ipotizzato nel presente studio.

Quadro normativo di riferimento

Come accennato in premessa il principale riferimento normativo è rappresentato da:

- D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC)**;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Norme di Tecniche di Attuazione del PAI della Regione Autonoma della Sardegna.

Altra normativa di riferimento è rappresentata da:

- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 09 Gennaio 1996, N. 218/24/3, Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;
- 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 Settembre 1988, N. 30483, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

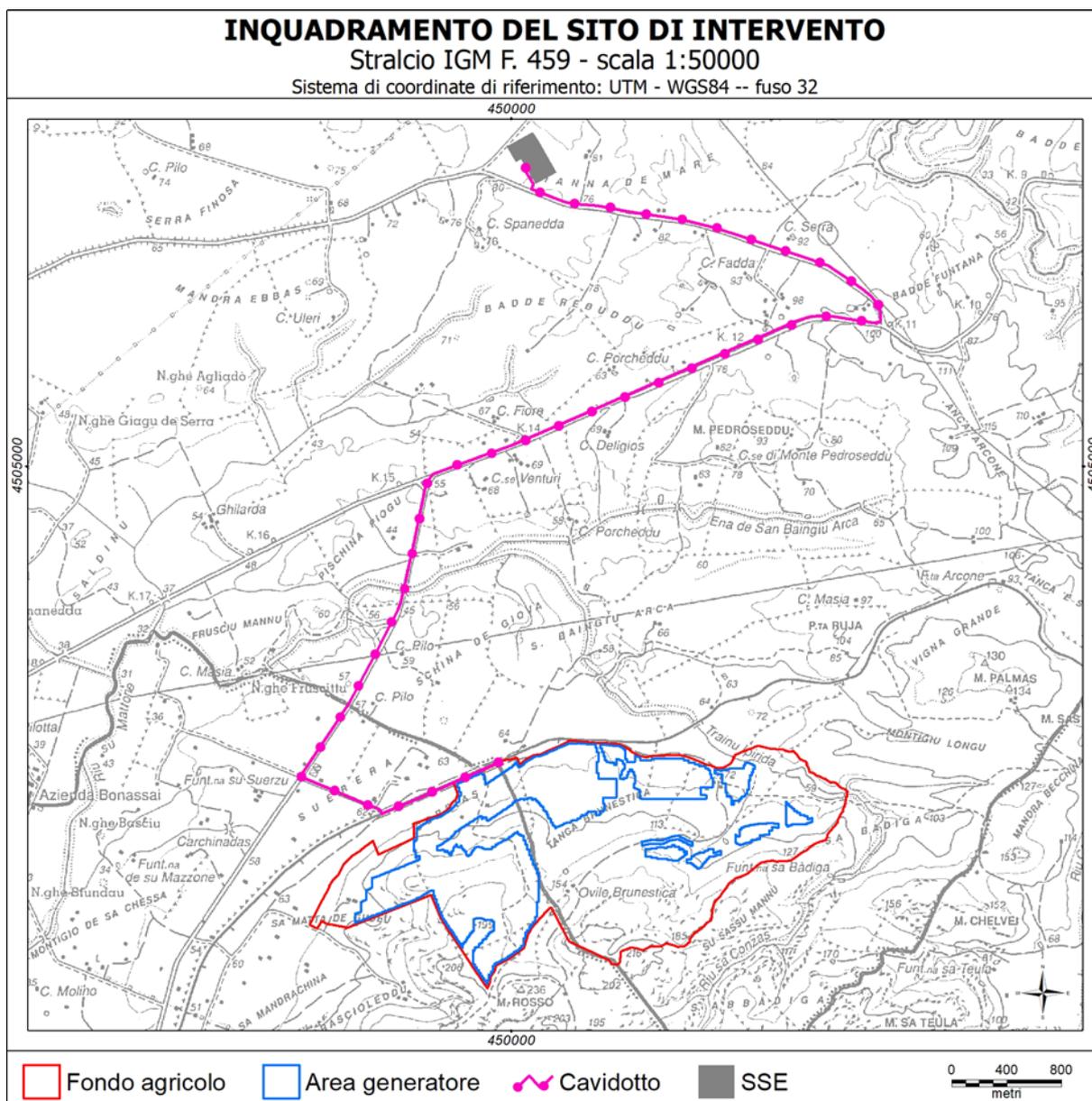
INQUADRAMENTO DEL SITO

Inquadramento geografico

Il sito di interesse si inquadra tra la sez. 459/III e sez. 459 IV della Carta Topografica d'Italia (I.G.M. 1994) in scala 1:25000 e tra le sez. 459.050, sez. 459.060, sez. 459.090 e sez. 459.100 della C.T.R. numerica in scala 1:10000, a cavallo tra i territori comunali di Olmedo e di Sassari tra le località Sa Matta de Gudeu, Corrias, Tanca Brunestica e Ipirida, dove verrà sistemato il generatore fotovoltaico e la località Gianna de Mare, dove verrà ubicata la sotto stazione elettrica e lungo la viabilità locale, S.P. 19, la S.P. ex S.S. 291 e la S.P. 65 che ospiteranno il cavidotto.

Nel fondo agricolo che verrà interessato dall'impianto fotovoltaico, esteso su circa 385 ha, la quota varia tra circa 55 m slm e 214 m slm per una quota media pari a circa 115 m slm, mentre la pendenza varia tra 0% e 59% per una media pari 13%, in una zona inclinata verso i quadranti settentrionali.

Dal punto di vista urbanistico le aree sono inquadrare nel PUC vigente di Olmedo in zona agricola sottozona E1 e sottozona E2, nel PUC vigente di Sassari in zona agricola sottozona E5c ed in zona H2.9.



METODOLOGIA DI INDAGINE

L'ampiezza dell'indagine è stata ponderata sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche della zona indagata, in relazione a quanto potuto apprendere dalla ricerca bibliografica ed in relazione alle finalità applicative dello studio eseguito.

Le indagini per la caratterizzazione dell'area vasta dal punto di vista geologico sono state effettuate attraverso la ricerca bibliografica e cartografica ufficiale (Carta geologica della Sardegna scala 1:250000, Foglio 179 Porto Torres e Foglio 192 Alghero della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000, Foglio 459 Sassari della Carta Geologica d'Italia scala 1:50000, Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000, Carta dei suoli della Sardegna scala 1:250000, Carta idrogeologica e rete di monitoraggio corpi idrici superficiali e sotterranei Nurra (Sardegna Nord-Occidentale) in scala 1:50000), documentazione geologica a corredo dei PUC di Olmedo e di Sassari, analisi foto-geologiche, analisi morfometriche, interviste e sopralluoghi in campo.

Per l'inquadramento del sito di interesse in funzione delle pericolosità geomorfologiche e idrauliche è stata consultata la cartografia del PAI (Piano stralcio di Assetto Idrogeologico), del PSFF (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali) e del PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni) e degli studi di assetto idrogeologico comunale.

Per l'acquisizione delle caratteristiche litostratigrafiche nel sito specifico, si è proceduto allo studio geologico delle aree circostanti al fine di valutare l'andamento stratigrafico delle formazioni riconosciute dalla cartografia geologica di base e successivamente all'esame dei caratteri litologici, tramite il rilevamento geologico e geomorfologico.

CARATTERISTICHE CLIMATICHE GENERALI

L'analisi delle caratteristiche climatiche generali della zona di intervento sono state eseguite attraverso la consultazione delle pubblicazioni del Dipartimento climatico dell'ARPA facendo riferimento ai report di "Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna" per gli ultimi 10 anni, in particolare per la stazione di Olmedo.

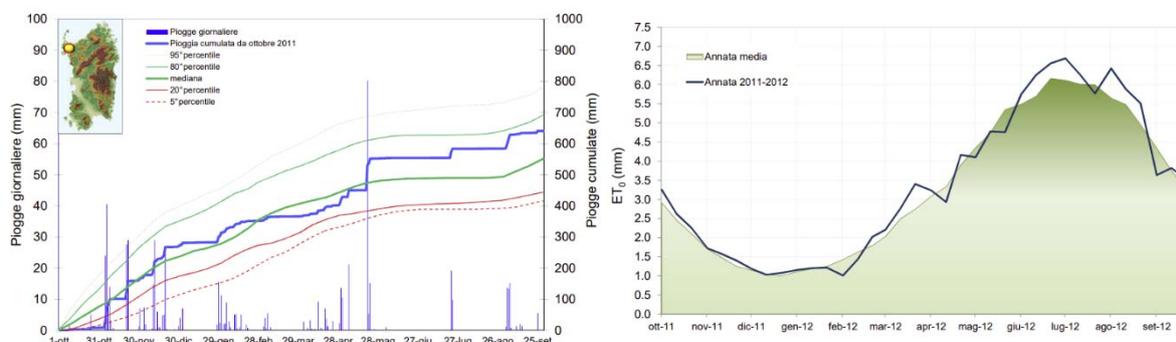


Figura 1: a sx Pioggie giornaliere e cumulate; a dx Evapotraspirazione media decadale e confronto con l'annata (ottobre 2011 - settembre 2012) - Stazione di Olmedo

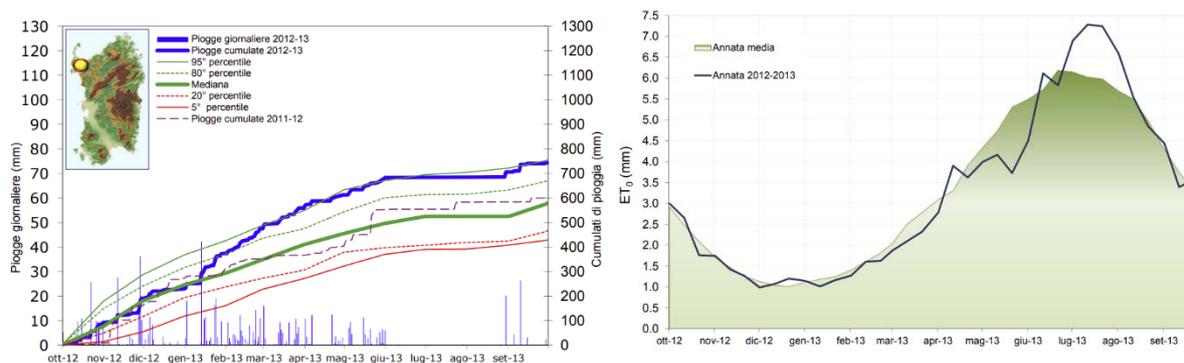


Figura 2: a sx Pioggie giornaliere e cumulate; a dx Evapotraspirazione media decadale e confronto con l'annata (ottobre 2012 - settembre 2013) - Stazione di Olmedo

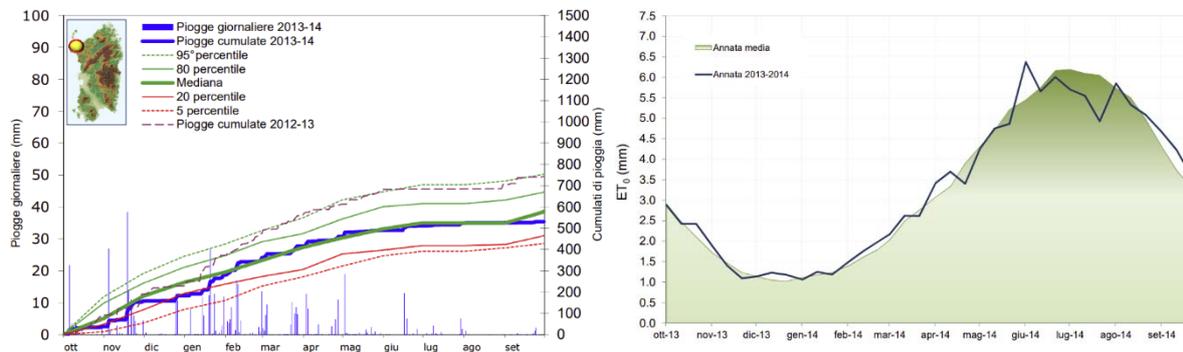


Figura 3: a sx Pioggie giornaliere e cumulate; a dx Evapotraspirazione media decadale e confronto con l'annata (ottobre 2013 - settembre 2014) - Stazione di Olmedo

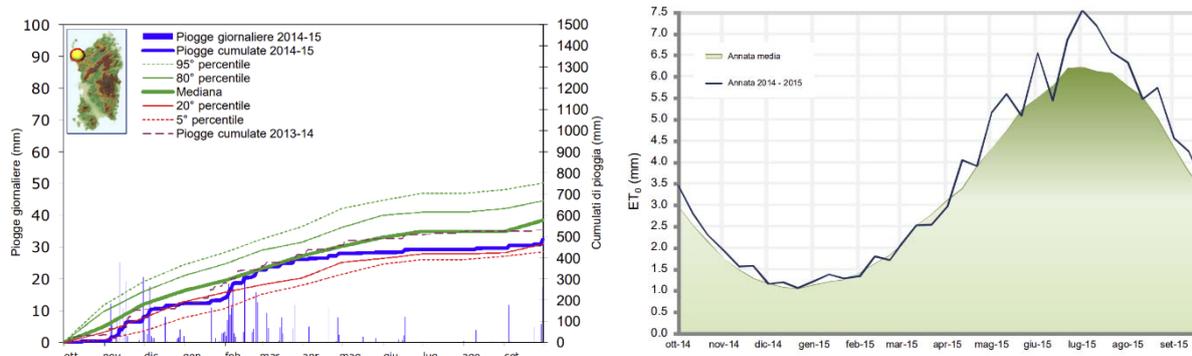


Figura 4: a sx Pioggie giornaliere e cumulate; a dx Evapotraspirazione media decadale e confronto con l'annata (ottobre 2014 - settembre 2015) - Stazione di Olmedo

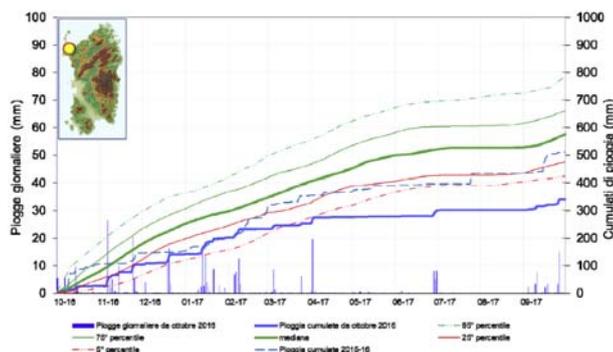


Figura 5: Pioggie giornaliere e cumulate (ottobre 2016 - settembre 2017) - Stazione di Olmedo

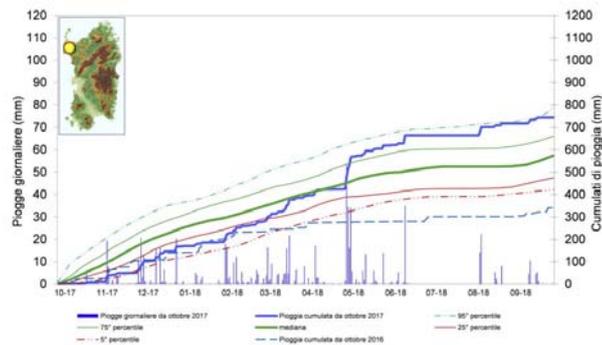


Figura 6: Piogge giornaliere e cumulate (ottobre 2017 - settembre 2018) - Stazione di Olmedo

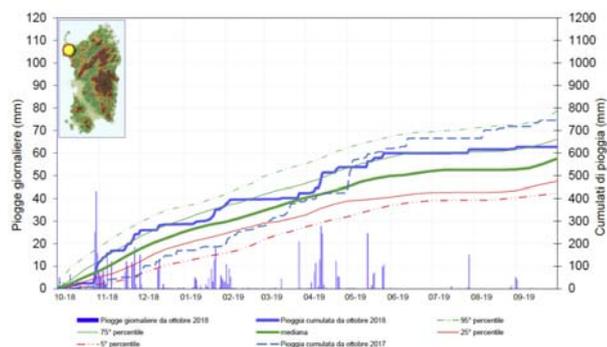


Figura 7: Piogge giornaliere e cumulate (ottobre 2018 - settembre 2019) - Stazione di Olmedo

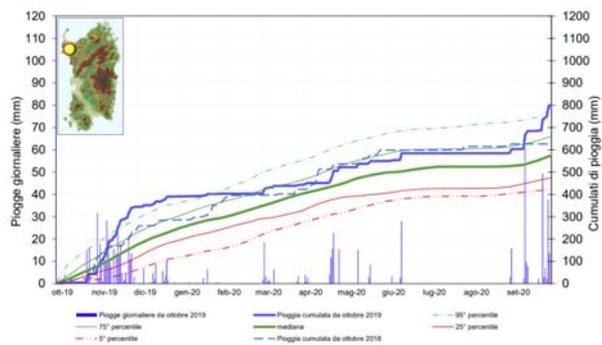


Figura 8: Piogge giornaliere e cumulate (ottobre 2019 - settembre 2020) - Stazione di Olmedo

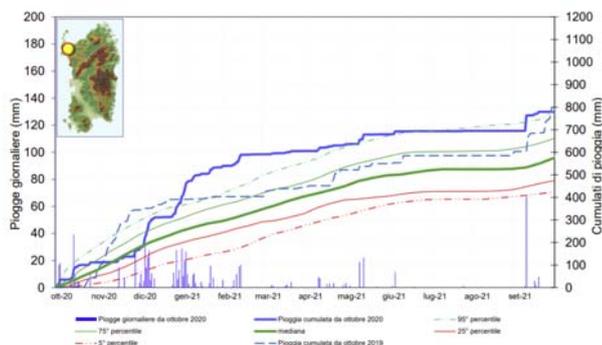


Figura 9: Piogge giornaliere e cumulate (ottobre 2020 - settembre 2021) - Stazione di Olmedo

Dai grafici si osserva chiaramente che i cumulati annuali di precipitazione subiscono importanti variazioni, anche con circa 300 / 500 mm di scarto.

I grafici mostrano che le precipitazioni avvengono con regolarità, manifestandosi prevalentemente durante gli ultimi e i primi mesi dell'anno e mostrando generalmente i massimi medi tra i mesi di Ottobre, Novembre e Dicembre, con rare precipitazioni primaverili.

L'analisi dei dati delle temperature e soprattutto della evapotraspirazione, consente di mettere in evidenza che le perdite sono molto elevate, infatti nel periodo primaverile ed estivo, a fronte di precipitazioni nulle, si registrano i massimi valori di evapotraspirazione.

Emerge un quadro in cui il fenomeno climatico dominante è quello per cui durante il periodo estivo, da maggio-giugno ad agosto-settembre, si determina un decremento pressoché totale della precipitazione contro un aumento notevole delle temperature rispetto al valore medio annuale delle stesse.

L'indice SPI (Standardized Precipitation Index) su scala temporale di 3, 6, 12 e 24 mesi, considera lo scostamento della pioggia di un dato periodo dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento (trentennio 1971 - 2000). L'indice pertanto evidenzia quanto le condizioni osservate si discostano dalla norma ($SPI = 0$) e attribuisce all'anomalia una severità negativa (siccità estrema, severa, moderata) o positiva (piovosità moderata, severa, estrema), strettamente legata alla probabilità di accadimento.

CLASSE	VALORI DI SPI
Estremamente umido > 2	> 3,0
	da 2,5 a 3,0
	da 2,0 a 2,49
Molto umido	da 1,5 a 1,99
Moderatamente umido	da 1,0 a 1,49
Vicino alla media	da 0,01 a 0,99
	da -0,99 a 0
Moderatamente siccitoso	da -1,49 a -1,0
Molto siccitoso	da -1,99 a -1,5
	da -2,49 a -2,0
	da -3,0 a -2,5
Estremamente siccitoso < -2	< -3,0

Tabella 1: Classi di siccità o surplus corrispondenti a diversi intervalli di valori dell'indice SPI

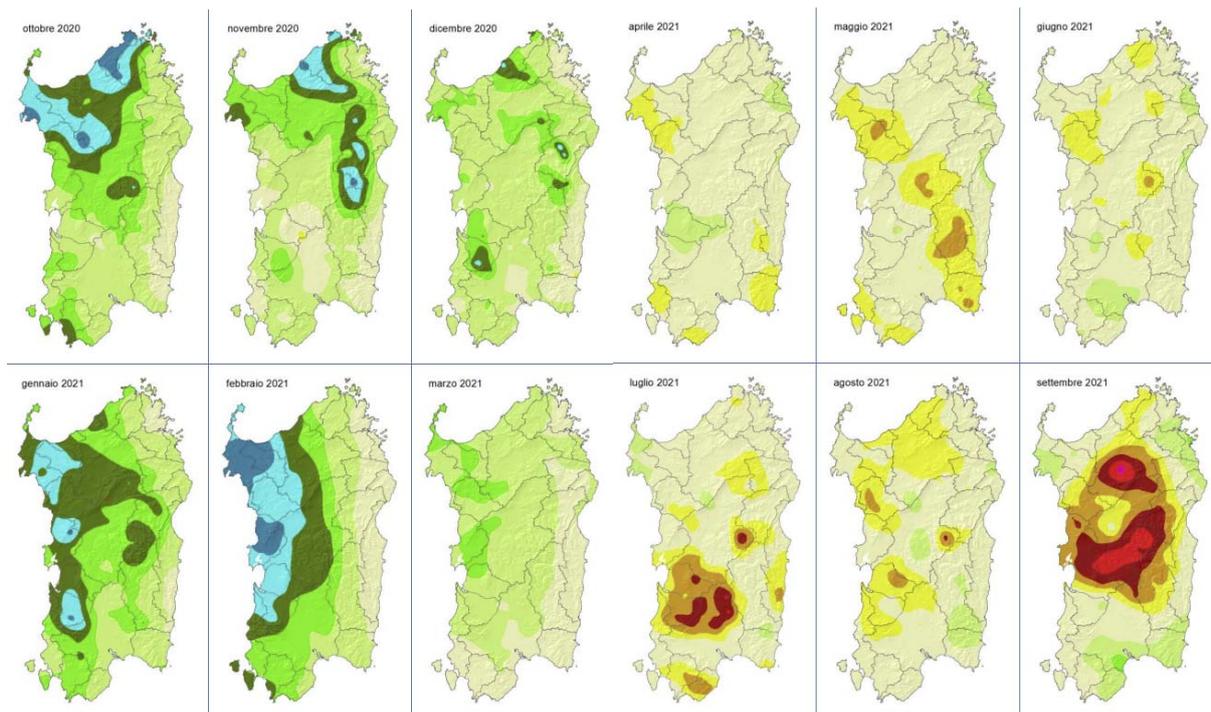


Figura 10: Rappresentazione dell'indice SPI (ottobre 2020 - settembre 2021) riferita all'analisi trimestrale, utile per la valutazione del regime idrico dei suoli; si osserva nella Nurra che nel periodo delle piogge autunnali, seppur con un cumulato ridotto, si instaura una condizione di moderatamente umido e anche di estremamente umido, mentre nei mesi successivi, primaverili le condizioni iniziano ad essere vicino alla media e moderatamente siccitose, condizioni che si mantengono anche nei mesi estivi

PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

Rapporti con il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Da quanto potuto osservare nella cartografia allegata al PSFF (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali), approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.2 del 17.12.2015, la zona di interesse è inquadrata all'interno del Sub Bacino 3 – Coghinas-Mannu-Temo.

Il sito di studio si inquadra parzialmente nelle tavole 3_07_MA007_2_1_0 e 3_07_MA006_2_1_0, ma le opere in progetto non ricadono all'interno delle fasce fluviali del PSFF pertanto non ricadono in aree a pericolosità idraulica.

Rapporti con il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico

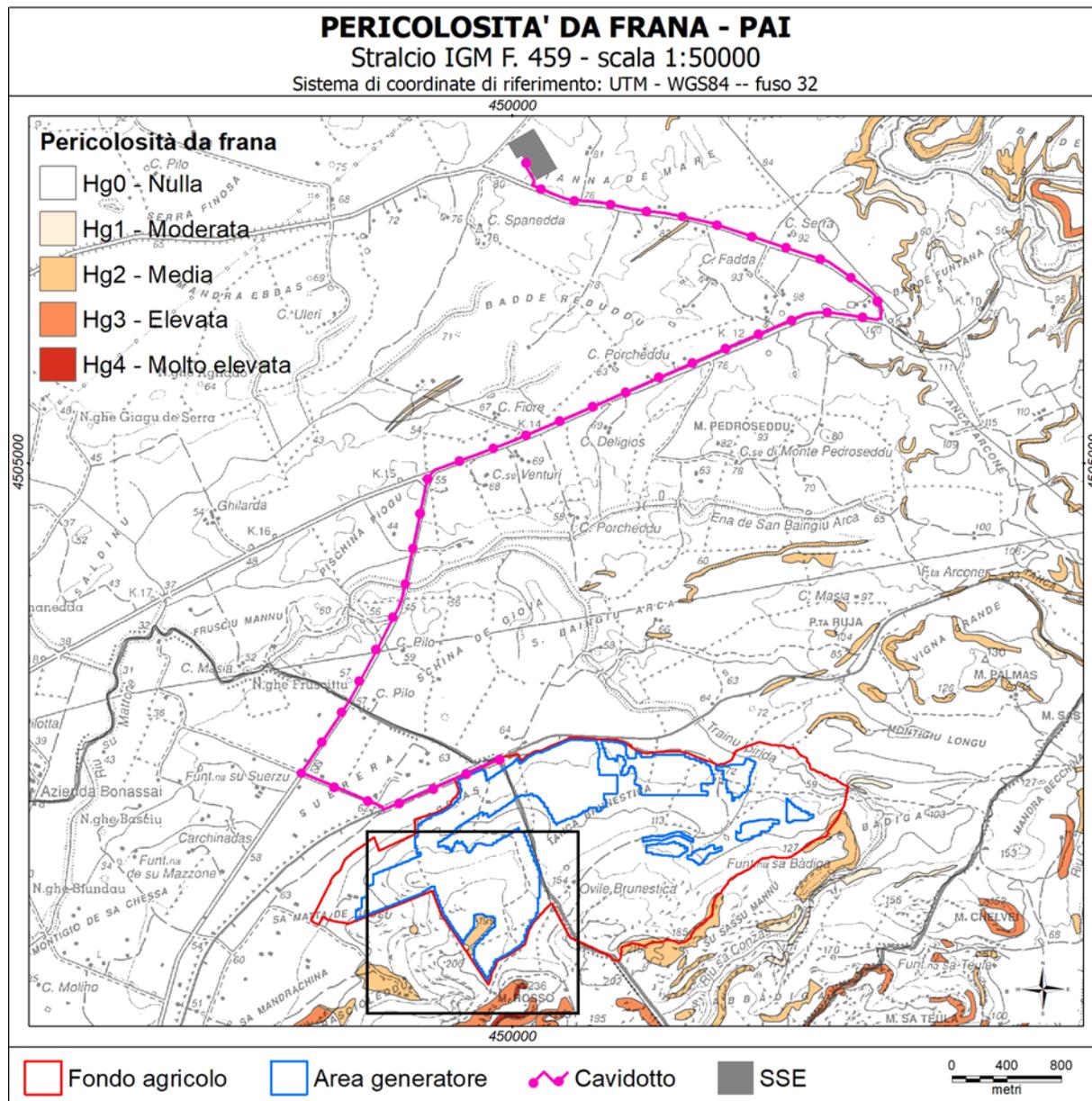
Da quanto potuto osservare nella cartografia allegata al PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), revisione luglio 2004, approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006, l'area di studio è inquadrata all'interno del Sub Bacino 3 – Coghinas-Mannu-Temo.

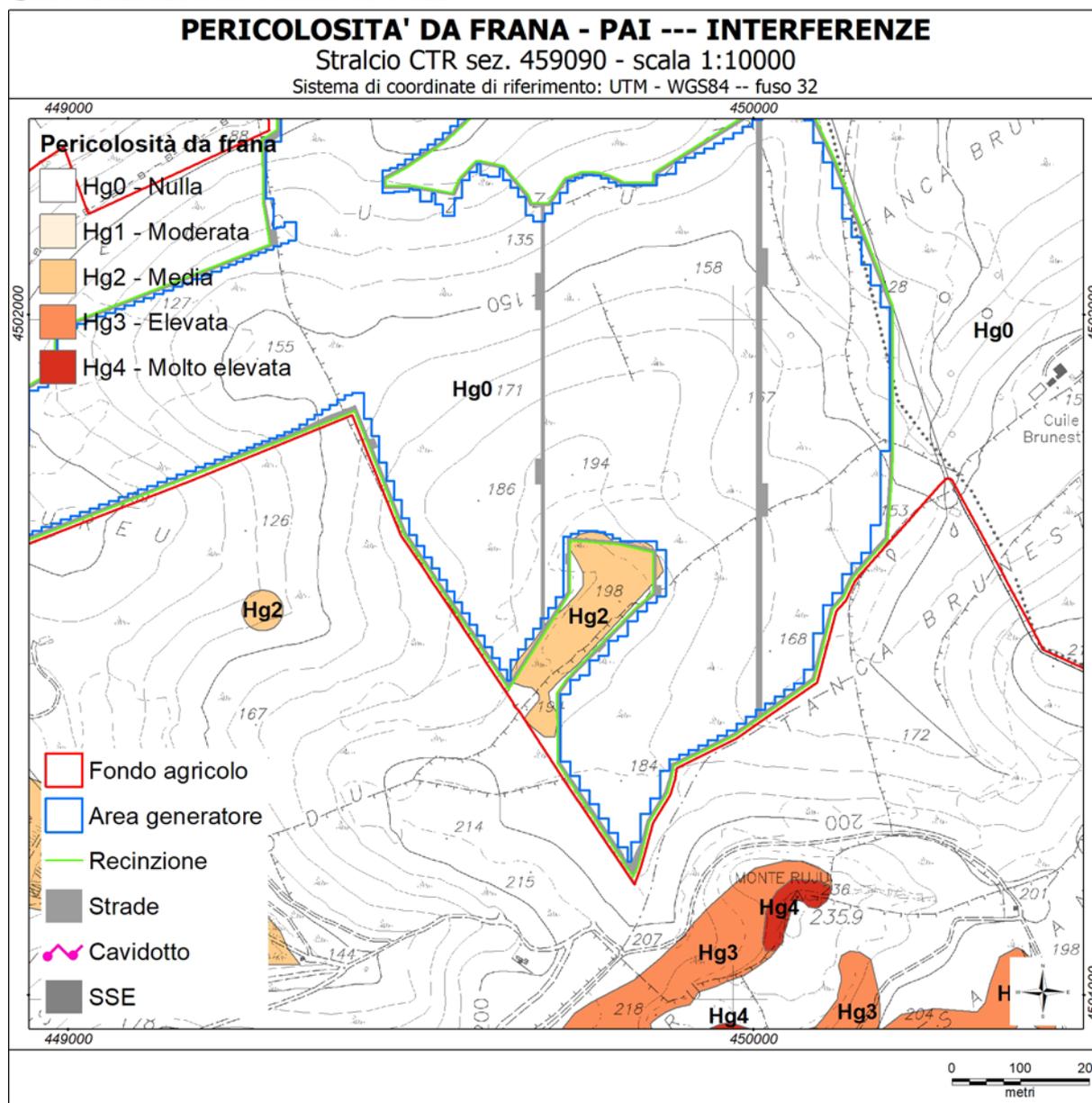
Nella cartografia originaria che individua le aree assoggettate a pericolosità idraulica il sito di studio si inquadra parzialmente nella tavola Hi 07/31, ma le opere di progetto non risultano in aree a pericolosità idraulica.

Nella cartografia originaria che individua le aree assoggettate a pericolosità da frana il sito di studio non si inquadra in alcuna tavola pertanto le opere di progetto non risultano in aree a pericolosità da frana.

6.2.1 Varianti al PAI

Con DPGR n. 4 del 12.01.2016 - BURAS n. 3 del 21.01.2016 è stata approvata la variante generale al PAI parte frane riguardante il Sub Bacino 3 – Coghinas-Mannu-Temo, la zonazione della pericolosità e del rischio di frana vige attualmente nel territorio di studio tra il Comune di Olmedo ed il Comune di Sassari. In questo contesto il sito di studio è generalmente classificato Hg0, in alcuni settori del fondo agricolo sono indicate aree classificate Hg2, queste aree non interferiscono con l'area del generatore fotovoltaico.





Recentemente è stata approvata con Determinazione del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n. 38 del 28/02/2022 la variante puntuale al PAI parte idraulica proposta dal Comune di Sassari che riprende e completa gli studi di assetto idrogeologico parte idraulica redatti ai sensi dell'ex art. 8 comma 2 approvati con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n.3 del 12.12.2012.

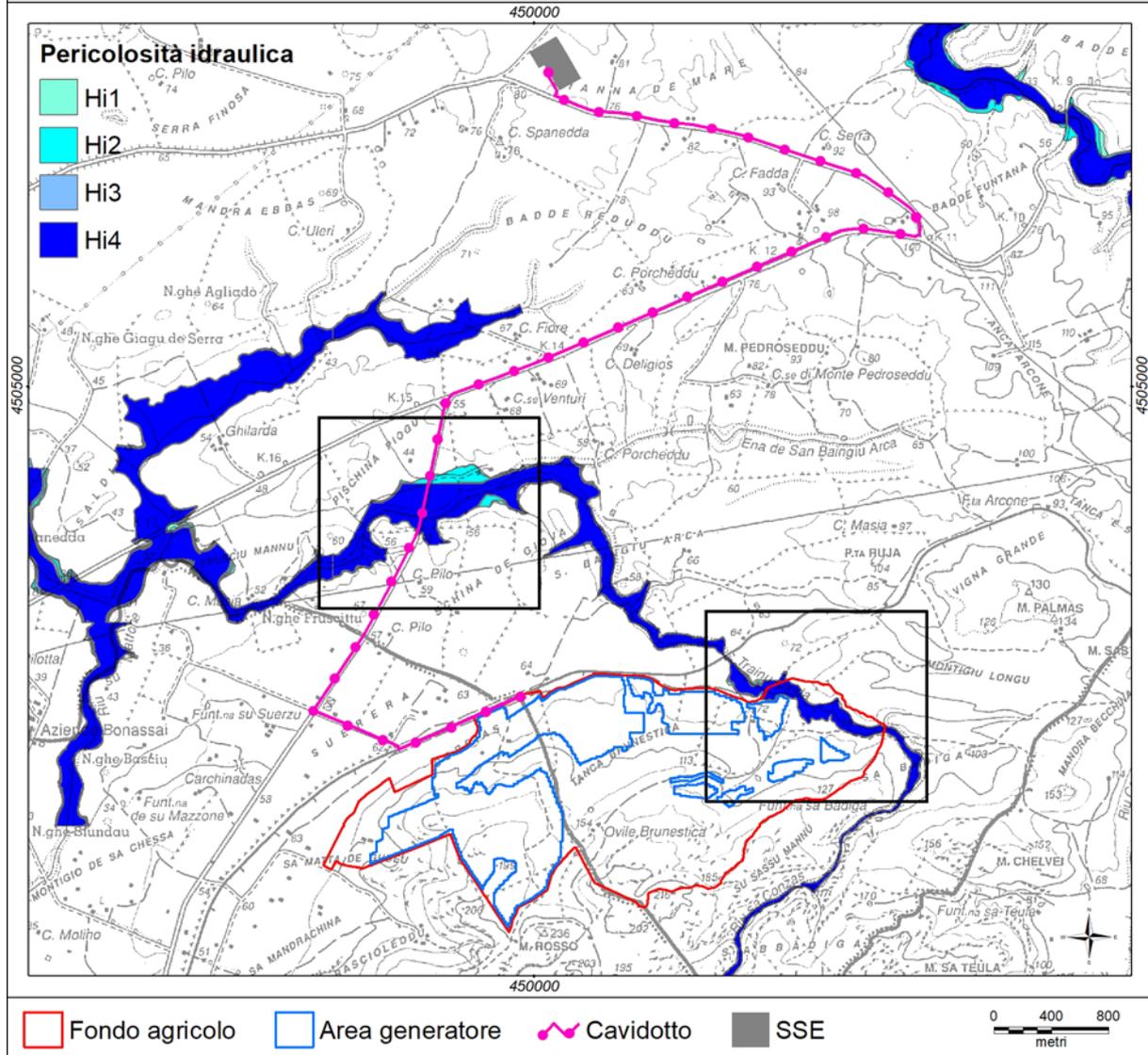
Con l'ultima variante sono state individuate aree di pericolosità idraulica di classe da Hi1 a Hi4 che interessano il fondo agricolo, ma non interferiscono con l'area del generatore fotovoltaico.

Lungo la S.P. 19, all'intersezione con l'alveo del Trainu Ipirida, aree di pericolosità idraulica di classe da Hi1 a Hi4 interferiscono con il tracciato del cavidotto di connessione.

PERICOLOSITA' IDRAULICA - PAI

Stralcio IGM F. 459 - scala 1:50000

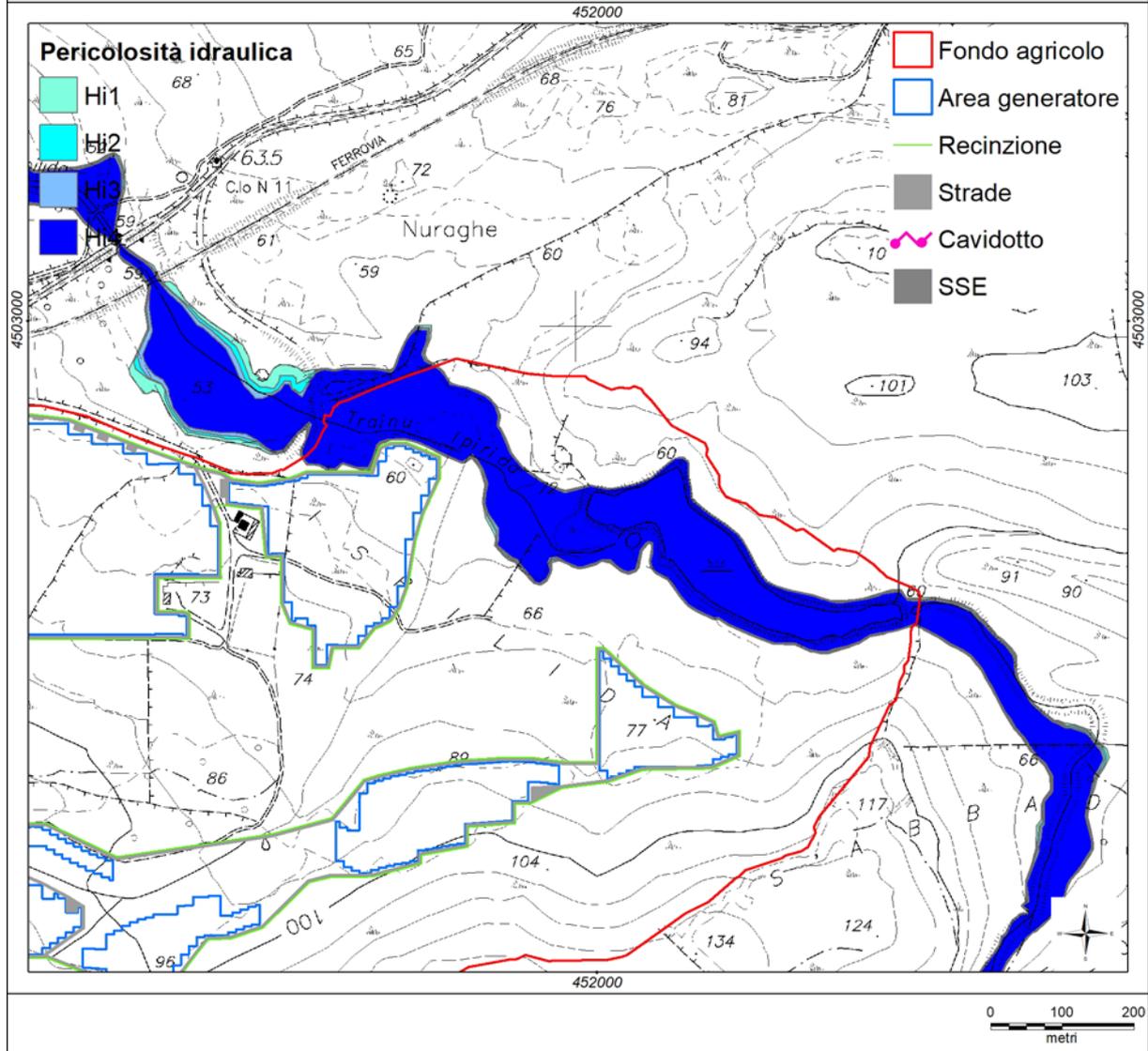
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32

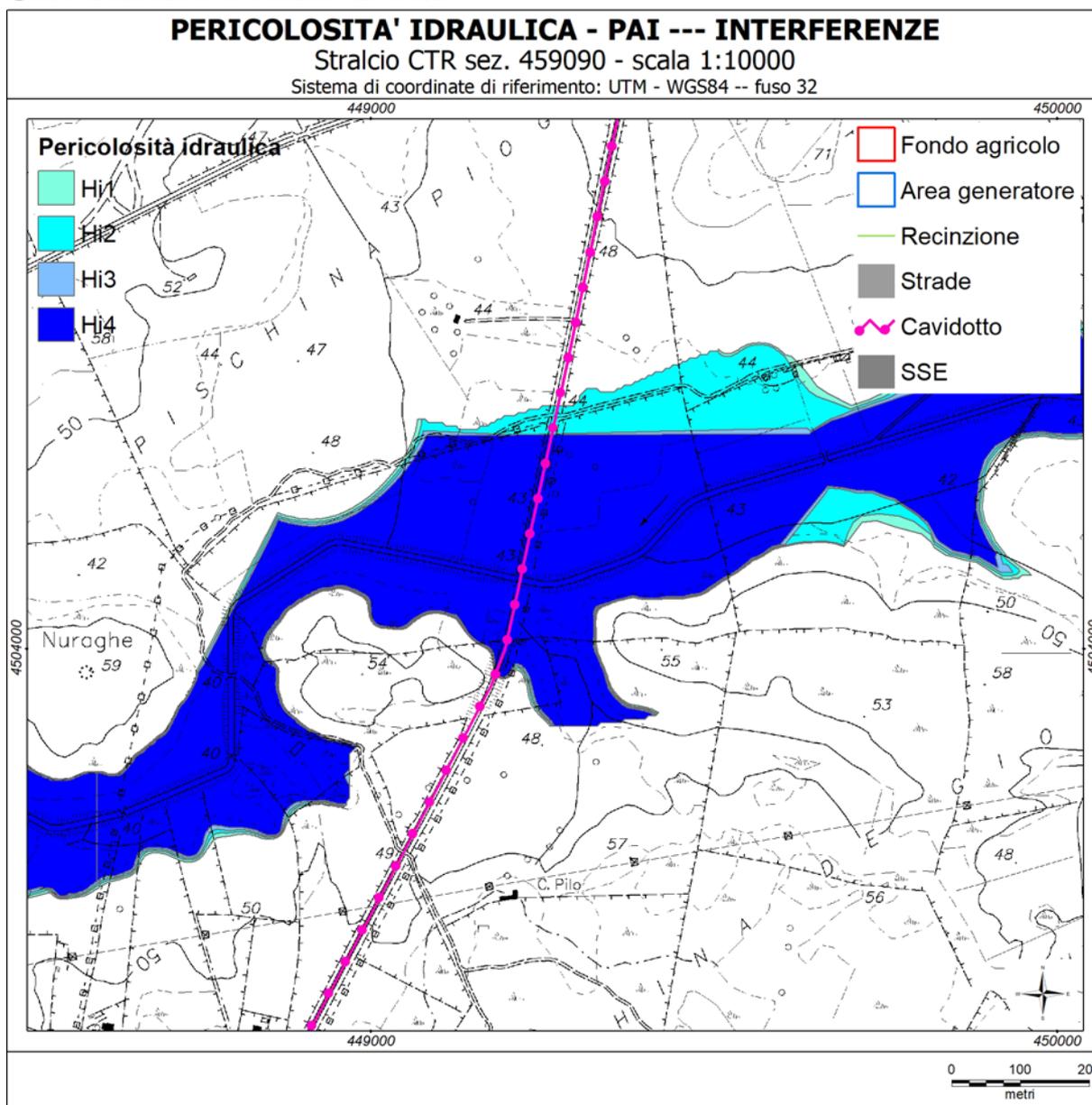


PERICOLOSITA' IDRAULICA - PAI --- INTERFERENZE

Stralcio CTR sez. 459100 - scala 1:10000

Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32





Verifica ai sensi dell'art. 30 ter delle NTA del PAI

Il reticolo idrografico che caratterizza il sito di studio, non è stato studiato idraulicamente nella sua interezza, pertanto è necessario eseguire la verifica delle condizioni imposte dall'art. 30 ter delle NTA del PAI.

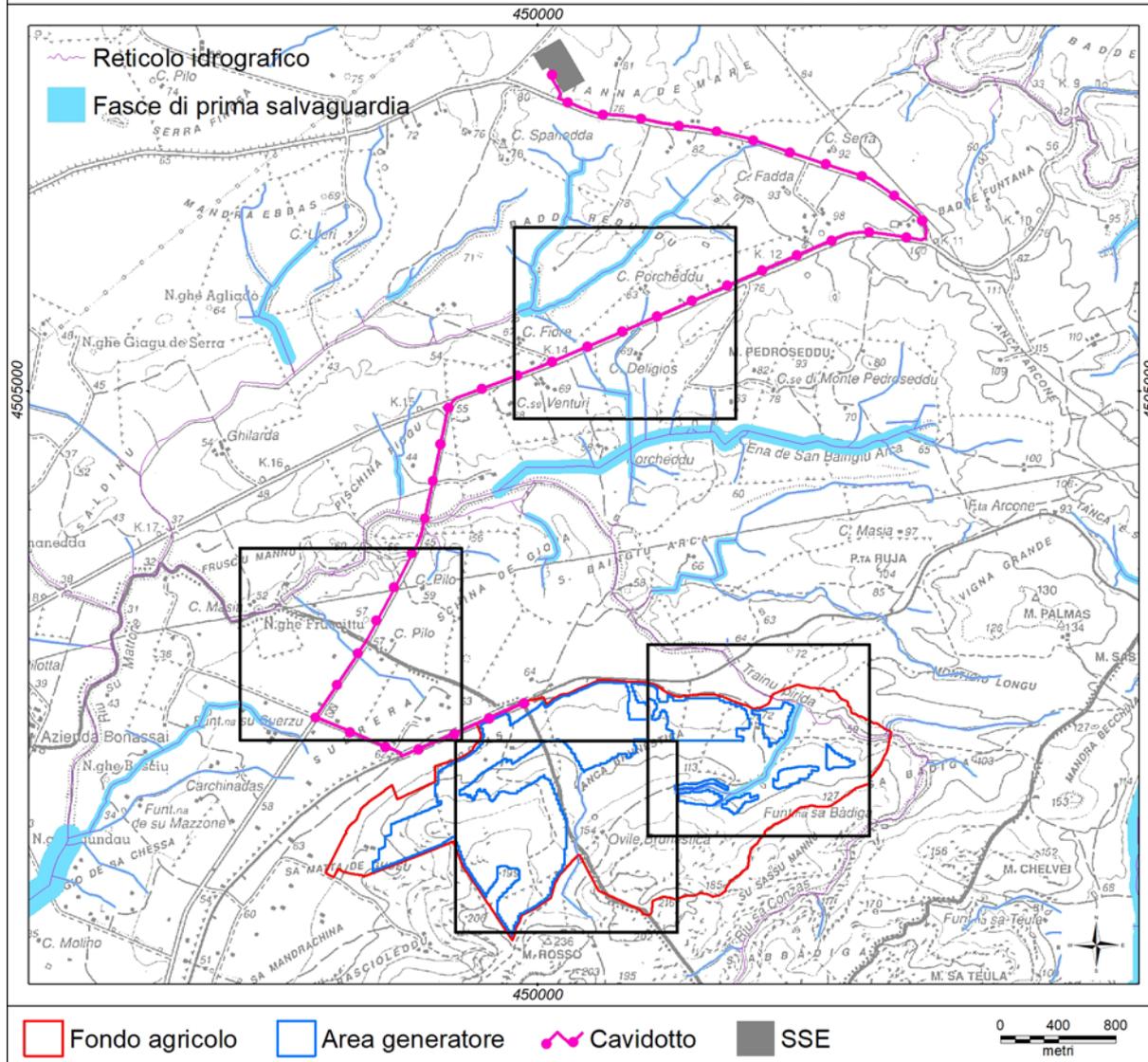
L'art. 30 ter è stato inserito nelle NTA del PAI con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale n° 1 del 27/02/2018, e riporta ad oggetto: "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia".

Con l'articolo 30 ter, per l'intero territorio regionale, per i tratti del reticolo idrografico regionale per i quali non sono state ancora individuate aree di pericolosità idraulica a seguito di modellazione idrologica/idraulica, e con l'esclusione delle aree di pericolosità determinate con il solo criterio geomorfologico (fascia C del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali), è stata istituita una fascia di prima salvaguardia, su entrambi i lati a partire dall'asse del corso d'acqua, di ampiezza variabile in funzione dell'ordine gerarchico dello stesso tratto di corso d'acqua.

FASCE DI PRIMA SALVAGUARDIA ART. 30ter NTA PAI

Stralcio IGM F. 459 - scala 1:50000

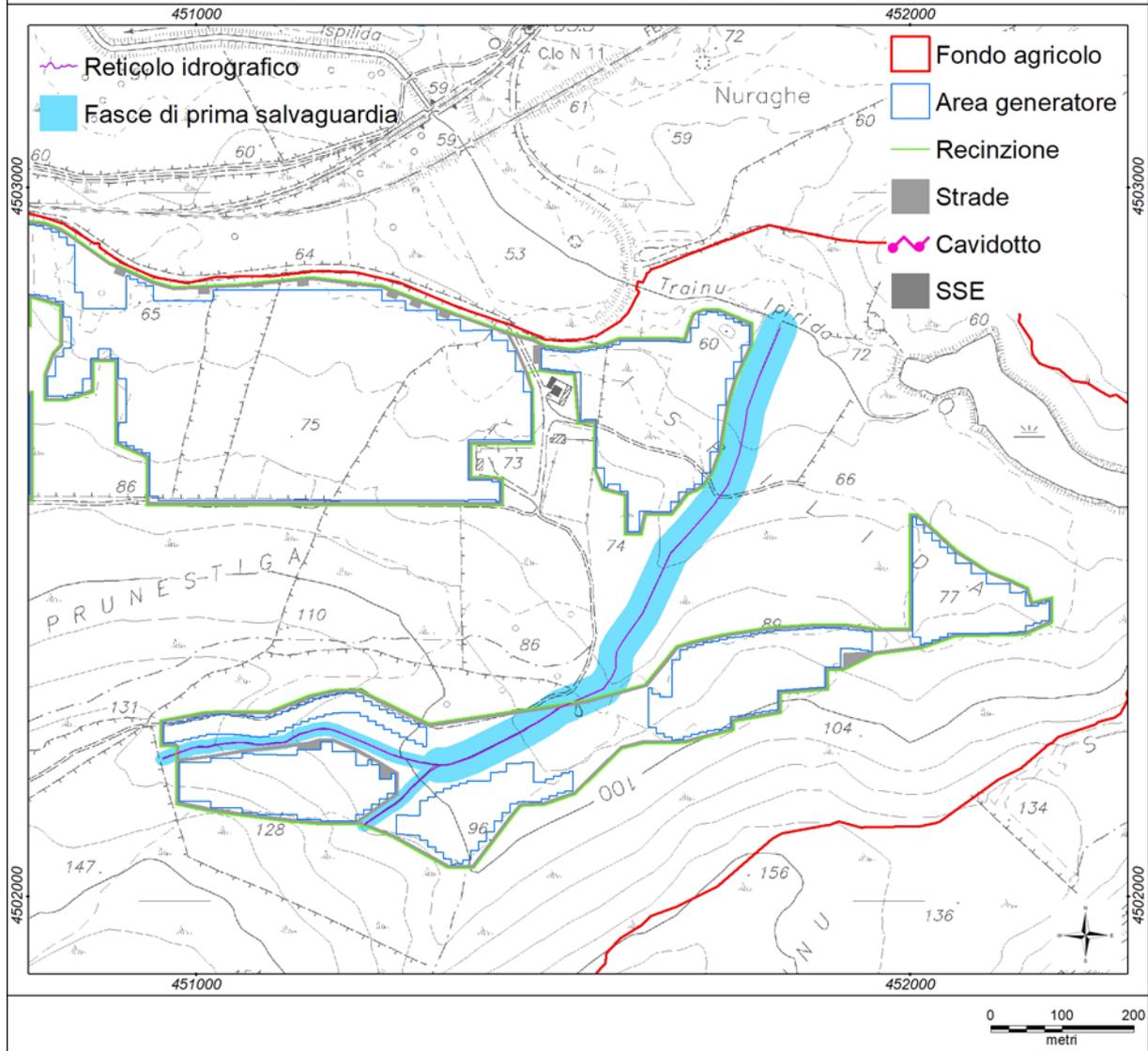
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



FASCE DI PRIMA SALVAGUARDIA ART. 30ter NTA PAI --- INTERFERENZE

Stralcio CTR sez. 459100 - scala 1:10000

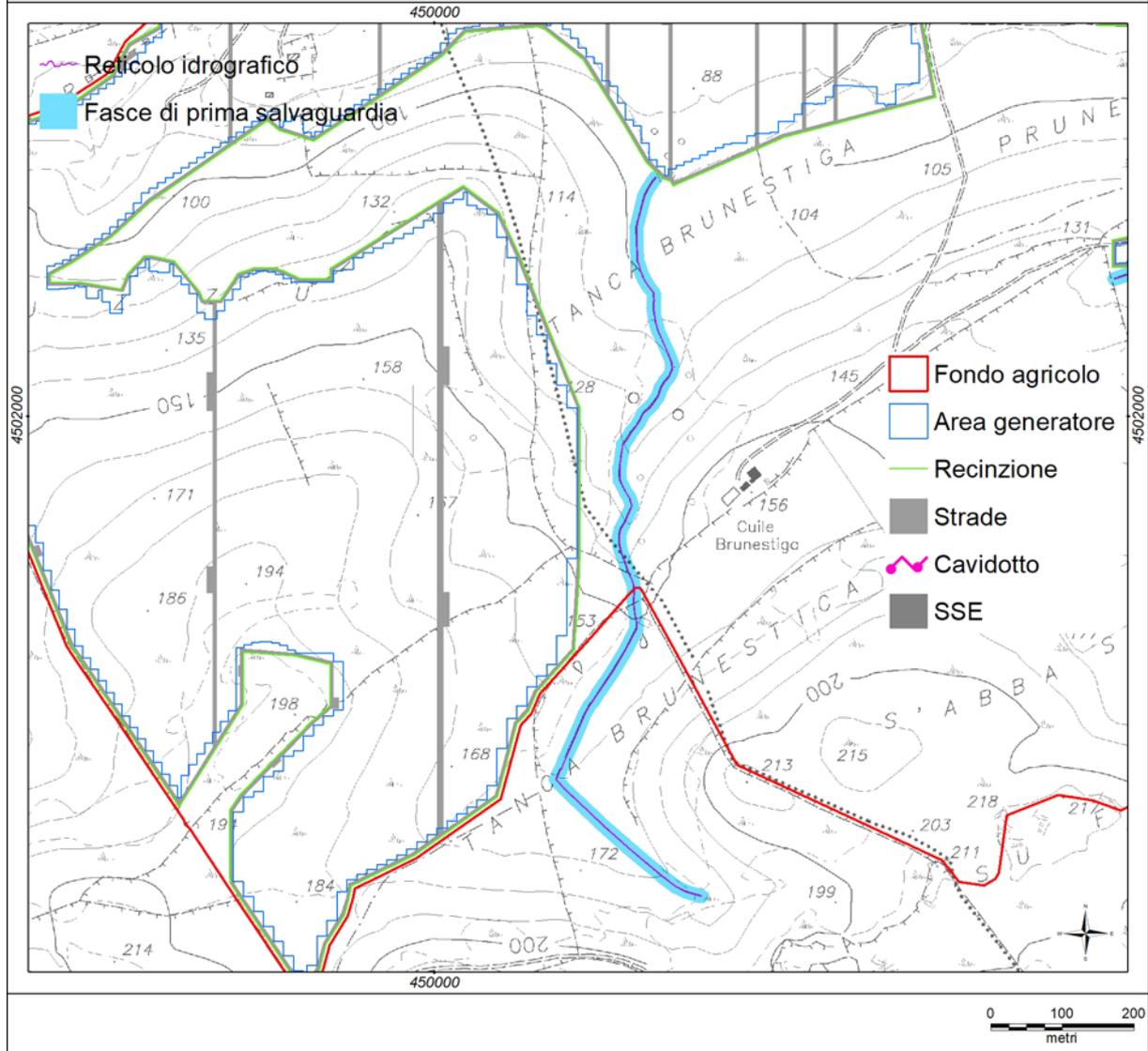
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



FASCE DI PRIMA SALVAGUARDIA ART. 30ter NTA PAI --- INTERFERENZE

Stralcio CTR sez. 459090 e sez. 459100 - scala 1:10000

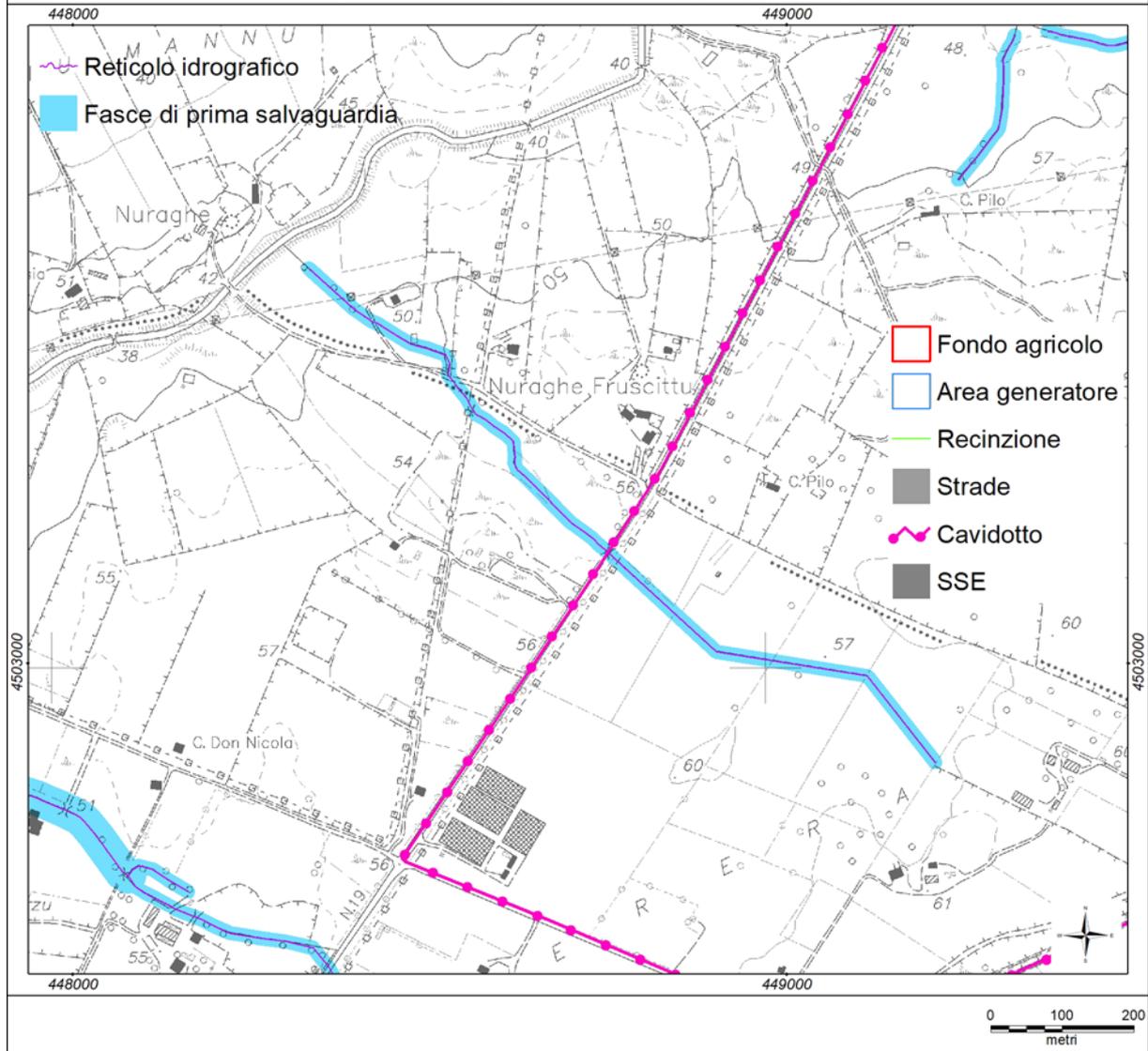
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



FASCE DI PRIMA SALVAGUARDIA ART. 30ter NTA PAI --- INTERFERENZE

Stralcio CTR sez. 459090 e sez. 459100 - scala 1:10000

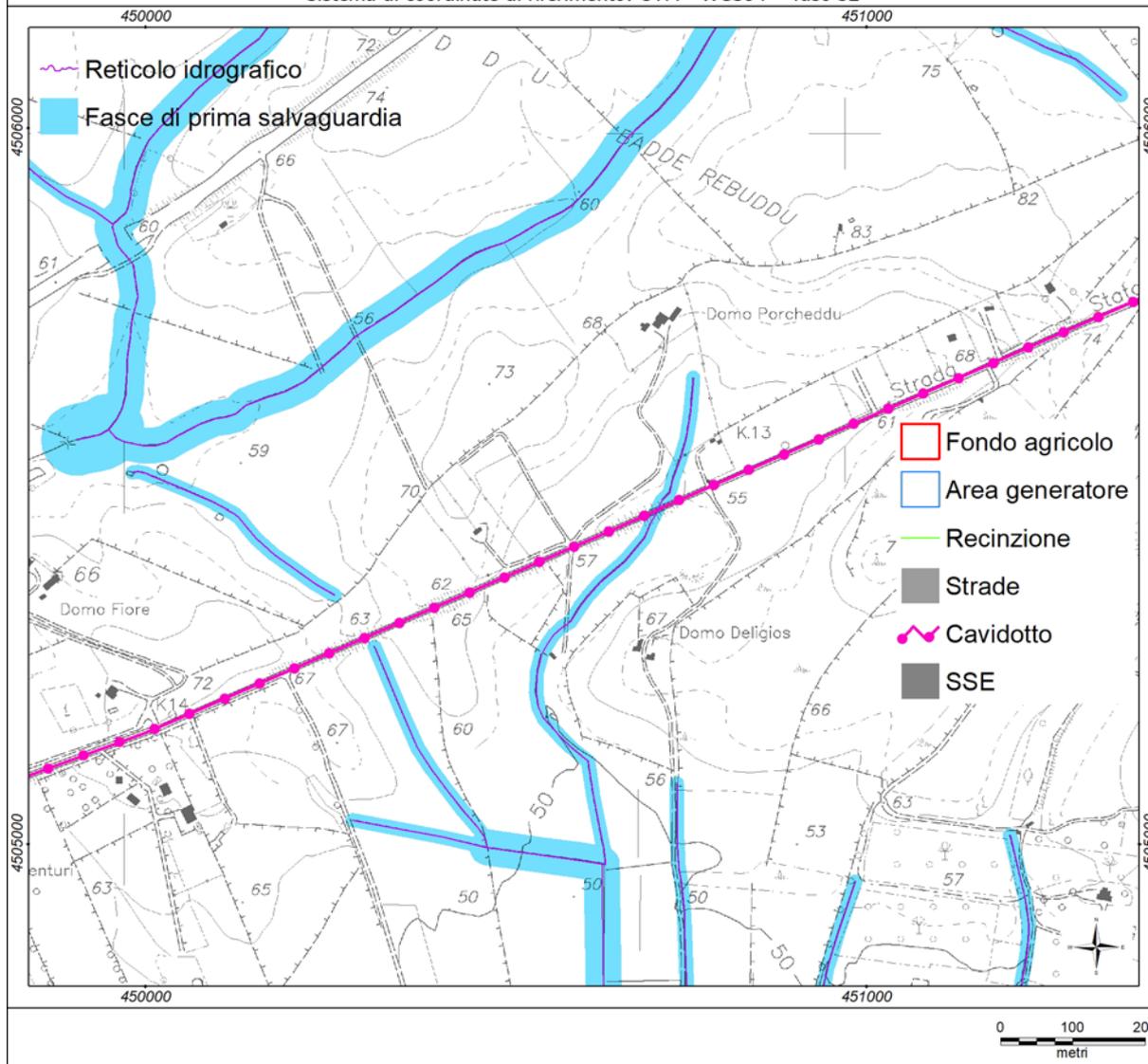
Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



FASCE DI PRIMA SALVAGUARDIA ART. 30ter NTA PAI --- INTERFERENZE

Stralcio CTR sez. 459050, sez. 459060, sez. 459090 e sez. 459100 - scala 1:10000

Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



Rapporti con il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Nel PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni), 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, il sito di studio è parzialmente interessato da pericolosità idraulica derivante dagli studi di assetto idrogeologico parte idraulica redatti ai sensi dell'ex art. 8 comma 2 approvati con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n.3 del 12.12.2012.

Solamente lungo la S.P. 19, all'intersezione con l'alveo del Trainu Ipirida, aree di pericolosità idraulica di classe da Hi1 a Hi4 interferiscono con il tracciato del cavidotto di connessione.

L'aggiornamento del PGRA della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione, previsto dall'art. 14 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010, approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021, non ha modificato la situazione precedente in quanto non ha ancora recepito la variante al PAI proposta dal Comune di Sassari.

Criteri di ammissibilità ai sensi del PAI

Considerati gli strumenti della zonazione della pericolosità idrogeologica precedentemente illustrati, per le tipologie di interventi che possono interferire con le aree di pericolosità idrogeologica si evidenziano i criteri di ammissibilità previsti dal PAI.

Cavidotto:

considerato che le aree interessate dal cavidotto interferiscono con le fasce di prima salvaguardia e con le aree di pericolosità idraulica di classe Hi4, agli interventi in progetto si applica la disciplina espressa dall'art. 30 ter comma 3 che rimanda all'art. 27 - Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), valido evidentemente anche per i tratti di cavidotto da realizzare in aree Hi4.

L'ammissibilità è pertanto determinata dall'art. 27 comma 3 lettera h che recita:

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

....omissis....

b. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale; che eventuali manufatti connessi alla gestione e al funzionamento delle condotte e dei cavidotti emergano dal piano di campagna per una altezza massima di un metro e siano di ingombro planimetrico strettamente limitato alla loro funzione; che i componenti tecnologici, quali armadi stradali prefabbricati, siano saldamente ancorati al suolo o agli edifici in modo da evitare scalzamento e trascinarsi, abbiano ridotto ingombro planimetrico e altezza massima strettamente limitata alla loro funzione tecnologica e comunque siano tali da non ostacolare in maniera significativa il deflusso delle acque; che, nelle situazioni di parallelismo, le condotte e i cavidotti non ricadano in alveo né in area golenale; che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico; altresì, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora i suddetti interventi di allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi utilizzino infrastrutture esistenti di attraversamento per le quali non è garantito il franco idraulico: i predetti interventi sono ammissibili a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che non vi è riduzione della sezione idraulica, che sia verificato il fatto che il posizionamento del cavidotto non determini sul ponte possibili effetti negativi di tipo idrostatico e dinamico indotti dalla corrente e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di interventi di sostituzione totale e/o adeguamenti straordinari dell'attraversamento esistente; ancora, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme per le opere di immissione in un elemento idrico del reticolo idrografico di nuove reti quali quelle di drenaggio, a condizione che, con apposita relazione asseverata, venga dimostrato che non vi è riduzione della sezione idraulica del corpo idrico recettore, che in corrispondenza del manufatto di scarico non si determini erosione delle sponde, del fondo o di eventuali argini, ovvero non comporti alterazioni alle arginature o ai sistemi di protezione presenti, che siano stati adottati tutti gli accorgimenti per impedire, soprattutto in presenza di arginature,

la risalita di volumi idrici verso il lato campagna in caso di eventi di piena nel corso d'acqua recettore, e che nel caso di reti di drenaggio non si determinino significativi trasferimenti di portate da bacini esterni contigui;

Si evince che le opere previste per la posa del cavidotto sono ammissibili ai sensi delle NTA del PAI ed alle condizioni del dettato dell'art. 27 comma 3 lettera h.

Recinzioni:

nelle aree Hi4, Hi3, Hi2 e nelle fasce di prima salvaguardia agli interventi in progetto che riguardano la posa di recinzioni si applica la disciplina espressa dall'art. 30 ter comma 3 che rimanda all'art. 27 - Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4).

L'ammissibilità è pertanto determinata dall'art. 27 comma 1 lettera f che recita:

3. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, in materia di interventi strutturali e non strutturali di sistemazione idraulica e riqualificazione degli ambienti fluviali - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

....omissis....

f. nelle more della emanazione delle disposizioni di cui agli articoli 9, 10, 11 e 12 sono altresì ammessi gli interventi agro-silvo-pastorali comportanti modeste modificazioni all'assetto idrogeologico del territorio, conformi all'attuale destinazione e indispensabili per una corretta conduzione dei fondi, le recinzioni dei fondi agricoli prive di opere murarie e pervie al deflusso idrico e le linee di distribuzione irrigue aziendali totalmente interrato, previa valutazione positiva da parte dell'autorità idraulica competente per territorio sulla relazione di compatibilità idraulica e/o geologica-geotecnica.

Inoltre, sempre nelle aree Hi4, Hi3, Hi2 e nelle fasce di prima salvaguardia agli interventi in progetto che riguardano gli impianti a verde si applica la disciplina espressa dall'art. 30 ter comma 3 che rimanda all'art. 27 - Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4).

Pertanto l'ammissibilità è determinata dall'art. 27 comma 2 lettera l che recita:

2. In materia di patrimonio edilizio pubblico e privato nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

....omissis....

l. le opere di sistemazione e manutenzione di superfici inedificate o scoperte di edifici, compresi rampe di accesso, recinzioni, muri a secco, contenimenti in pietrame, terrazzamenti, siepi, impianti a verde, pergole e coperture a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, si dimostri che le opere non modificano significativamente il regolare deflusso della corrente.

Nelle aree Hg2 agli interventi in progetto che riguardano la posa di recinzioni si applica la disciplina espressa dall'art. 33 - Disciplina delle aree di pericolosità media da frana (Hg2).

In particolare l'art. 33 comma 1 recita: *Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità media da frana sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità molto elevata ed elevata da frana, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 31 e 32.*

Pertanto l'ammissibilità è determinata dall'art. 31 comma 2 lettera m che recita:

2. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, in materia di interventi strutturali e non strutturali per il controllo dei dissesti - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:

....omissis....

m. le opere di sistemazione e manutenzione di superfici inedificate o scoperte di edifici esistenti, compresi rampe di accesso, recinzioni, muri a secco, contenimenti in pietra, terrazzamenti, siepi, impianti a verde, a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato si dimostri che le opere non modificano significativamente la situazione ante intervento.

Si evince che le opere previste per la posa delle recinzioni e degli impianti a verde sono ammissibili ai sensi delle NTA del PAI ed alle condizioni del dettato dell'art. 27 comma 1 lettera f, dell'art. 27 comma 2 lettera l e dell'art. 31 comma 2 lettera m.

ANALISI GEOLOGICA

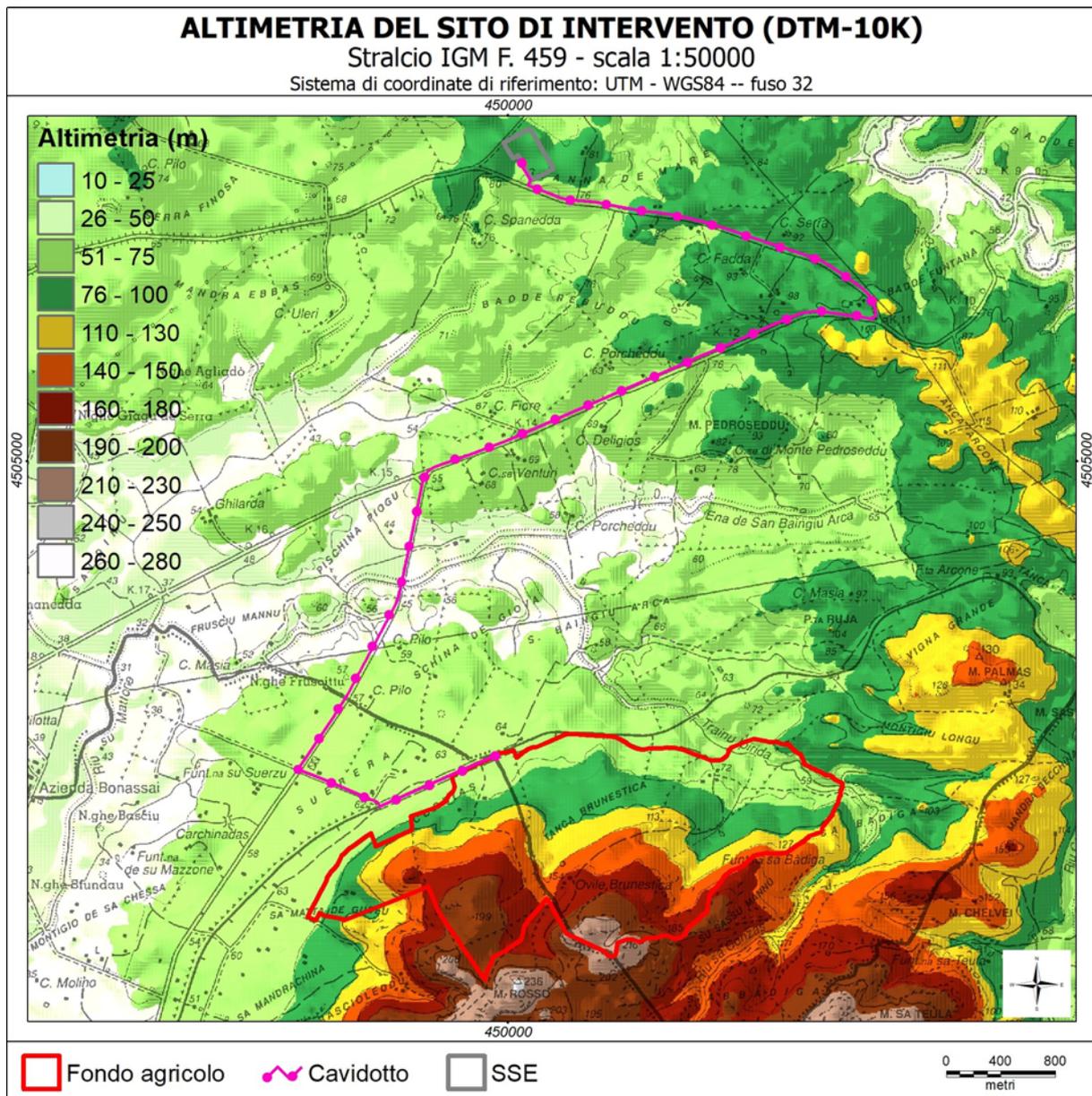
Assetto geologico

L'area di studio si inquadra nella regione geografica della Nurra, in un settore del bordo occidentale della "Fossa di Sassari", su un alto morfostrutturale conformato sulle litologie carbonatiche del Mesozoico sormontate da vulcaniti e sedimenti clastici e carbonatici del Cenozoico.

L'alto del rilievo di Monte Rosso, sui cui versanti insiste l'area destinata ad accogliere il generatore fotovoltaico, degrada verso N-NW su una superficie sub-tabulare strutturale e di spianamento che ospiterà il cavidotto e la sotto stazione elettrica a settentrione in un settore di basse colline.

Le sequenze vulcano-sedimentarie mioceniche e le sequenze carbonatiche mesozoiche sono diffusamente sormontate da coltri detritico colluviali e alluvionali del Quaternario, sui bassi versanti collinari e sui piatti fondovalle.

In generale il paesaggio è caratterizzato da morfologie blande, pianeggianti e collinari, modellate diffusamente sulle rocce mioceniche e quaternarie e sul basamento mesozoico, mentre a Sud dell'area interessata dagli interventi si distingue, con morfologie più aspre il rilievo di Monte Rosso, con versanti mediamente inclinati, che anticipa la superficie tabulare di Sos Pianos bordata da cornici molto acclivi in particolare sul lato occidentale verso l'abitato di Olmedo.

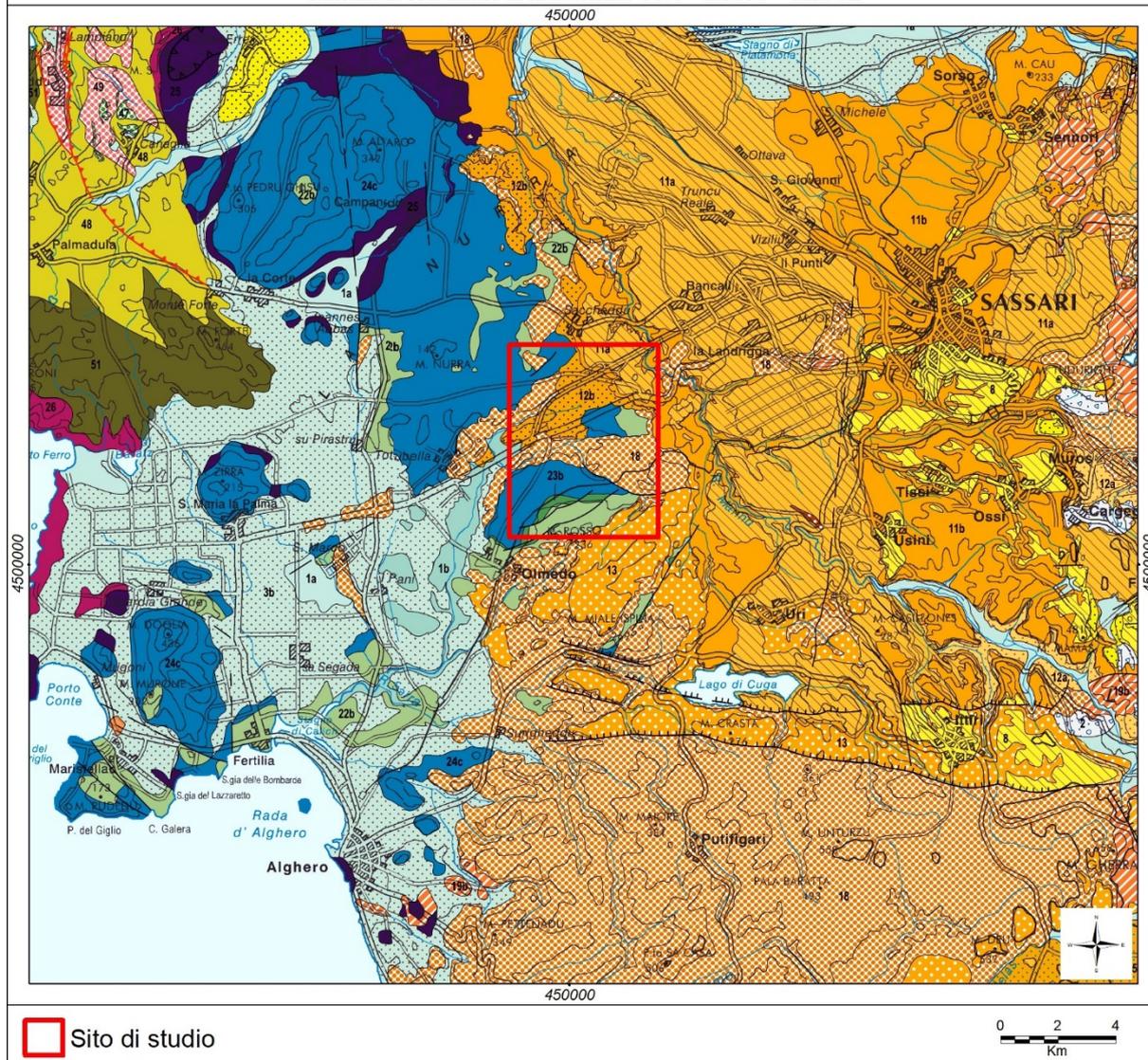


L'assetto geologico generale è ben rappresentato nella Carta geologica della Sardegna in scala 1:250000 dalla quale emerge con chiarezza: che l'ossatura del territorio, in cui si inserisce l'intervento di progetto, è costituita dalle rocce Mesozoiche dislocate da faglie dirette; che le rocce vulcaniche del Miocene inferiore sono concentrate sui bordi del semi-graben oligo-miocenico; che le rocce sedimentarie di ambiente marino e di transizione del Miocene medio, che hanno colmato la fossa, dominano il paesaggio a E.

CARTA GEOLOGICA DELLA SARDEGNA

scala 1:250000

Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



Sito di studio

0 2 4
Km

- 11b 11b: Marine deposits of the second Miocene sedimentary cycle. Epibathyal marls and marly sandstones, with planktonic foraminifers, pelagic and benthic molluscs, corals (Argille di Fangario-Campidano: Cagliari). Upper Langhian-?Serravallian
Sandy and silty marls, sandstones, conglomerates and siliceous sands of sublittoral-epibathyal environment, with planktonic foraminifers, pelagic molluscs, echinoids, corals (Marne di Borutta; Marne di Gesturi; Marmilla fm. p.p.-Marmilla; Trexenta; Campidano; Logudoro; Sassarese; Gallura). Upper Burdigalian-Middle-Upper Langhian
- 11a 11a: Littoral carbonatic deposits of the second Miocene sedimentary cycle. Sands, carbonatic sandstones and calcarenites (Calcari di Mores-Logudoro: Ardara, Mores, Thiesi; Sassarese: Sassari, Sennori; Anglona: Sedini). Upper Burdigalian
- 12b 12b: Continental deposits of the second Miocene sedimentary cycle. Conglomerates and sands with clayey matrix and clasts from the Variscan basement and Tertiary volcanites (Oppia Nuova Fm.-Logudoro: Mores, Tula; Sulcis: Masainas, Santadi); deltaic conglomerates and sandstones (Baronie: Orosei). Upper Burdigalian-Langhian
- 18 18: Pyroclastic flows of the first Oligo-Miocene volcanic cycle. Pomiceous and lithic pyroclastic flows, weakly or strongly welded, with a rhyolitic-dacitic composition ("trachiti inferiori- τ_1 "; Piroclastiti di Siliqua-Planargia; Goceano; Logudoro; Anglona; Valle del Cixerri). Aquitanian-Burdigalian
- 22b 22b: Middle-Upper Cretaceous succession of Western Sardinia. Carbonatic shelf deposits: limestones, marls and glauconitic calcarenites of sublittoral environment with benthic foraminifers, algae, rudists, locally lacustrine limestones with carophyts (Capo Caccia Fm.; Nurra; Anglona); in Nurra with a bauxite-rich layer at the base (Nurra: Olmedo). Middle-Upper Cretaceous (Cenomanian-Campanian)
- 23b 23b: Lower Cretaceous succession of Western Sardinia. Carbonatic shelf deposits: limestones, dolomitic limestones, oolitic limestones and bioclastic limestones of sublittoral environment (facies "Urgoniana"; Dragonara Fm.), with benthic foraminifers, algae, rudists, bryozoan, serpulids; at the base: paralic marly limestones and marls (facies "Purbeckiana"), with charophytes and ostracods (Cala d'Inferno Fm.-Nurra; Sant'Antioco Island). Lower Cretaceous (Berriasian-Lower Aptian)
- 24c 24c: Jurassic succession of Western Sardinia. Carbonatic shelf deposits: dolostones and dolomitic limestones, bioclastic limestones, oolitic and oncolid limestones, cherty limestones, mudstones, marly limestones and marls, with algae, crinoids, brachiopods, bivalves, cephalopods, coprolites (pollens, spores, ostracods; at the top: transition to the facies "Purbeckiana" with dolostones and lacustrine black dolomitic limestones (Nurra: Olmedo, M.te Doglia; Sulcis: Porto Pino). Liassic-Malm.

L'assetto strutturale e morfologico del territorio della Nurra in cui si inserisce il sito di studio, deriva dalla tettonica mesozoica del Cretaceo medio e superiore che con l'attivazione di faglie normali su strutture tardo-erciniche hanno movimentato blocchi di crosta sollevando la piattaforma carbonatica evolutasi in un mare poco profondo.

A questo regime tettonico si associa la temporanea emersione di un alto strutturale, mentre l'erosione dei depositi del Giurassico e del Cretaceo inferiore ha susseguentemente generato una superficie di erosione su cui poggiano, in discordanza i depositi successivi; tale superficie di discordanza è marcata da una lacuna stratigrafica e dall'orizzonte bauxitico, che deriva da un processo pedogenetico, il cui giacimento è conosciuto e sfruttato (Miniera di Olmedo).

La tettonica mesozoica prosegue nel Cretaceo, in regime transpressivo e compressivo con blandi deformazioni ad ampie pieghe sinclinali e anticlinali con asse NE-SW che blandamente hanno strutturato il sito di studio con una monoclinale a basso angolo immergente verso E-SE, struttura riconosciuta proprio dall'andamento giaciturale del livello bauxitico.

Nel Cretaceo terminale si manifesta una fase tettonica distensiva con faglie dirette ad alto angolo, di direzione NE-SW ed immersione NW, che si osservano con rigetti metrici nell'area interessata dagli interventi; queste faglie, disposte a gradinata, conferiscono una chiara impostazione morfologico-strutturale ai versanti settentrionali di Monte Rosso.

Solo nell'Oligocene superiore si ha una ripresa di attività tettonica in regime trascorrente i cui effetti sono blandi nella Nurra e le strutture sono generalmente mascherate dai depositi di flusso piroclastico e dai sedimenti trasgressivi del Miocene medio e superiore.

Nel Miocene medio (Burdigaliano) si manifesta una fase tettonica distensiva che interessa tutta la Sardegna con la rotazione del Blocco sardo-corso e l'apertura della "Fossa Sarda" e basculamento del blocco della Nurra verso NE. Le strutture principali orientate NNW-SSE, costituite da faglie dirette ad alto angolo ribassano il bacino di Porto Torres. Nel Serravalliano una nuova fase distensiva con faglie normali orientate E-W ad alto angolo e immersione N generano alti strutturali e progressiva estensione del bacino di Porto Torres verso il bacino del Logudoro.

La tettonica pliocenica, con faglie dirette ad alto angolo con varie direzioni, riattivando anche strutture precedenti, ha contribuito al progressivo sollevamento di tutta la regione, con la definitiva determinazione degli alti morfostrutturali che bordano il bacino di Porto Torres.

In questo contesto geodinamico sono evolute le rocce che caratterizzano il sito di studio.

Nella Nurra i sedimenti del Triassico sono trasgressivi sulla catena ercinica peneplanata, è però nel Giurassico medio che la Sardegna subisce una diffusa trasgressione che porta all'instaurazione di un'ampia piattaforma carbonatica con deposizione di potenti spessori di sedimenti calcareo-dolomitici, con un importante episodio marnoso collocato al passaggio tra il Giurassico ed il Cretaceo; l'unico episodio di emersione della piattaforma, come detto, è documentato da una lacuna stratigrafica e da una importante discordanza angolare del Cretaceo medio, marcata dall'orizzonte bauxitico, presente esclusivamente nella Nurra ed in particolare nel sito di studio (Miniera di Olmedo).

Nel sito di studio non affiorano rocce del Triassico, sono invece diffuse e caratterizzano le aree di progetto le rocce giurassiche in facies di calcari ben stratificati con intercalazioni di livelli dolomitici e le sovrastanti rocce del Cretaceo stratificate in strati decametrici e rappresentate, a partire dalla base, da marne e calcari marnosi, da calcari biancastri micritici, da bauxiti e depositi detritici e da calcari nocciola e biancastri bioclastici.

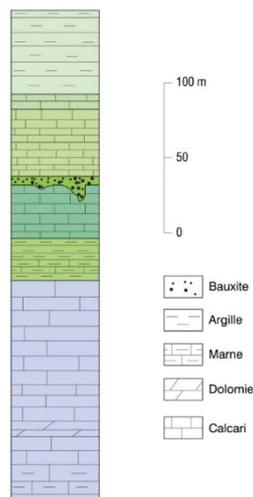


Figura 11: Log della Successione sedimentaria mesozoica per il sito di studio, estratto da Foglio 459 Sassari della Carta geologica d'Italia 1:50000

Le rocce vulcaniche del miocene inferiore sono attribuite alla nuova fase tettonica che succede alla lunga fase di relativa stabilità che dura dall'Eocene medio-superiore fino all'Oligocene; infatti è nell'Oligocene superiore e Miocene inferiore che si attiva il ciclo vulcanico calcalino, in concomitanza alla rotazione del Blocco sardo-corso ed alla apertura della "Fossa Sarda".

Nel sito di studio le rocce effusive del Miocene inferiore sono rappresentate da depositi di flusso piroclastico del primo e del secondo ciclo vulcanico avvenuti tra l'Oligocene superiore e il Miocene medio; conosciute in letteratura come "Trachiti inferiori" e "Trachiti superiori" sono litologie, suddivise in una o più unità di flusso, generalmente a composizione riolitico-dacitica.

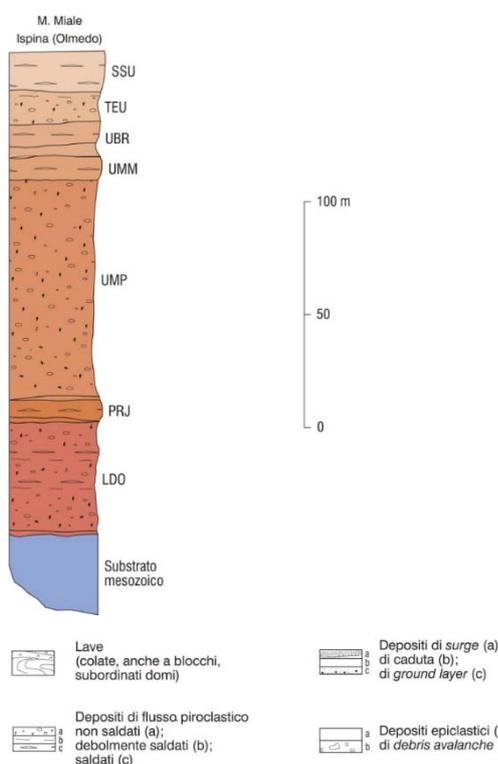


Figura 12: Log della successione vulcanica Oligo-miocenica per il sito di studio, estratto da Foglio 459 Sassari della Carta geologica d'Italia 1:50000

I bacini sedimentari del Miocene, bacini di Porto Torres e del Logudoro, si sono sviluppati con tettonica distensiva nel Burdigaliano, configurandosi come semi-graben. Il sito di studio si localizza sul bordo occidentale del bacino di Porto Torres.

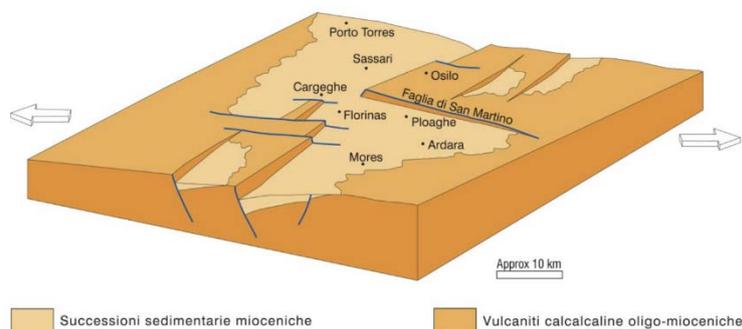


Figura 13: Rappresentazione tridimensionale schematica del bacino Oligo-miocenico, estratto da Foglio 459 Sassari della Carta geologica d'Italia 1:50000

Nel bacino di Porto Torres si riconoscono tre sequenze, un prima “sin-rift” dell’Aquitaniense, non affiorante sulla terra ferma, una seconda riferibile al Burdigaliano superiore – Langhiano, trasgressiva sulla piattaforma mesozoica e una terza caratterizzata da argille e conglomerati continentali.

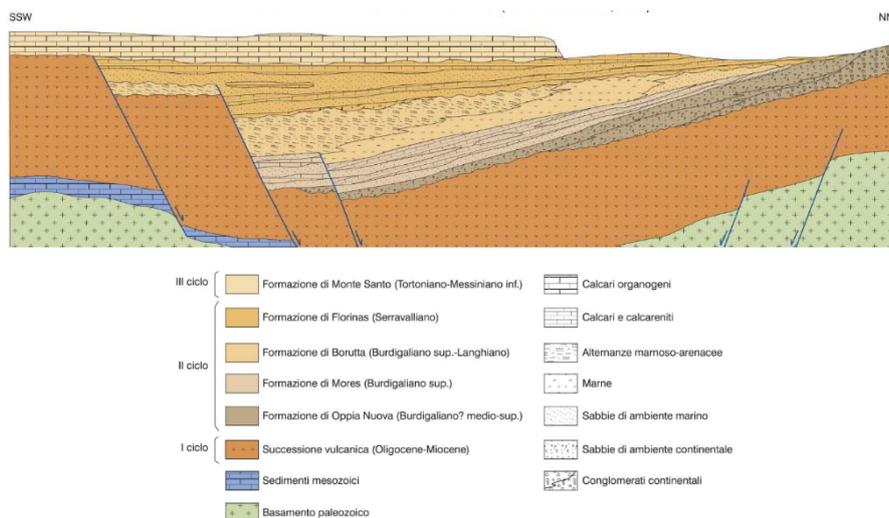


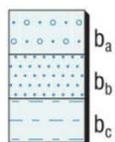
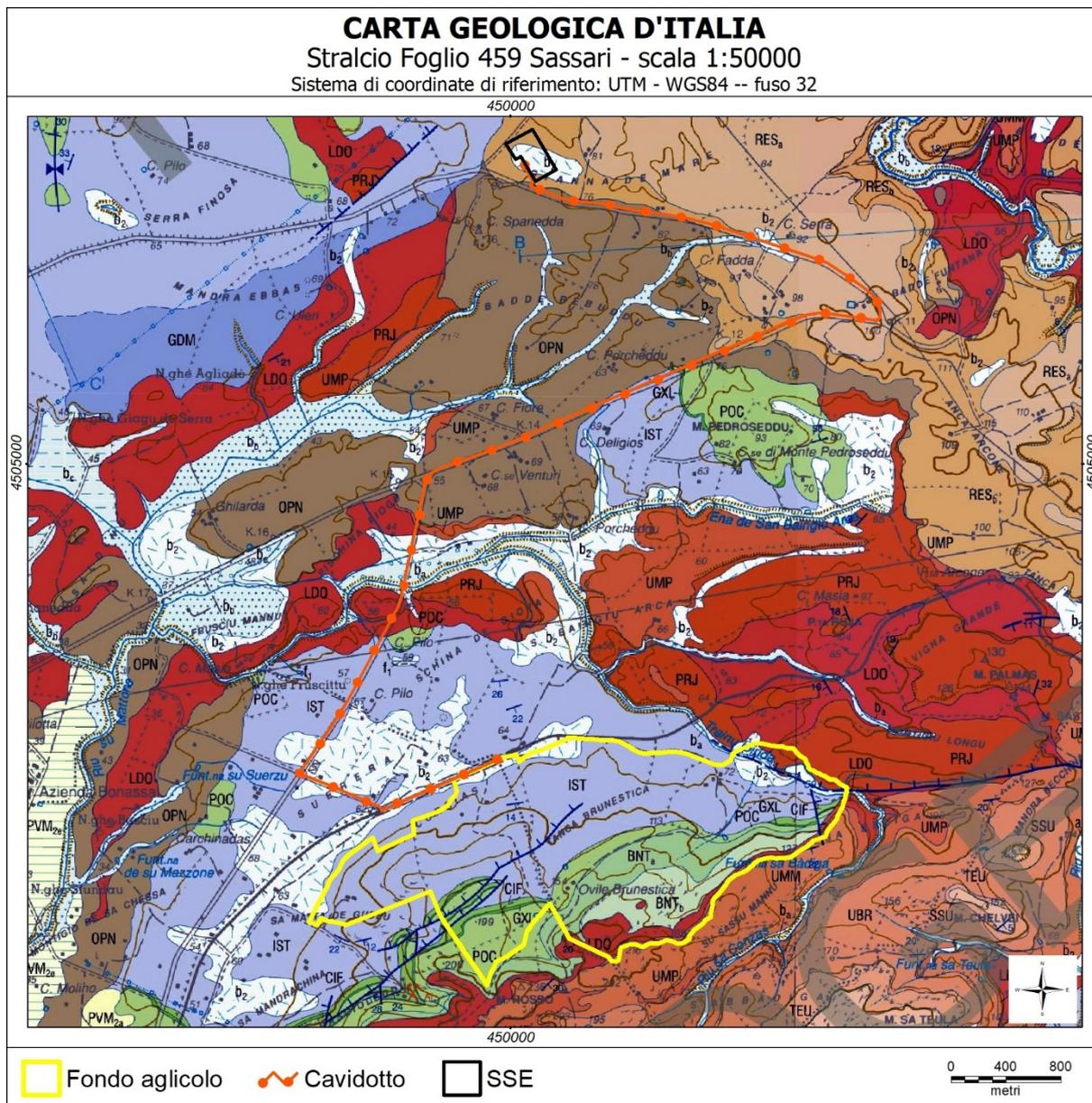
Figura 14: Schema dei rapporti stratigrafici dei cicli sedimentari miocenici nella Sardegna settentrionale (da Funedda *et alii*, 2000), estratto da Foglio 459 Sassari della Carta geologica d'Italia 1:50000

Nel sito di studio le rocce sedimentarie del Miocene appartengono al secondo ciclo sedimentario e si distinguono in depositi continentali rappresentati da conglomerati e sabbie a matrice argillosa ad elementi del basamento ercinico e vulcaniti oligoceniche; depositi carbonatici litorali rappresentati da arenarie e sabbie bioclastiche a cemento carbonatico e calcareniti; depositi marini rappresentati da marne arenacee e siltose, arenarie e conglomerati di ambiente sublitorale-epibatiale.

Come detto in precedenza sia le litologie del basamento mesozoico e sia le litologie oligo-mioceniche sono sormontate da depositi continentali del Quaternario che si distinguono in depositi detritici di versante, depositi colluviali e depositi alluvionali; queste coltri detritiche si presentano in spessori poco importanti, da qualche decina di centimetri a qualche metro, appartengono all'intervallo temporale che va dal Pleistocene all'Olocene.

Cronostratigrafia e litologia nell'ambito ristretto

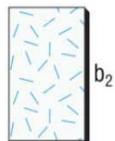
Nel Foglio 459 Sassari della Carta geologica d'Italia 1:50000 le litologie che caratterizzano il sito in studio sono ben distinte, confermando e specificando quanto in generale individuato nella cartografia a piccola scala.



Depositi alluvionali

Ghiaie con subordinate sabbie grossolane (b_a); sabbie con lenti di sabbie prevalenti (b_b); limi sabbiosi (b_c). Spessore: da 2-3 m sino a 15 m (Riu Mannu).

OLOCENE



Coltri eluvio-colluviali

Sabbie limo-argillose con clasti detritici medio-fini, massive, più o meno intensamente pedogenizzate. Spessore: 1-3 m.

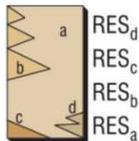
OLOCENE



Travertini

Travertini, depositi carbonatici fitoclastici, fitoermali e fitostromali. Spessore: fino a 10 m.
OLOCENE

FORMAZIONE DI MORES



Calcareniti e calciruditi algali sovente clinostatificati, con echinidi (*Amphiope hollandei*, *Clypeaster intermedius*, *Echinolampas* sp.) e bivalvi (*Pecten* sp.), subordinati calcari biohermali a coralli, spessore variabile fino a 40-50 m (RES_a); arenarie e conglomerati da grigi a beige, ad elementi di quarzo, metamorfiti, vulcaniti e calcari mesozoici, localmente con intercalazioni carbonatiche, con fossili di echinidi, bivalvi e più raramente coralli, spessore variabile fino a 30-40 m (RES_b); livelli conglomeratici in genere di debole spessore (2-3 m), alla base dei depositi carbonatici, con clasti prevalentemente di vulcaniti e quarzo, e subordinati depositi di argille di debole spessore (RES_c); arenarie a forte componente vulcanica, grigiastre, grossolane, talvolta molto fossilifere con echinidi, bivalvi e più spesso macroforaminiferi (*Heterostegina*), e conglomerati a ciottoli e blocchi di andesite in scarsa matrice sabbiosa sempre di natura vulcanica, a volte con cemento carbonatico, spessore variabile da pochi metri a circa 40 m (RES_d).

BURDIGALIANO SUP.



FORMAZIONE DI OPIA NUOVA

Arenarie grossolane e conglomerati in matrice da sabbiosa a limo-argillosa, di ambiente di conoide alluvionale, ad elementi del basamento paleozoico, di calcari mesozoici e di vulcaniti terziarie. Spessore: fino a 50 m.

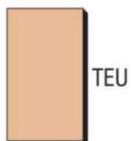
BURDIGALIANO ?MEDIO-SUP.



PIROCLASTITI DI SU SUERZU

Depositi di flusso piroclastico saldati, da violacei a marroncini, a chimismo riodacitico, con evidente tessitura paratassitica, caratterizzati da fiamme grigiastre mediamente intorno a 2 cm con massimi di 15-20 cm, litici prevalentemente centimetrici di altre ignimbriti, di andesite e, molto raramente, di calcare mesozoico, fenocristalli di plagioclasio spesso disposti secondo la pseudofluidalità, pirosseno e biotite. Spessore: in genere dell'ordine di 15-20 m, con massimi di 70 m.

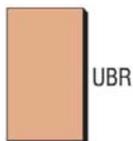
BURDIGALIANO p.p.



PIROCLASTITI DI SA TEULA

Depositi di flusso piroclastico prevalentemente poco saldati, grigiastri, a chimismo riodacitico, con pomici spesso bruno di 2-4 cm con massimi di 20 cm, litici fra 1 e 3 cm di ignimbriti e subordinatamente di andesiti, fenocristalli di plagioclasio e pirosseno, in matrice cineritica grossolana; sovente sono preceduti da ceneri di caduta. Localmente (M. Sisieri e M. Crasta, a S di Uri) alla base depositi di *ground layer* (brecce). Spessore: variabile, fino a 50 m.

BURDIGALIANO p.p.



PIROCLASTITI DI MONTE BARANTA

Depositi di flusso piroclastico saldati, bruno-rossastri, a chimismo riodacitico, con tessitura eutassitica poco evidente e generale aspetto vetroso, fiamme chiare centimetriche, scarsi litici solitamente sub-centimetrici, cristalli di plagioclasio disposti secondo la pseudofluidalità e rari pirosseni. Alla base sono frequenti depositi epiclastici e piroclastici di caduta.

Spessore: fino a 15-20 m.

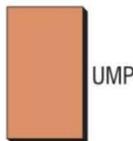
BURDIGALIANO p.p.



PIROCLASTITI DI MONTE MIALE ISPINA

Depositi di flusso piroclastico saldati, da rosso-violacei a più raramente nerastrì, a chimismo riolitico, marcata tessitura eutassitica evidenziata da fiamme chiare di dimensioni fino a 20-30 cm, litici di vulcaniti di 1-3 cm. Localmente presenta strutture reomorfe. Spessore: in genere 8-10 m, con massimi di circa 30 m.

BURDIGALIANO p.p.



PIROCLASTITI DI MONTE SAN PIETRO

Depositi di flusso piroclastico non saldati, prevalentemente grigio-biancastri, a chimismo riolitico, massivi, con litici di dimensioni fino a 10-15 cm di ignimbriti e subordinatamente andesiti e più raramente di litologie del basamento paleozoico, pomici fino a 20-30 cm e cristalli di plagioclasio e biotite in matrice cineritica. Alla base, localmente depositi di caduta di spessore metrico, contenenti frustoli carboniosi. Spessore: variabile, fino a 100 m (M. Miale Ispina). (³⁹Ar/⁴⁰Ar: 19,13±0,48 Ma).

BURDIGALIANO p.p.



PRJ

PIROCLASTITI DI PUNTA RUJA

Depositi di flusso piroclastico da scarsamente a fortemente saldati, da rosati a nerastri, a chimismo riolitico e dacitico, con litici di ignimbriti e andesiti da millimetrici a centimetrici, pomici da millimetriche a decimetriche, cristalli di plagioclasio e più raramente pirosseno, in matrice cineritica. Spessore: fino a 20 m. ($^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$: 19,00±0,23 Ma).

BURDIGALIANO p.p.



LDO

PIROCLASTITI DI OLMEDO

Depositi di flusso piroclastico in prevalenza poco o nulla saldati, localmente fortemente saldati, grigio-viola, a chimismo riolitico, composti da litici di ignimbrite e più raramente andesiti di 1-2 cm, pomici biancastre da millimetriche a 2-3 cm, cristalli di plagioclasio e pirosseno, immersi in matrice cineritica medio-grossolana. Localmente (M. Crasta) sono interessati da alterazione idrotermale, con frequenti seppur limitate silicizzazioni. Al contatto con le sottostanti formazioni mesozoiche sono presenti livelli di ceneri di caduta talvolta argillificate. Spessore: variabile da pochi metri ad un massimo di 60-70 m.

BURDIGALIANO p.p.



BNT_b

BNT_a

FORMAZIONE DI BRUNESTICA

Marne e alternanze di strati decimetrici di marne e calcareniti marnose, da giallo-verdastre a beige, emipelagiche, a foraminiferi planctonici, spessori dell'ordine di 40-50 m (BNT_a); calcari biancastri, biosparitici, talvolta nodulari, con abbondanti rudiste, in banchi spessi, con spessore in affioramento di una decina di metri (BNT_b).

CRETACICO SUP. (CONIACIANO-CAMPANIANO)



POC

FORMAZIONE DI CAPO CACCIA

Calcari da beige a biancastri, bioclastici, calcareniti grossolane, a rudiste (*Hippurites*, *Radiolites*), foraminiferi bentonici (*Miliolidae*) e planctonici (*Globotruncanidae*), massivi o in banchi spessi, talora con livelli di breccie. Spessore: 40-50 m.

CRETACICO SUP. (CONIACIANO-SANTONIANO)



GXL

FORMAZIONE DI GRASCIOLEDDU

Orizzonte di alteriti costituito da bauxiti argillose, bauxiti oolitiche, pisolitiche, conglomeratiche o brecciate, da bianche a giallo-rossastre, con spessore limitato (1-4 m), argille residuali e breccie calcaree a cemento ferruginoso (talvolta alla base del banco bauxitico), depositi discontinui di riempimento di cavità e depressioni carsiche. Spessore: molto variabile, da quasi nullo a circa 17 m.

CRETACICO INF.-SUP. (ALBIANO-TURONIANO)



CIF

FORMAZIONE DI CALA D'INFERNO

Marne e calcari marnosi grigio-verdastri di ambiente lagunare e lacustre, in strati di qualche centimetro, a *Cyrenidae*, ostracodi e carofite; intercalazioni di calcari marnosi di ambiente marino nella parte alta ("Purbeckiano" *Auct.*). Spessore: 20-25 m.

CRETACICO INF. (BERRIASIANO - ?VALANGINIANO INF.)



IST

FORMAZIONE DI PUNTA CRISTALLO

Calcari ben stratificati a dasycladali (*Heteroporella sp.*, *Clypeina jurassica*, *Salpingoporella annulata*) con qualche livello dolomitico intercalato; calcari marnosi e micritici con lito e bioclasti, peloidi, talora a *bird-eyes*, di piattaforma interna di bassa profondità; calcari con lenti di selce; nella parte inferiore calcareniti stratificate e laminate, dolomie secondarie talora brecciate, spesso a *bird-eyes*, con lenti calcaree e carofite, di ambiente lagunare.

Spessore: 130-150 m.

GIURASSICO SUP. (?KIMMERIDGIANO - TITONIANO)

LITOLOGIA DELLE AREE DI PROGETTO

Dalla carta geologica, stralcio del Foglio 459 Sassari della Carta geologica d'Italia 1:50000, si evince che l'area di impianto del generatore ricade sul pendio settentrionale di Monte Rosso e insiste sostanzialmente sulle litologie calcareo-dolomitiche e calcareo marnose del Giurassico e del Cretaceo; queste rocce (Formazione di Punta Cristallo, Formazione di Cala d'Inferno, Formazione di Graxioleddu, Formazione di Capo Caccia) si presentano stratificate e con giacitura immergente verso i quadranti meridionali, pertanto in affioramento compaiono testate di strato e la stratificazione è a reggipoggio. Queste rocce sono ricoperte da depositi colluviali, eluviali e geopedologici del Quaternario di scarso spessore.

I depositi colluviali (b₂) dominano il settore alla base del pendio, in un avvallamento determinato dalla struttura geologica delle rocce mesozoiche che favorisce l'accumulo colluviale, queste terre con

granulometria prevalentemente sabbioso-limosa inglobano detriti più grossolani provenienti dalle rocce di base, il loro colore rosso bruno è conferito dalle argille di alterazione delle rocce carbonatiche.

In queste aree tabulari, in zone depresse, avvallamenti e conche, possono riscontrarsi isolate e diffuse concentrazioni di sedimenti fini limoso argillosi di palude.

Il cavidotto, che dapprima si snoda su viabilità locale (Strada Brunestica) e poi sulla S.P. 19, fino alla località C. Pilo attraversa un territorio sub-pianeggiante caratterizzato da coperture quaternarie colluviali e pedologiche giacenti sulle litologie carbonatiche mesozoiche (Formazione di Punta Cristallo).

In questo settore la S.P. 19 attraversa un alto morfologico in cui affiorano e si osservano in una trincea stradale le rocce piroclastiche di flusso (Piroclastiti di Olmedo), si tratta di rocce cineritiche con elementi litici, di colore variabile tra il grigio ed il viola, litificate, ma non saldate, nell'affioramento osservato si presentano nella tipica colorazione violacea, alterate.

Superato l'alto morfologico si apre il fondovalle del Trainu Ipirida in cui si possono rilevare depositi colluviali (b₂) che passano a depositi francamente alluvionali (b_a) costituiti da prevalenti ghiaie fini e sabbie.

Verso la S.P. ex S.S. 291 il percorso del cavidotto attraversa un settore in cui predominano i depositi sedimentari del Miocene inferiore (Formazione di Oppia Nuova) in facies di conglomerati e sabbie continentali, di colore chiaro, come si osservano in affioramento lungo la strada. Lungo il percorso sulla S.P. ex S.S. 291 in un avvallamento si riscontra la presenza delle rocce calcaree della Formazione di Punta Cristallo che passano verso il successivo alto morfologico alle rocce cretacee della Formazione di Graxioleddu e della Formazione di Capo Caccia, queste litologie sono osservabili esposte alla base di una trincea stradale.

Oltre questo settore la strada interseca le litologie del Miocene, salendo di quota e passando dai litotipi della Formazione di Oppia Nuova verso i litotipi più recenti della Formazione di Mores; le rocce si presentano nelle facies tipiche e diffuse di conglomerati a cemento carbonatico e di biocalcareni e calcari bioclastici, fino alla intersezione con la S.P. 65, dove sul bordo strada le rocce mioceniche sono ben esposte.

Lungo la S.P. 65, se non nella parte iniziale del percorso, non si riconoscono in affioramento le rocce mioceniche, come indicate nella cartografia; la strada percorre un territorio pianeggiante e sub-pianeggiante o blandamente ondulato fino all'area della sotto stazione elettrica, dove, in un settore con morfologia a conca, sono riconoscibili coperture superficiali colluviali.

ASSETTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto morfologico dell'area esaminata appare determinato dalla presenza antropica, il sito di intervento è inserito in un paesaggio agrario dove la morfologia dei luoghi e la dinamica geomorfologica sono il risultato delle trasformazioni antropiche.

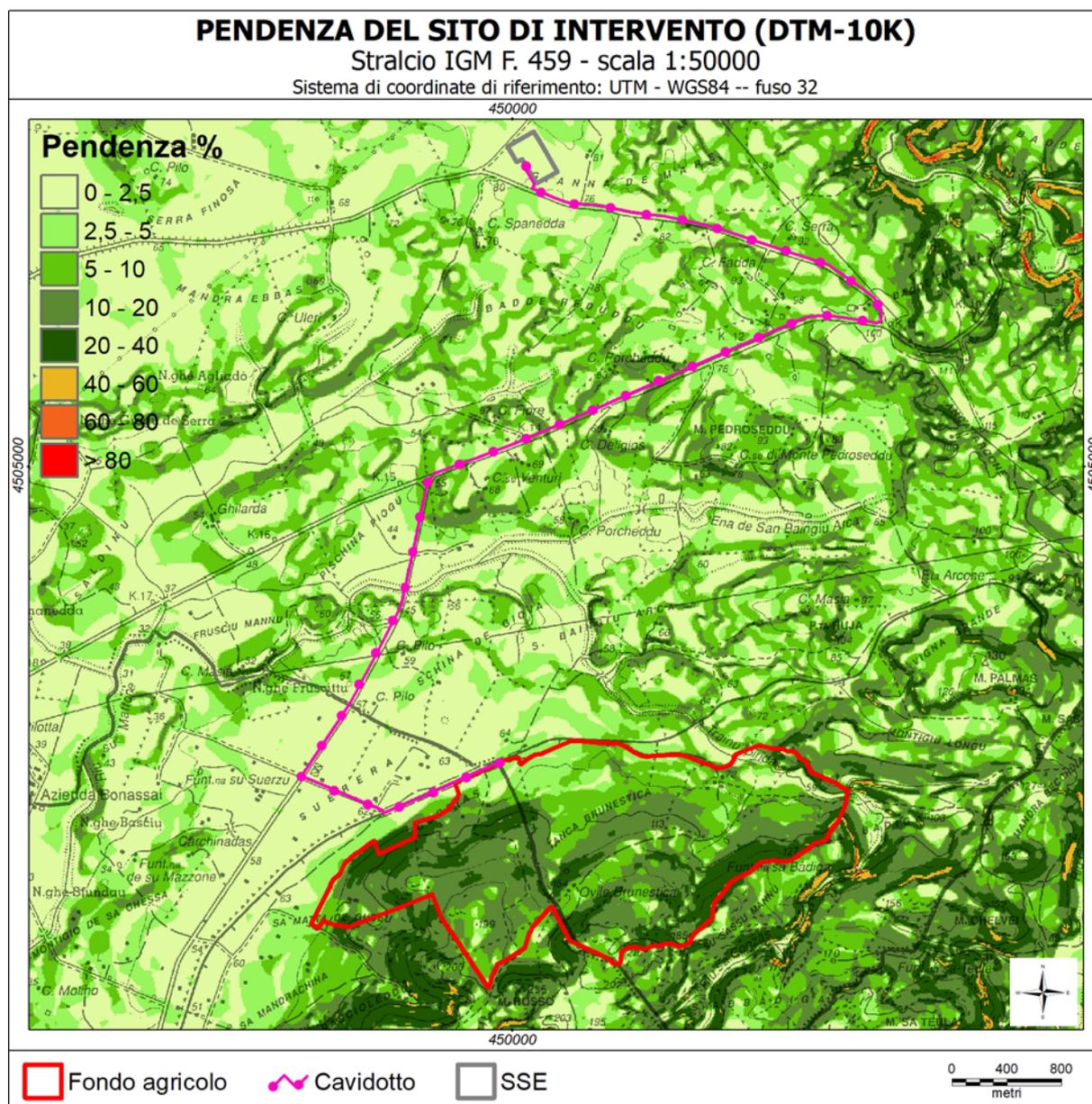
L'odierna configurazione del paesaggio è fortemente legata alle stratificazioni antropiche: centro urbano di Olmedo, agglomerato urbano di Tottubella, opere infrastrutturali idrauliche e viarie che interferiscono chiaramente sul territorio e sulla dinamica evolutiva, seppur blanda in ragione delle morfologie dei luoghi.

Questa configurazione antropogenica si inserisce nel contesto morfologico delineato dalla superficie spianata conformata sulle rocce mesozoiche e sulle rocce mioceniche che, verso W e SW, prosegue modellata su depositi alluvionali pleistocenici ed olocenici fino alla piana costiera.

Nel sito di studio, come detto precedentemente, le morfologie sono morbide, ondulate, arrotondate e passano, nella zona meridionale del sito di studio, a forme più aspre e accidentate del rilievo di Monte Rosso, la cui ossatura è data dalle rocce mesozoiche su cui giacciono in discordanza i depositi di flusso piroclastico miocenici.

Le ondulazioni morfologiche e le rotture di pendio sono legate alle variazioni litologiche che modellano cornici, bruschi cambi di pendenza e forme gradonate che comunque conferiscono al territorio una bassa energia di rilievo e delineano una blanda dinamica geomorfologica e una generale condizione di stabilità.

I fondovalle sono poco incisi, vallecole a conca si raccordano a valli piatte; solo a S, sui versanti meridionali di Monte Rosso si possono riconoscere vallecole a V incise tra le cornici delle colate piroclastiche.



Sul bordo meridionale dell'area agricola che ospiterà il generatore alcune cornici, a valle della dorsale di Su Sassu Mannu, presentano condizioni di instabilità e sono individuate nel PAI come aree di pericolosità da frana Hg2.

Un'area classificata Hg2, con indizi di instabilità geomorfologica, è individuata all'interno del fondo agricolo, in un fronte di sbancamento di una vecchia cava probabilmente aperta in tempi passati per la ricerca dell'orizzonte bauxitico.

Escludendo le aree citate in precedenza, comunque caratterizzate da dinamiche a bassa energia e magnitudo dei fenomeni, non sono state riscontrate forme o processi connessi a fenomeni di tipo franoso; di fatto le caratteristiche morfometriche e geomorfologiche non consentono l'innescarsi o lo svilupparsi di fenomenologie di dissesto per frana. L'evoluzione dei pendii, poco inclinati e caratterizzati da bassa energia di rilievo, è pertanto determinata, nelle condizioni climatiche attuali, da forme di erosione dipendenti dal ruscellamento diffuso e solo localmente concentrato talvolta determinate o favorite dalle lavorazioni agricole.

Elementi determinanti del contesto morfoevolutivo dell'area sono gli impluvi del Riu Sa Conzas che scorre a S della dorsale di Su Sassu Mannu in una vallecchia incassata, riversandosi in un laghetto collinare facente parte del fondo agricolo. A valle dello sbarramento il corso d'acqua prende il nome di Trainu Ipirida e riceve le acque scolanti dai bacini posti a E, modellati sulla superficie spianata e con reticoli modificati dalle numerose canalizzazioni di origine antropica.

Nel settore settentrionale del sito di studio è presente un altro bacino idrografico, modellato sulla superficie spianata, che presenta un reticolo a sviluppo lineare, anche in questo caso modificato con canalizzazioni; il corso d'acqua principale scorre verso E in una vallecchia piatta, prima di vergere a S e confluire nel Trainu Ipirida, dalla confluenza il corso d'acqua prende il nome di Riu su Mattone.

I corsi d'acqua, di modesta rilevanza, hanno evidentemente regime torrentizio fortemente influenzato dalle precipitazioni; inoltre, in ragione della morfologia del rilievo, come detto in precedenza, sono caratterizzati da dinamica torrentizia a bassa energia. Per quanto potuto conoscere, non hanno generato condizioni di criticità idraulica; ad ogni modo su questi corsi d'acqua, con particolare riferimento al Trainu Ipirida, vigono i vincoli imposti dal PAI.

Non sono state riscontrate forme e processi connessi alla morfodinamica fluvio-torrentizia che possono essere collegati a fenomeni di dissesto geo-idrologico, se non quelle ordinarie derivanti dalla normale evoluzione del fondovalle, in particolare per quanto riguarda il Trainu Ipirida nel tratto in località Frusciu Mannu, fuori dalle aree di interesse per il progetto, dove l'alveo presenta ancora condizioni di naturalità.

ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico dell'area di studio è stato analizzato adottando una metodologia di tipo indiretto che, per il livello di approfondimento che compete al presente studio, consente di indicare quali siano i rapporti tra le litologie riconosciute e rappresentate nella cartografia geologica di base e la componente ambientale idrogeologica.

L'applicazione di tale metodologia semplificata che esime dalla valutazione dell'andamento sotterraneo degli acquiferi consente di rappresentare gli elementi conoscitivi di base per una conoscenza generale dei caratteri idrogeologici che determinano lo sviluppo della circolazione idrica sotterranea e i rapporti con quella superficiale.

Essa si basa sulla rappresentazione delle classi di permeabilità delle formazioni geologiche, ovvero dei substrati geologici, potenzialmente capaci di costituire acquiferi, differenziandosi dalla permeabilità dei suoli maggiormente concernente le problematiche di carattere geomorfologico e idrologico.

La valutazione in questo ambito è di tipo qualitativo e si riferisce a valori di permeabilità classificati secondo quattro intervalli definiti nella Tabella 2.

Grado di permeabilità relativa	Intervalli di permeabilità K in m/s
Alto	$K > 10^{-2}$
Medio – alto	$10^{-2} < K < 10^{-4}$
Medio – basso	$10^{-4} < K < 10^{-9}$
Basso	$K > 10^{-9}$

Tabella 2: Corrispondenza tra grado di permeabilità relativa e valori di permeabilità K misurati

L'individuazione delle unità idrogeologiche fa riferimento alla classificazione delle Unità idrogeologiche regionali e in accordo con quanto specificato nelle "Linee Guida per l'Adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al P.P.R. e al PAI Prima Fase - Il riordino delle conoscenze" (aggiornamento 2008), in tutto il territorio dell'area di studio vengono distinte 4 unità idrogeologiche, come indicate nella Tabella 3, nella quale si mettono in relazione le litologie rilevate nell'area di studio con l'unità idrogeologica e la descrizione della permeabilità associata.

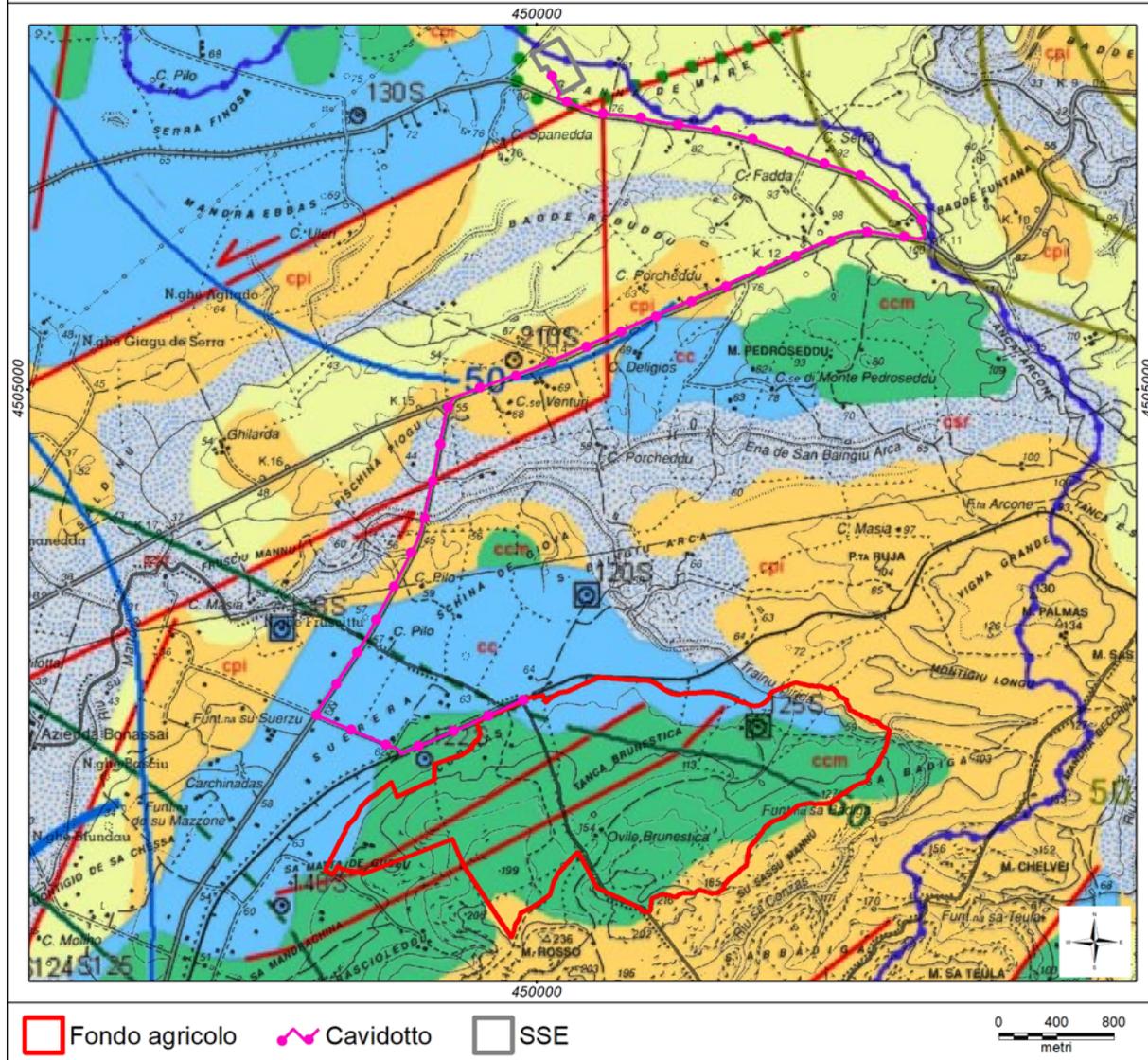
Nel contesto litostratigrafico e idrogeologico dell'area di intervento le Unità idrogeologiche si sovrappongono dal basso verso l'alto con l'ordine riportato nella Tabella 3.

UNITA'	LITOLOGIA	PERMEABILITA'
Unità delle alluvioni plio-quadernarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustro-palustri, discariche minerarie	Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
Unità detritico carbonatica	Conglomerati, arenarie, marne, tufiti, calcari, di ambiente marino	Permeabilità complessiva medio-alta per porosità e subordinatamente per fessurazione e/o carsismo (calcari); localmente medio-bassa in corrispondenza dei termini marnosi e vulcanici
oligo- miocenica inferiore	Conglomerati e arenarie con matrice generalmente argillosa, siltiti e argille, con locali intercalazioni di tufi e di calcari selciosi, di ambiente continentale	Permeabilità per porosità bassa
Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche	Rioliti, riocaciti, daciti e subordinate comenditi in espandimenti ignimbrici, cupole di ristagno e rare colate, con associati prodotti piroclastici e talora livelli epicastici; andesiti, andesiti basaltiche, basalti, andesitici e rari basalti, talora brecciati, in cupole di ristagno e colate; gabbri, gabbronoriti in corpi ipoabissali e quarzodioriti porfiriche; filoni associati	Permeabilità per fessurazione complessiva mediobassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbrici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici ed epiclastici
Unità carbonatica mesozoica	Calcari, calcari dolomitici, dolomie, calcari oolitici, calcari bioclastici, calcari marnosi, marne, calcareniti, calcari selciferi, arenarie, calcari micritici, dolomie marnose, marne, gessi e argille di ambiente transizionale e marino	Permeabilità complessiva medio-alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici e per porosità nei termini arenacei; localmente bassa nei termini marnosi e argillosi

CARTA IDROGEOLOGICA

Stralcio IGM F. 459 - scala 1:50000

Sistema di coordinate di riferimento: UTM - WGS84 -- fuso 32



Unità idrogeologica del Quaternario

csr (Q) complesso sedimentario recente
 $1 \times 10^{-6} \text{ m/s} \leq K \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Unità idrogeologica del Miocene

cmc (Mc) complesso marnoso calcareo
 $K = 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

Unità idrogeologica delle Vulcaniti Terziarie

cpi (OM) complesso piroclastico
 $K = 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

Unità idrogeologica del Mesozoico

ccm (C) complesso calcareo marnoso
 $K = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

cc (G) complesso calcareo
 $K = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

PERMEABILITA'

Tipo	Grado						
	P	F	C	AP	MP	SP	IM
1	●				●		
2			●			●	
3		●				●	
4			●		●		
5	●				●		

La Carta Idrogeologica tratta da “Carta idrogeologica e rete di monitoraggio corpi idrici superficiali e sotterranei Nurra (Sardegna Nord-Occidentale) in scala 1:50000”, mette in evidenza e conferma la diversificazione delle Unità idrogeologiche che ospitano gli acquiferi riconosciuti nella zona.

Viene messo in evidenza che le isopiezometriche degli acquiferi più importanti del complesso calcareo marnoso e del complesso calcareo dell'Unità idrogeologica del Mesozoico, in corrispondenza delle aree di intervento, si attestano attorno ai 40 / 50 m slm e gli assi di drenaggio sotterraneo sono orientati verso SW.

Non vengono invece messi in evidenza gli acquiferi impostati sulle Unità idrogeologiche delle vulcaniti e del complesso sedimentario oligo-miocenici, evidentemente in ragione del basso grado di permeabilità che presentano le rocce e sia in ragione della limitata estensione spaziale delle Unità idrogeologiche stesse.

Anche nelle coperture quaternarie non si rinviene un acquifero di rilevante interesse, sebbene nella zona indagata siano presenti e diffuse delle vasche freatiche che possono intercettare deflussi idrici sub-superficiali, comunque con scarsa ed effimera resa in volume.

Lo studio “Carta idrogeologica e rete di monitoraggio corpi idrici superficiali e sotterranei Nurra (Sardegna Nord-Occidentale) in scala 1:50000” consente di mettere in evidenza che nella zona di interesse per il presente studio, sono rilevabili diversi pozzi, la maggior parte dei quali insiste sull'acquifero del complesso calcareo del Giurassico, mentre non sono segnalate sorgenti.

Ad ogni modo, un esame approfondito dello studio “Carta idrogeologica e rete di monitoraggio corpi idrici superficiali e sotterranei Nurra (Sardegna Nord-Occidentale) in scala 1:50000” consente di indicare che in generale la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi individuati è da bassa a media.

CONTESTO GEOPEDOLOGICO

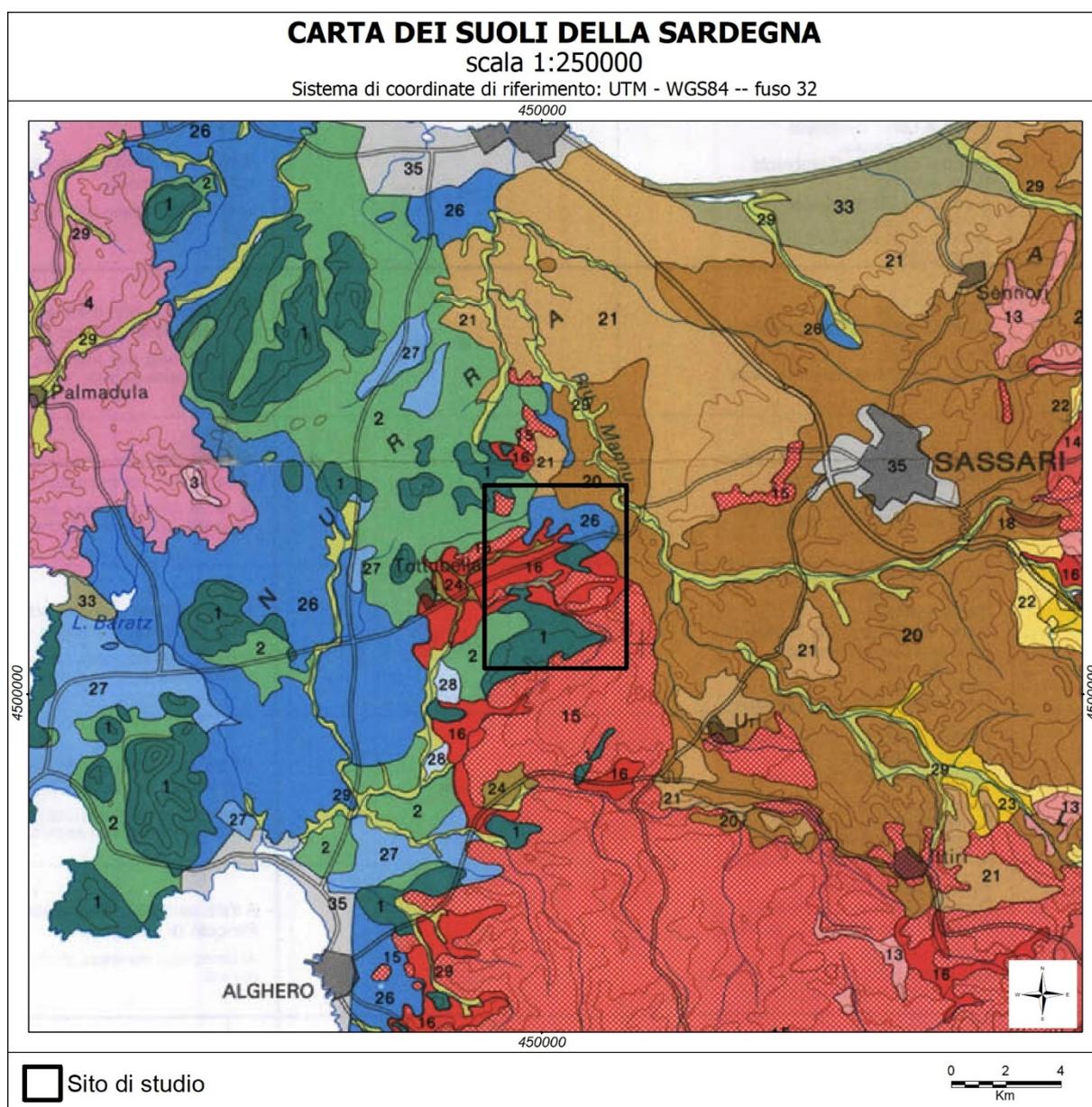
Le informazioni generali relative alla qualità della componente pedologica nel settore di interesse sono tratte dalla Carta geopedologica della Sardegna (Aru et alii, 1991) e dalle relative Note Illustrative e dalla Carta delle Unità di terre Nurra in scala 1:50.000 (AGRIS, 2014).

Nella cartografia a piccola scala il territorio di studio, ovvero le aree interessate dagli interventi per il posizionamento del generatore fotovoltaico, per la posa del cavidotto e per la realizzazione della sotto stazione elettrica, sono inquadrare a cavallo delle unità 1, 2, 15, 16, 20, 21, 24, 26 differenziate sui substrati carbonatici del Mesozoico, su quelli vulcanici oligo-miocenici, su quelli sedimentari del Miocene e sulle coperture detritiche colluviali e alluvionali del Quaternario, come indicato nella Tabella 4.

Unità di paesaggio e substrati	Morfologia	Unità cartografica
Paesaggi su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante	Aree con forme accidentate, da aspre a subpianeggianti (“tacchi”), prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea	1
Paesaggi su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante	Aree con forme accidentate, da aspre a subpianeggianti (“tacchi”), con prevalente copertura arbustiva ed arborea	2
Paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e relativi depositi di versante	Rioliti, riodaciti, ignimbriti: aree con forme da aspre a subpianeggianti, prevalentemente prive di copertura arbustiva e arborea	15
Paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e relativi depositi di versante	Rioliti, riodaciti, ignimbriti: aree con forme da aspre a subpianeggianti, a tratti con copertura arbustiva e arborea, a tratti colture agrarie	16

Paesaggi su calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene	Aree con forme da aspre a subpianeggianti, a tratti fortemente incise, prevalentemente prive di copertura arbustiva e arborea	20
Paesaggi su calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene	Aree con forme da dolci a ondulate, più o meno incise, prevalentemente prive di copertura arbustiva e arborea, a tratti colture agrarie	21
Paesaggi su marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali	Aree pianeggianti, a tratti depresse, con prevalente utilizzazione agricola	24
Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene	Aree da subpianeggianti a pianeggianti, con prevalente utilizzazione agricola.	26

Tabella 4: Unità cartografiche della Carta geopedologica della Sardegna (Aru et alii, 1991) con descrizione sommaria della litologia e della morfologia che le contraddistinguono



Nella più recente Carta delle Unità di terre Nurra in scala 1:50.000 (AGRIS, 2014) le aree interessate dagli interventi per il posizionamento del generatore fotovoltaico, per la posa del cavidotto e per la realizzazione della sotto stazione elettrica, ricadono tra le Unità cartografiche appartenenti ai Gruppi litologici elencati nella Tabella 5.

SIGLA	DESCRIZIONE
AGO	Depositi alluvionali ghiaiosi recenti (GRUPPO LITOLOGICO: AGO)
ATN	Arenarie e sabbie di ambiente transizionale (GRUPPO LITOLOGICO: ATN)
CDL	Calcari e dolomie (GRUPPO LITOLOGICO: CDL). Conglomerati a quarzo e liditi ed arenarie quarzose ben cementate. (GRUPPO LITOLOGICO: CQL). Bauxite e argille residuali (GRUPPO LITOLOGICO: BTX) e relativi depositi di versante.
CPA	Conglomerati poligenici con arenarie di ambiente costiero. (GRUPPO LITOLOGICO: CPA)
CTN	Calcari (spesso con subordinato materiale terrigeno) (GRUPPO LITOLOGICO: CTN)
IGN	Flussi piroclastici da mediamente a molto saldati ed a composizione riolitica e relativi depositi di versante. (GRUPPO LITOLOGICO: IGN)
MRN	Marne, calcari marnosi e nodulari e relativi depositi di versante (GRUPPO LITOLOGICO: MRN)
NSU	Aree di non suolo, occupate da specchi d'acqua, aree edificate e infrastrutture, aree estrattive, reti di comunicazione stradale, depositi antropici di vario tipo, ecc.
PRL	Piroclastiti non saldate o poco saldate con epiclastiti intercalate e relativi depositi di versante (GRUPPO LITOLOGICO: PRL)
RAF	Affioramenti rocciosi su tutti i substrati

Tabella 5: Gruppi litologici distinti in Carta delle Unità di terre Nurra in scala 1:50.000 (AGRIS, 2014)

Il cavidotto che verrà posato lungo la viabilità interferisce sostanzialmente in aree del gruppo NSU, aree di non suolo.

La sotto stazione elettrica interessa aree del gruppo litologico ATN: Unità cartografica ATN 0 caratterizzata dalla consociazione di: suoli a profilo A-R, poco profondi, tessitura F, FSA e FA, scheletro dell'orizzonte superficiale comune, reazione da subacida a neutra, saturazione in basi elevato, ben drenati. Inclusioni non limitanti di: suoli a profilo A-Bw-C, profondi, tessitura da FS a FSA all'aumentare della profondità, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, reazione da subacida a neutra, saturazione in basi elevato, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bt-C, profondi, tessitura FA, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, reazione da neutra a subalcalina, saturazione in basi elevato, ben drenati. Si tratta di suoli con classi di capacità d'uso VIe - VIIs ed inclusioni IIIs - IVs, le cui limitazioni d'uso sono dovute a moderata profondità dei suoli, orizzonti con accumuli di carbonati secondari subsuperficiali, rischi di erosione laminare moderati e per i quali gli indirizzi per la tutela e la conservazione prevedono: suoli da marginali ad adatti agli usi agricoli intensivi. Localmente adozione di misure per il controllo dei processi erosivi in atto o potenziali, limitazioni nella profondità delle lavorazioni.

L'area interessata dal posizionamento dei pannelli interessa marginalmente le Unità cartografiche del Gruppo litologico MRN, mentre interessa prevalentemente aree del gruppo CDL:

Unità cartografica CDL -1 caratterizzata dalla consociazione di: suoli a profilo A-R dal caratteristico colore rossastro, poco profondi, tessitura FA, A e più raramente FSA o FLA, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso ad assente, reazione neutra, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bw-R o A-Bw-C, rossastri, mediamente profondi, tessitura dell'orizzonte superficiale da FA ad FSA e localmente F o FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso ad localmente abbondante,

localmente minute, scarse concrezioni di carbonati secondari, reazione neutra o subalcalina, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bw-Bkm, mediamente profondi, tessitura FA, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, reazione da subalcalina a alcalina, cementato per carbonati secondari in profondità, saturazione in basi elevata, drenaggio moderatamente lento, e di: suoli a profilo A-Bt-R, rossastri, da poco profondi a profondi, tessitura da FA, F, FSA o A, scheletro dell'orizzonte superficiale da molto scarso o assente a localmente comune, reazione neutra, localmente minute concrezioni di Fe-Mn, da scarse a comuni, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bt-Btk o A-Bt-Btkm, da mediamente profondi a profondi, tessitura FA, scheletro dell'orizzonte superficiale da comune ad abbondante, comuni, minute concrezioni di carbonati secondari o cementato per carbonati, saturazione in basi elevata, drenaggio moderatamente lento. Inclusioni limitanti: suoli a profilo A-R simili ai precedenti, scarsamente profondi. Si tratta di suoli con classi di capacità d'uso IVs - VIs ed inclusioni IIIs - Vs - VIIs, le cui limitazioni d'uso sono dovute a ridotta profondità dei suoli, localmente moderati rischi di erosione, rocciosità affiorante e pietrosità superficiale a tratti elevate e per i quali gli indirizzi per la tutela e la conservazione prevedono: suoli da marginali all'uso agricolo intensivo a non arabili, adatti all'uso agricolo estensivo. Ripristino e conservazione della vegetazione naturale. Pascolo dal carico limitato, limitazione nella profondità di lavorazione.

Unità cartografica CDL -2 caratterizzata dalla consociazione di: Consociazione di: suoli a profilo A-R dal caratteristico colore rossastro, poco profondi, tessitura FA, FSA e più raramente FLA, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso ad abbondante, reazione da neutra a subalcalina, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bw-C, rossastri, poco profondi, tessitura da FLA a FSA e AS all'aumentare della profondità, scheletro dell'orizzonte superficiale abbondante, reazione neutra o subalcalina, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bt-R, rossastri, da poco profondi a profondi, tessitura da FA, F, a FSA o A, all'aumentare della profondità, scheletro dell'orizzonte superficiale da molto scarso o assente o più raramente comune, reazione neutra, localmente minute concrezioni di Fe-Mn, da scarse a comuni, o comuni e minute di carbonati secondari, saturazione in basi elevata, da ben drenati a moderatamente ben drenati. Inclusioni limitanti: suoli a profilo A-R simili ai precedenti scarsamente profondi, localmente associati ad ampi tratti a rocciosità affiorante. Si tratta di suoli con classi di capacità d'uso VIIIs ed inclusioni IIIs - Vs - VIIs, le cui limitazioni d'uso sono dovute a ridotta profondità dei suoli, localmente moderati rischi di erosione, rocciosità affiorante e pietrosità superficiale a tratti elevate e per i quali gli indirizzi per la tutela e la conservazione prevedono: Suoli da non arabili a marginali all'uso agricolo. Adozione di misure di controllo dei processi erosivi in atto o potenziali, ripristino e conservazione della vegetazione naturale, pascolo dal carico limitato, limitazione nella profondità di lavorazione.

Unità cartografica CDL 0 caratterizzata dalla consociazione di: suoli a profilo A-R dal caratteristico colore rossastro, da poco a mediamente profondi, tessitura FA, F o più raramente FSA, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso ad assente, reazione neutra, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bw-R o A-Bw-C, rossastri, mediamente profondi, scheletro da scarso ad assente, tessitura dell'orizzonte superficiale da FA ad A, reazione neutra o subalcalina, localmente concrezioni minute di carbonati secondari, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bt-R, rossastri, da poco a mediamente profondi, tessitura da FA ad A e più raramente FSA e AS, scheletro dell'orizzonte superficiale da molto scarso ad assente, reazione neutra, localmente concrezioni minute di Fe-Mn, da scarse a comuni, o minute, scarse, di carbonati secondari, saturazione in basi elevata, ben drenati. Inclusioni limitanti: suoli a profilo A-R simili ai precedenti scarsamente profondi. Si tratta di suoli con classi di capacità d'uso IVs - VIs ed inclusioni IIIs - Vs - VIIs, le cui limitazioni d'uso sono dovute a ridotta profondità dei suoli, localmente moderati rischi di erosione, rocciosità affiorante e

pietrosità superficiale a tratti elevate e per i quali gli indirizzi per la tutela e la conservazione prevedono: suoli da marginali all'uso agricolo intensivo a non arabili, adatti all'uso agricolo estensivo. Ripristino e conservazione della vegetazione naturale, pascolo dal carico limitato, limitazione nella profondità di lavorazione.

Unità cartografica CDL 1 caratterizzata dalla consociazione di: suoli a profilo A-R o A-C dal caratteristico colore rossastro, poco profondi, tessitura FA, F, FSA e localmente FAL, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso ad assente, reazione neutra, saturazione in basi elevata, ben drenati. E localmente anche nelle tasche carsiche di: suoli a profilo A-Bw-R, rossastri, da poco a mediamente profondi, tessitura da FA ad FSA, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a comune, reazione neutra o subalcalina, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bt-R, rossastri, da poco profondi a profondi, tessitura FA, F, FSA, A, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso ad assente, reazione da neutra ad alcalina, localmente da scarse a comuni minute concrezioni di Fe-Mn, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Btk, rossastri, mediamente profondi, tessitura da F a FA, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, reazione subalcalina, concrezioni minute di carbonati secondari, saturazione in basi elevata, ben drenati. Inclusioni limitanti: suoli a profilo A-R simili ai precedenti scarsamente profondi, localmente associati a ampi tratti a roccia affiorante. Si tratta di suoli con classi di capacità d'uso VIs - VIIs ed inclusioni IIIs - IVs, le cui limitazioni d'uso sono dovute a ridotta profondità dei suoli, localmente moderati rischi di erosione, rocciosità affiorante e pietrosità superficiale a tratti elevate e per i quali gli indirizzi per la tutela e la conservazione prevedono: Suoli non arabili marginali all'uso agricolo estensivo. Adozione di misure di controllo dei processi erosivi. Ripristino e conservazione della vegetazione naturale. Pascolo dal carico limitato, limitazione nella profondità di lavorazione. A tratti suoli arabili marginali all'uso agricolo intensivo.

Unità cartografica CDL 2 caratterizzata dalla consociazione di: suoli a profilo A-R dal caratteristico colore rossastro, poco profondi, tessitura F, FA, FSA, scheletro dell'orizzonte superficiale da molto scarso ad assente, reazione neutra, saturazione in basi elevata, ben drenati. E localmente nelle tasche carsiche di: suoli a profilo A- Bw-R, rossastri, da poco a mediamente profondi, scheletro da scarso ad assente, tessitura dell'orizzonte superficiale FSA, reazione neutra o subalcalina, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bt-R, rossastri, da poco profondi a profondi con Bt localmente discontinuo, tessitura F, FA, FAL, A, scheletro dell'orizzonte superficiale da molto scarso ad assente, reazione neutra, localmente scarse e minute concrezioni di Fe-Mn, saturazione in basi elevata, ben drenati. E di: suoli a profilo A-Bt-2Btk, rossastri, da mediamente profondi a profondi, tessitura FA, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, reazione subalcalina, concrezioni minute di carbonati secondari, saturazione in basi elevata, ben drenati. Inclusioni limitanti: suoli a profilo A-R simili ai precedenti, localmente associati a ampi tratti a roccia affiorante. Si tratta di suoli con classi di capacità d'uso VIIs - VIIE ed inclusioni VIs, le cui limitazioni d'uso sono dovute a ridotta profondità dei suoli, rischi di erosione da moderati a severi, rocciosità affiorante e pietrosità superficiale a tratti elevate e per i quali gli indirizzi per la tutela e la conservazione prevedono: Suoli non arabili marginali all'uso agricolo estensivo. Adozione di misure di controllo dei processi erosivi. Ripristino e conservazione della vegetazione naturale. Pascolo dal carico limitato, limitazione nella profondità di lavorazione.

compatibili colture agrarie erbacee, riveste un ruolo importante anche nel potenziale cambiamento d'uso derivante dall'impianto del campo fotovoltaico.

MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOLOGICO TECNICO LOCALE

Le indagini geologiche e geomorfologiche condotte alla scala del rilevamento hanno consentito di individuare il modello geologico di riferimento per gli obiettivi del presente studio.

Dall'indagine emerge la complessità del contesto litostratigrafico caratterizzato da variabili geologiche e strutturali e dai rapporti giacitureali tra le formazioni rilevate, ma anche dalle inevitabili alterazioni morfologiche e morfometriche connesse all'ambiente agrario e rurale dei territori esaminati.

Ad ogni modo l'indagine geologica e geomorfologica evidenzia che il substrato nell'area di intervento è costituito dalle rocce carbonatiche mesozoiche, da rocce vulcaniche piroclastiche e da rocce sedimentarie, continentali, di ambiente di transizione e marine del Miocene inferiore; queste rocce sono sormontate da depositi colluviali ed eluviali e da coltri geopedologiche.

La stratificazione delle rocce giurassiche e cretache è poco inclinata, immergente verso S e spesso le bancate calcaree e calcareo dolomitiche, maggiormente coerenti rispetto ai livelli a maggiore componente marnosa, delineano una morfologia a *cuestas* come risultato dell'erosione differenziale.

L'indagine geomorfologica ha invece mostrato che il sito di interesse è stato trasformato nel tempo ed in particolare il reticolo idrografico ha subito importanti modificazioni; nella fattispecie del Trainu Iripida che è stato sbarrato per la realizzazione di un laghetto collinare, ma anche più a valle dove il reticolo idrografico è stato rettificato e sono state realizzate alcune canalizzazioni; queste ultime, presumibilmente, per facilitare il drenaggio di settori depressi inseriti in contesti territoriali pianeggianti o con contropendenza.

Non sono emerse condizioni critiche a riguardo dell'assetto geo-idrologico: i corsi d'acqua, a regime torrentizio, non presentano forme e processi di dissesto in atto e le caratteristiche morfometriche locali ne determinano la bassa energia di deflusso; le stesse considerazioni si possono addurre a riguardo della morfodinamica dei pendii, anche in questo caso la bassa energia del rilievo e le caratteristiche litologiche e litotecniche delle rocce che li caratterizzano, non risultano essere fattori predisponenti all'innescio o allo sviluppo di dissesti a carattere franoso, se non in alcuni settori limitati e con fenomenologie tali che, per localizzazione e magnitudo dei processi, non possono coinvolgere le aree di progetto.

Si rileva ad ogni modo la presenza di aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana individuate dal PAI che interferiscono con le aree del fondo agricolo e con le opere in progetto, nella fattispecie del cavidotto.

Da un punto di vista geologico-tecnico, stabilito che il basamento roccioso su cui si configura l'area di realizzazione del generatore composto da moduli fotovoltaici installati su trackers ad un asse, è costituito dalle rocce calcaree del Giurassico, litoidi, coerenti, stratificate (Formazione di Punta Cristallo), il substrato di ancoraggio degli assi di supporto debba essere previsto in queste litologie, le quali presentano da buone a ottime caratteristiche litologiche e litotecniche.

A tal proposito si osserva che sia le coperture colluviali che quelle pedologiche, nella parte bassa del pendio che ospiterà il generatore sui versanti settentrionali di Monte Rosso, possono avere potenza superiore a 1.0 m.

Ad ogni modo sia le caratteristiche stratigrafiche, potenza dei depositi superficiali, e sia le caratteristiche litotecniche delle rocce del basamento dovranno essere specificate con una adeguata campagna di indagine geognostica e geomeccanica, finalizzata all'acquisizione di caratteristiche e parametri dei litotipi per una corretta progettazione geotecnica relativa agli assi di supporto e alle strutture del generatore e della sotto stazione elettrica.

A riguardo della posa del cavidotto si può affermare che la posa lungo tracciati stradali prevedrà la movimentazione di terreni di riporto ed eventualmente di terreni naturali di sottofondo stradale, prevalentemente rappresentati da terre dei depositi quaternari e da rocce pseudocoerenti e raramente coerenti, per la maggior parte dello sviluppo, appartenenti alle formazioni marnoso arenacee e conglomeratiche del Ciclo sedimentario miocenico.

Nell'area della sotto stazione elettrica i substrati sono rappresentati dalle rocce mioceniche arenaceo-conglomeratiche, da coerenti a pseudocoerenti, comunque con buone caratteristiche geotecniche, in questa zona con morfologia subpianeggiante, concava, si rinvengono superficialmente coperture colluviali e coltri pedologiche.

CONCLUSIONI

Dall'indagine geologica e geomorfologica condotta si ricostruisce abbastanza fedelmente il modello geologico, geomorfologico e geologico-tecnico del sito in esame; tale modello è utile e indispensabile per la definizione dei caratteri stratigrafici, idrogeologici e geomorfologici e di pericolosità geologica del territorio in generale.

Il modello geologico risulta necessariamente determinante per la corretta individuazione della configurazione geomorfologica e della evoluzione dei luoghi derivanti dalla storia naturale, ma, allo stato attuale, risulta altrettanto determinante per la corretta analisi dei fenomeni e dei processi geomorfici che evolvono nella conformazione odierna del paesaggio, che deriva, in gran parte, da quelle che sono le trasformazioni e le stratificazioni antropogeniche; in questo modo il modello offre il corretto supporto strategico alla valutazione dei caratteri geoambientali e geologico-tecnici finalizzato alle valutazioni per cui è stato studiato.

Inoltre, il modello geologico è basilare per le analisi di carattere geotecnico e sismico, finalizzate alla scelta delle più opportune indagini e procedure per la classificazione e parametrizzazione delle qualità meccaniche dei terreni interessati dalle strutture dei pannelli fotovoltaici, sia in termini di analisi del modello geotecnico caratteristico e sia in termini di valutazione della risposta sismica locale.

Il substrato geologico nell'area del generatore è costituito dalle rocce calcaree della Formazione di Punta Cristallo, caratterizzate da buone a ottime qualità geomeccaniche, che andrebbero dettagliate nelle fasi esecutive del progetto.

La posa del cavidotto che insisterà sullo sviluppo delle infrastrutture stradali, non sarà difficoltosa da un punto geologico e geologico tecnico, per le caratteristiche delle terre e delle rocce che verranno potenzialmente interessate.

La realizzazione della sotto stazione elettrica avverrà in un settore caratterizzato da sostanziale stabilità geomorfologica su un substrato roccioso arenaceo con buone caratteristiche litotecniche, sebbene rinvenibile al di sotto di una copertura detritica colluviale e pedologica.

Il contesto geopedologico mette in luce che nell'area di interesse sono presenti suoli con buone caratteristiche, la cui conservazione e tutela può essere perseguita minimizzando la loro alterazione, sia

contenendo all'indispensabile gli scavi e gli sbancamenti e sia prevedendo di mantenere al possibile le coperture vegetali, che garantiscono la protezione fisica e la evoluzione della parte biochimica della componente pedologica.

L'analisi idrogeologica mette in evidenza la presenza di acquiferi importanti impostati sui substrati carbonatici del Mesozoico, non mette in evidenza la presenza di sorgenti nell'area di interesse e tanto meno di acquiferi superficiali che possano interferire con le opere previste o essere alterate dai lavori o dalle opere in esercizio.

In generale, per quanto emerge dall'analisi geomorfologica e della morfodinamica, il sito di sviluppo delle opere di progetto è ubicato in una zona sostanzialmente stabile: le condizioni di criticità idrogeomorfologica rilevate sono modeste, ovvero non si rilevano dissesti e/o forme di erosione intensa e tantomeno condizioni di instabilità potenziale dei pendii, se non in settori molto localizzati e per fenomeni di modesta magnitudo.

Il PAI individua aree a pericolosità da frana Hg2 che interessano il fondo agricolo, queste aree in osservanza di un principio di cautela non sono interessate dalle aree di sviluppo del generatore.

Il PAI individua aree a pericolosità idraulica, da Hi1 ad Hi4, lungo il Trainu Iripida che interferiscono con lo sviluppo del cavidotto all'intersezione tra il corso d'acqua e la S.P. 19; in questo settore vige la disciplina delle NTA PAI espressa dall'art. 27 comma 3 lettera h.

Nell'area di sviluppo del generatore non saranno concretizzate interferenze con le fasce di prima salvaguardia imposte dall'art. 30 ter delle NTA PAI, mentre essendo inevitabile l'intersezione delle medesime fasce con lo sviluppo del cavidotto, si rammenta la vigenza della disciplina espressa dall'art. 27 comma 3 lettera h.

In definitiva emerge che dal punto di vista geologico, intenso in senso lato, non si rinvergono condizioni limitanti la potenziale predisposizione del campo fotovoltaico, dello sviluppo del cavidotto e della sotto stazione elettrica, si suggerisce comunque di minimizzare all'essenziale la trasformazione dei luoghi, in riferimento alle caratteristiche morfometriche, anche in riferimento al controllo dei deflussi superficiali, per mantenere la stabilità geomorfologica e nel contempo conservare le qualità dei suoli.

Cagliari, 21 Aprile 2023

Dott. Andrea Serrelli

*(documento informatico firmato digitalmente
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii)¹*

¹ Applicare la firma digitale in formato PAdES (PDF Advanced Electronic Signatures) su file PDF.