

STRUZZI DEL SOLE

SOCIETÀ AGRICOLA a.r.l.

LOCALITÀ BANGIUS sn
CAP 09040 - ORTACESUS (SU)
P.IVA 02329690925
PEC struzzidelsole@pec.it
REA CA-186871

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 51,99 MWp IN ZONA AGRICOLA DEL COMUNE DI SENOBÌ (SU)

R02 RELAZIONE GEOLOGICA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Luca DEMONTIS (coordinatore)
Ing. Sandro CATTÀ

Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale) Dott. Archeol. A. Luisa SANNA (consulenza archeologica)
Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica) Ing. Federico MISCALI (consulenza acustica)
Geol. Andrea SERRELI (consulenza geologica) Ing. Marco MURONI (consulenza ambientale)
Dott. Agr. Andrea SCHIRRU (consulenza agronomica)
Ing. Filippo MOCCI (consulenza elettrica)

NOTE:

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 PREMESSA.....	3
1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
2. INQUADRAMENTO DEL SITO	5
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. METODOLOGIA DI INDAGINE	7
4. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO	8
5. PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA	9
5.1 RAPPORTI CON IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	9
5.2 RAPPORTI CON IL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI	9
5.3 VERIFICA AI SENSI DELL'ART. 30TER DELLE NTA DEL PAI	10
5.4 RAPPORTI CON IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (SCENARI STRATEGICI COORDINATI)	11
5.5 STUDI AI SENSI DELL'ART. 8 COMMA 2 DELLE NTA DEL PAI.....	11
6. ANALISI GEOLOGICA	12
6.1 ASSETTO GEOLOGICO	12
6.2 CRONOSTRATIGRAFIA E LITOLOGIA NELL'AMBITO RISTRETTO.....	17
6.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO	18
6.4 ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	21
6.5 CONTESTO GEOPEDOLOGICO.....	22
7. MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOLOGICO TECNICO LOCALE.....	25
8. CONCLUSIONI	27

1. INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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, è il soggetto incaricato della redazione della Relazione geologica e di indagine sismica nell'ambito dello Studio preliminare ambientale relativo al progetto "Impianto fotovoltaico SISINI AGRIVOLTAICO" 51,99 MWp" proposto dalla STRUZZI DEL SOLE Società Agricola con sede legale a Ortacesus (SU) Località 4 Bangiu CAP 09040, iscritta al Registro delle Imprese di Cagliari - Oristano al numero REA CA-186871 P. IVA 02329690925.

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 Senorbì in località Sisini, 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.

1.2 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.

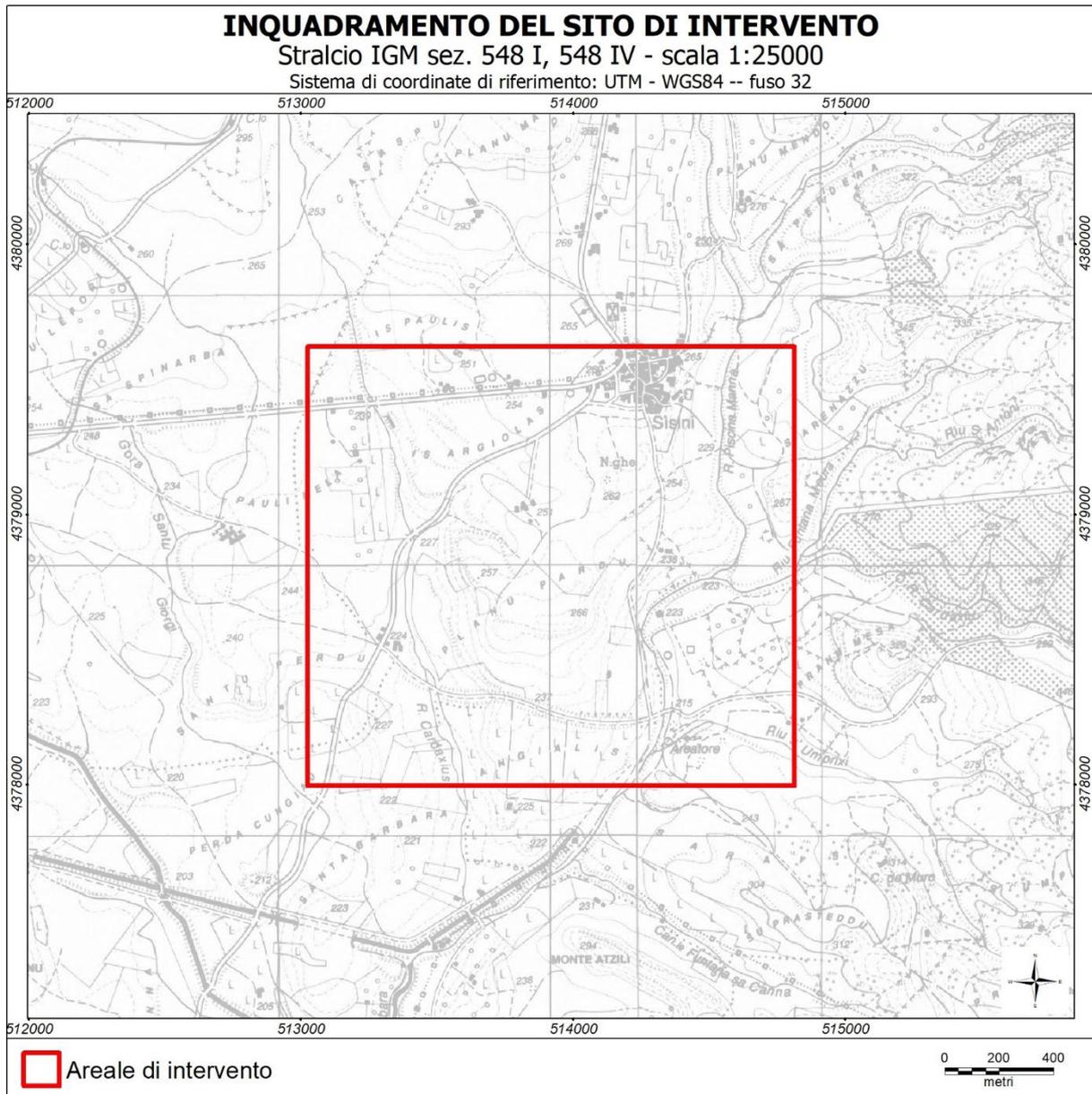
2. INQUADRAMENTO DEL SITO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di interesse si inquadra tra la sez. 548/I e la sez. 548/IV della Carta Topografica d'Italia (I.G.M. 1994) in scala 1:25000 e tra la sez. 548.020 e la sez. 548.030 della C.T.R. numerica in scala 1:10000 in prossimità del nucleo urbanizzato di Sisini, frazione del Comune di Senorbì (SU) tra le località Is Argiolas, Su Nuraxi e Perdaxiu e Planu Pardu.

L'areale che verrà interessato dall'impianto fotovoltaico si estende su circa 73 ha che fanno parte dell'azienda agricola estesa su una superficie complessiva di circa 129 ha, la quota varia tra circa 230 m slm e 266 m slm in una zona con pendenze moderate.

Dal punto di vista urbanistico tutte le aree sono inquadrare nel PUC (adottata con D.C.C. n° 2 del 15/02/2010) come zona E agricola che individua "Le parti del territorio destinate ad usi agricoli e quelle con edifici, attrezzature ed impianti connessi al settore agro-pastorale, e alla valorizzazione dei loro prodotti."



3. 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 SUD, Foglio 226 Mandas della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000, Foglio 548 Senorbì 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), documentazione geologica a corredo del PUC, 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.

4. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO

La realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione permette di realizzare una generazione distribuita dell'energia elettrica producendo energia laddove necessario ed evitando il potenziamento delle dorsali di distribuzione dell'energia elettrica. L'impianto consentirà:

- la produzione d'energia elettrica senza emissione di alcuna sostanza inquinante;
- nessun inquinamento acustico;
- il risparmio di combustibile fossile;
- l'occupazione locale.

L'Impianto Fotovoltaico sarà realizzato in un'area di circa 129,65 ha presso Sisini, frazione del territorio comunale di Senorbì.

L'intero Impianto sarà installato a terra secondo una geometria ben definita e illustrata in modo preliminare negli elaborati grafici progettuali e nella Relazione Tecnica.

L'inserimento architettonico e geometrico dell'Impianto Fotovoltaico è stato studiato relativamente alla morfologia esistente nell'area. Si tratta di un impianto non integrato, ovvero con pannelli posizionati a terra tramite apposite strutture di sostegno, ancorate al terreno senza l'utilizzo di strutture di fondazione, compatibilmente con le caratteristiche geotecniche del suolo e ai risultati delle eventuali "prove a strappo" che si rendesse necessario in fase esecutiva, pur tenendo presente la natura specifica e ben determinata del terreno.

L'Impianto Fotovoltaico, descritto nella presente Relazione Generale, è stato progettato considerando l'impiego di materiali e componenti di Fornitori di primaria importanza, dotati di marchio di qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore, attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

5. PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

5.1 RAPPORTI CON IL PIANO DI 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 7 – Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Nella cartografia originaria che individua le aree assoggettate a pericolosità idraulica il sito di studio non si inquadra in alcuna tavola pertanto non risulterebbe in aree a pericolosità idraulica.

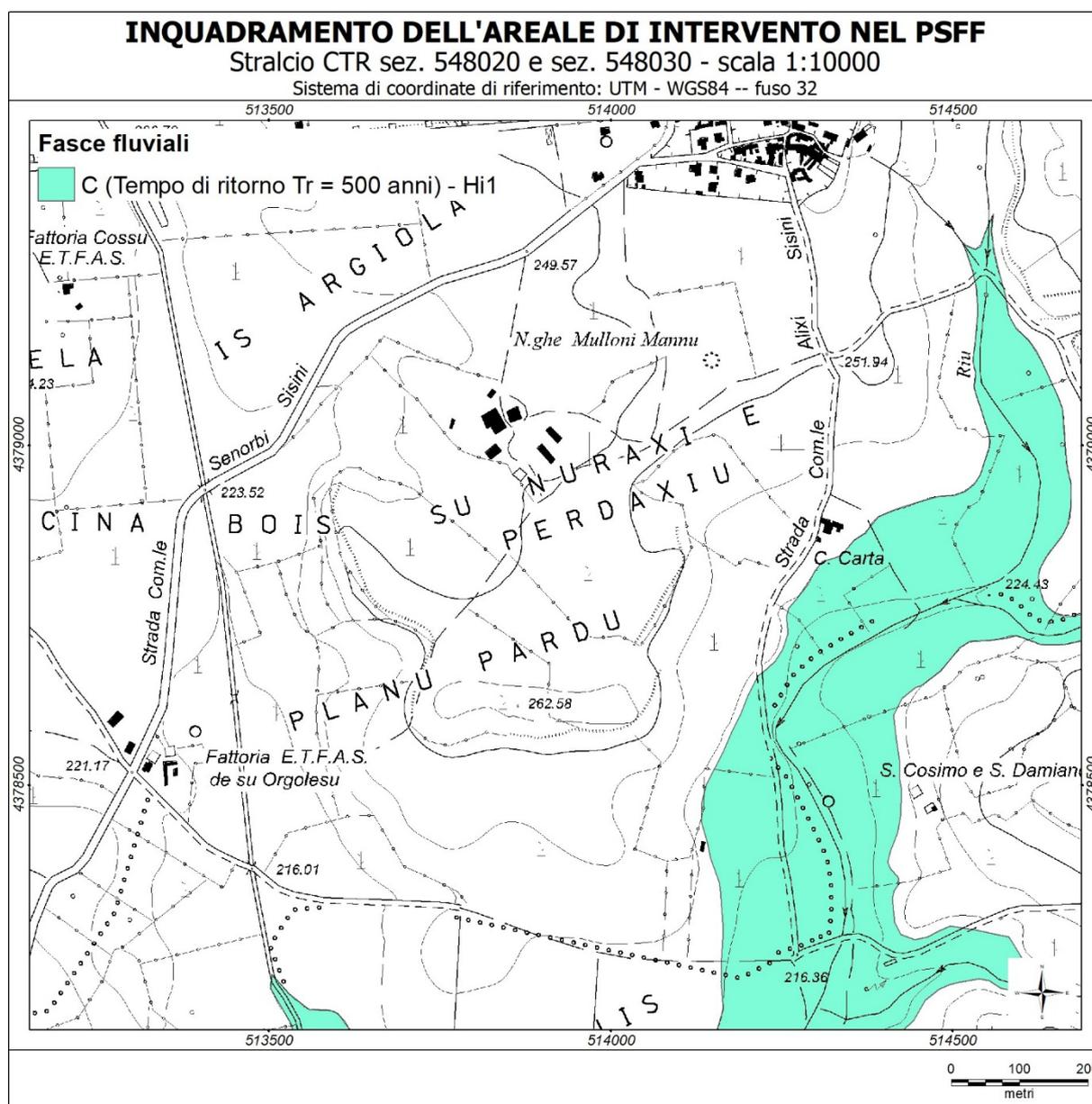
Nella cartografia originaria che individua le aree assoggettate a pericolosità da frana il sito di studio non si inquadra in alcuna tavola pertanto non risulterebbe in aree a pericolosità da frana.

5.2 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 7 – Flumendosa-Campidano-Cixerri.

L'areale di progetto, almeno alcuni settori nella porzione orientale in cui si prevede di disporre elementi dell'impianto, interferisce con la fascia C (geomorfologica) del Flumini Mannu che in questo settore prende il nome di Riu Piscina Manna.

A queste aree si applica la disciplina espressa dall'art. 30bis delle NTA del PAI.

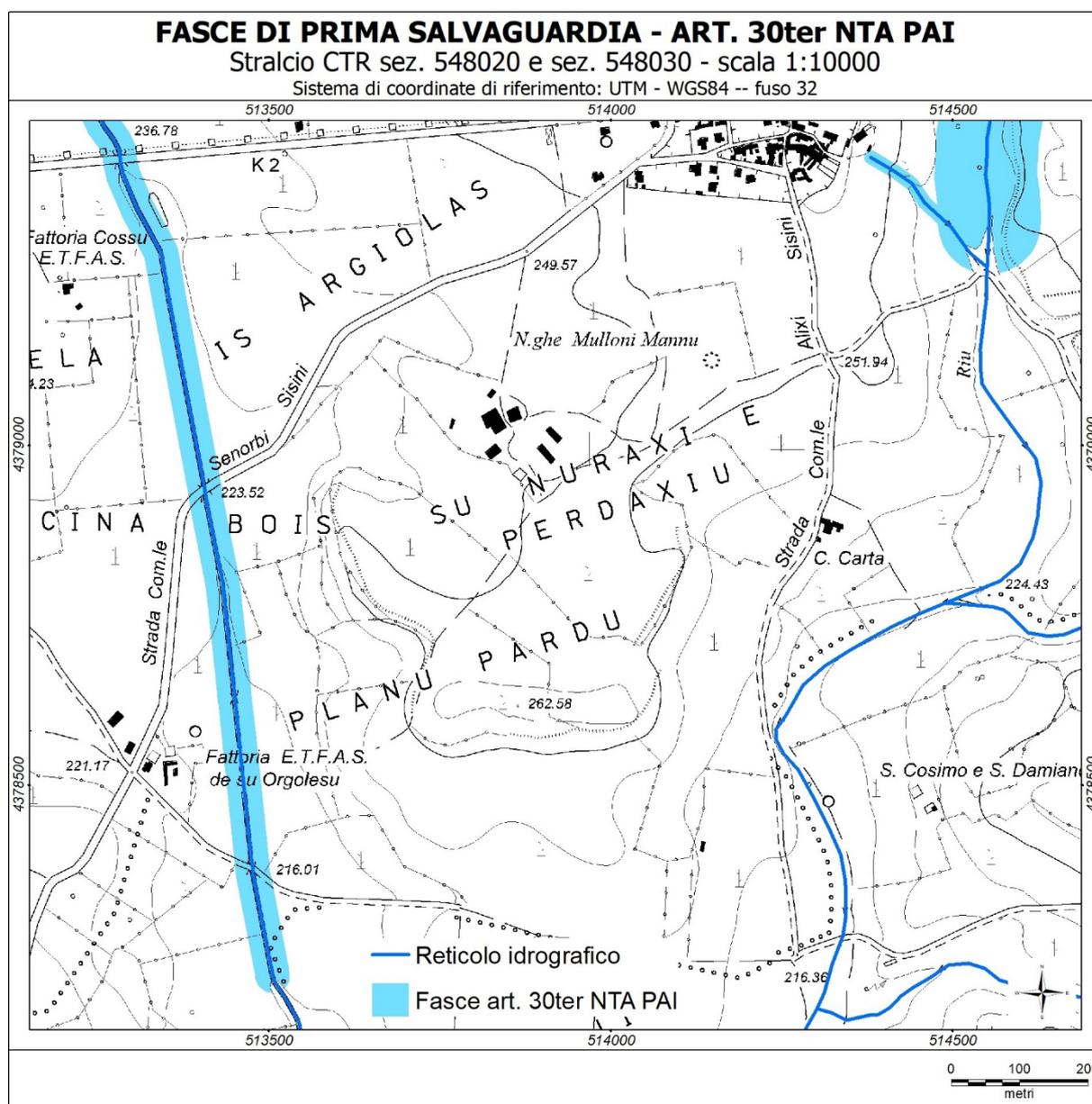


5.3 VERIFICA AI SENSI DELL'ART. 30TER DELLE NTA DEL PAI

L'areale di progetto interferisce con la rete di drenaggio dei bacini idrografici in cui si inserisce, la rete di drenaggio in particolare comprende elementi idrici che fanno parte del Reticolo idrografico di riferimento della Regione Sardegna, approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.3 del 30.07.2015, ai sensi dell'art. 30quater delle NTA del PAI.

L'areale di progetto, almeno alcuni settori nella porzione occidentale in cui si prevede di disporre elementi dell'impianto, interferisce con le fasce di prima salvaguardia, individuate ai sensi dell'art. 30ter delle NTA del PAI, ed in particolare con quelle individuate per il Riu Funtana Crobu.

A queste aree si applica la disciplina espressa dall'art. 30ter delle NTA del PAI.



5.4 RAPPORTI CON IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (SCENARI STRATEGICI COORDINATI)

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, l'area di interesse, nei confronti dello studio degli scenari strategici coordinati relativi allo stato attuale dei corsi d'acqua esaminati, non ricade in aree caratterizzate da pericolosità idraulica.

5.5 STUDI AI SENSI DELL'ART. 8 COMMA 2 DELLE NTA DEL PAI

Non sono noti nella zona studi di assetto idrogeologico che integrano o modificano la zonazione della pericolosità da frana o della pericolosità idraulica.

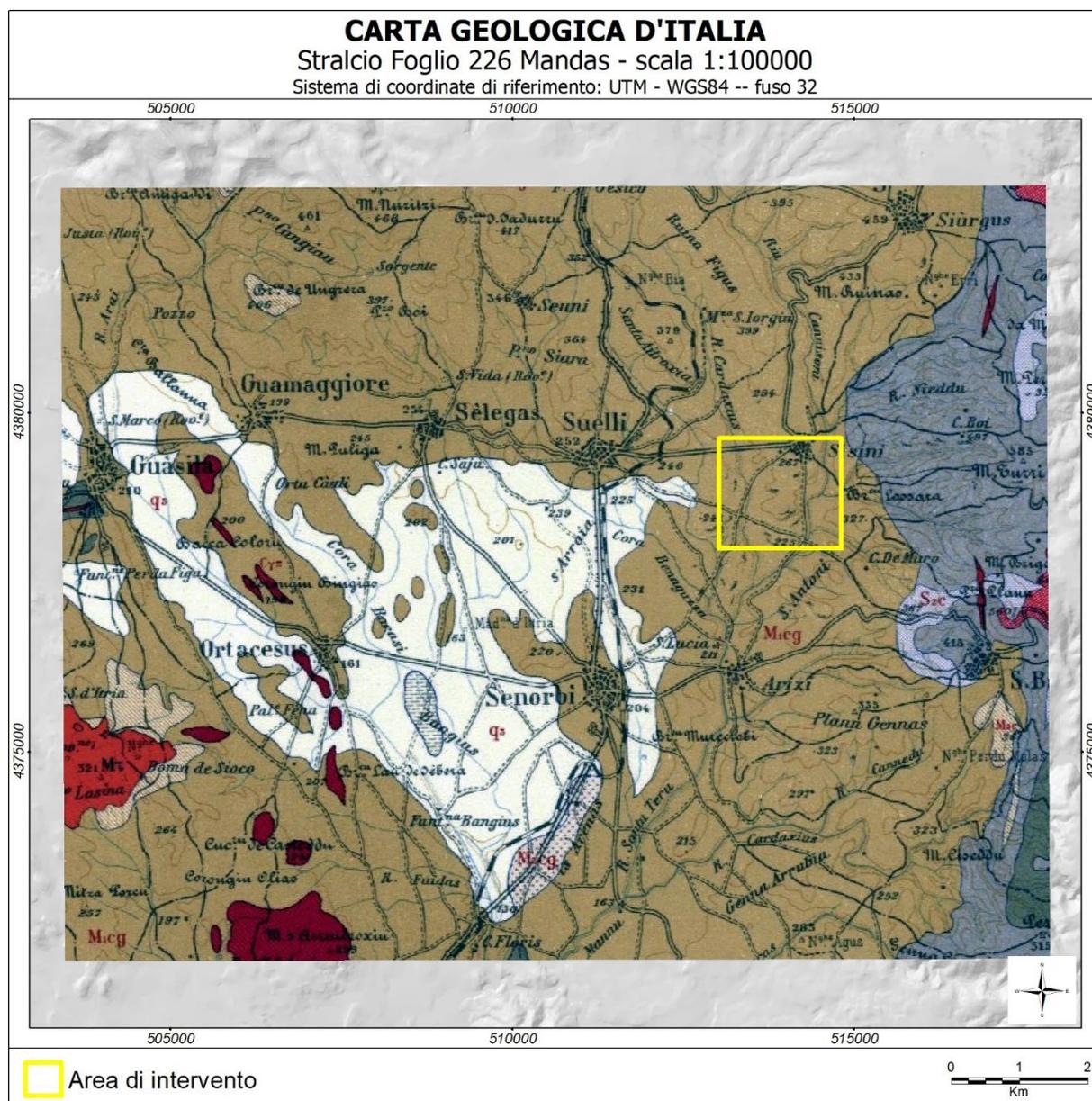
6. ANALISI GEOLOGICA

6.1 ASSETTO GEOLOGICO

L'area di studio si inquadra nella regione geografica della Trexenta, in un settore del bordo orientale della fossa del Campidano, in una zona pedemontana che si erge sulle litologie del Ciclo sedimentario marino del Miocene e sulle litologie conglomeratiche continentali Oligoceniche della Formazione di Ussana che precedono i rilievi della regione geografica del Gerrei, strutturati sulle litologie del basamento metamorfico ercinico; le sequenze sedimentarie oligo-mioceniche e le sequenze metamorfiche paleozoiche sono diffusamente sormontate da coltri detritico colluviali e alluvionali del Quaternario.

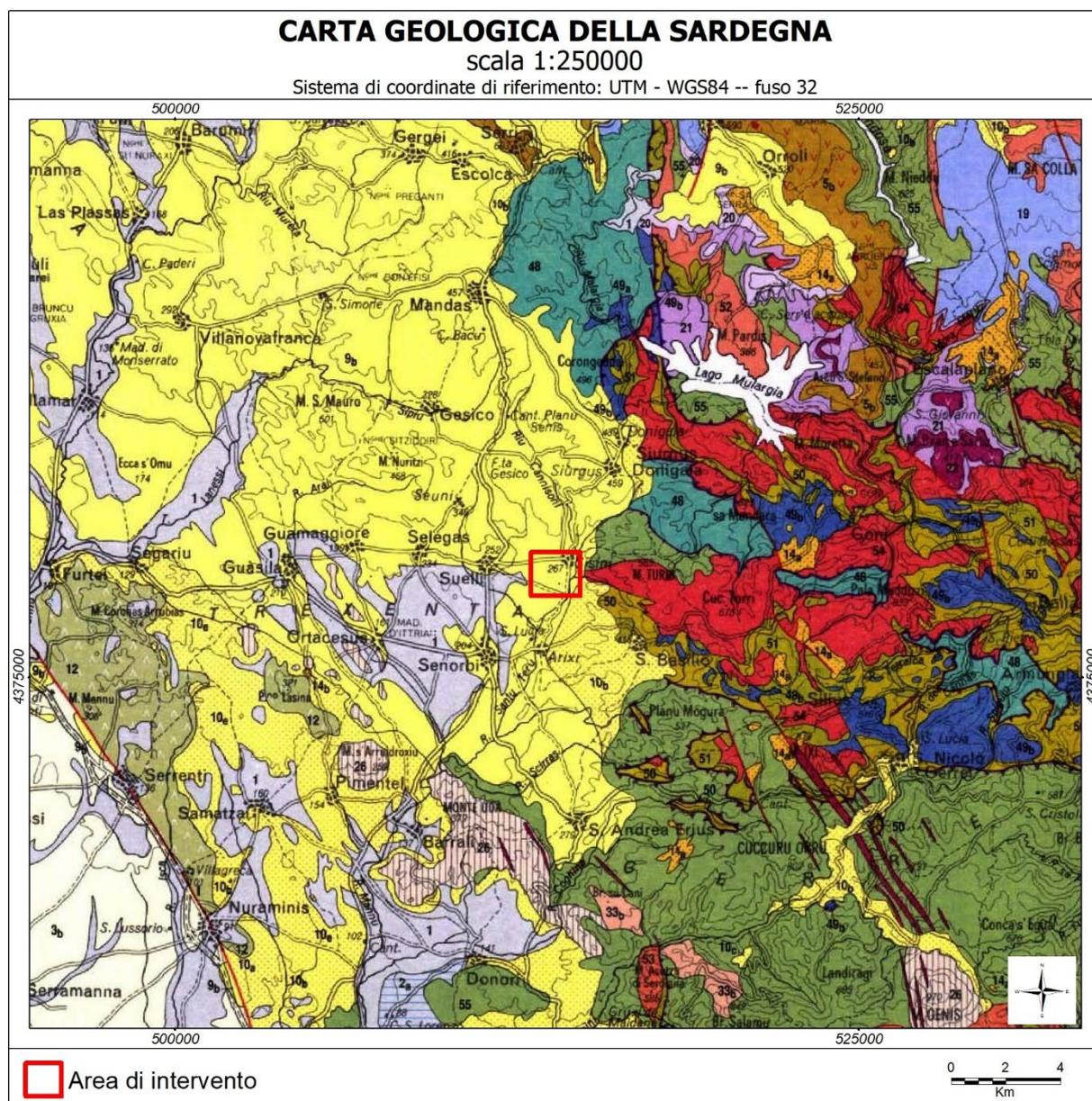
In generale il paesaggio è caratterizzato da morfologie pianeggianti e collinari conformate diffusamente sulle rocce mioceniche e quaternarie, mentre, immediatamente verso oriente, la morfologia è più aspra in corrispondenza dei rilievi strutturati sulle rocce metamorfiche e granitoidi del basamento paleozoico.

L'assetto geologico generale è ben rappresentato nella Carta geologica d'Italia in scala 1:100000 che indica con chiarezza che il settore in località Sisini è conformato su un bordo strutturale il cui basamento è costituito da rocce del Paleozoico sovrastate da conglomerati e marne arenacee datate dall'Oligocene superiore al Miocene inferiore.



La cronostratigrafia principale rappresentata nel Foglio geologico 226, in riferimento al sito di progetto ed alle aree contermini, è la seguente:

- Scisti neri e grigiocuri grafitici a graptoliti, banchi di radiolariti nere (Gothlandiano) (Siluriano) (S2sc);
- Serie comprensiva dei calcari gothlandiano – devonici con ortoceratidi alla base con Clymenie alla sommità e con intercalati banchi di scisti: spesso allo stesso livello ricorrono invece argilloscisti più o meno arenacei. Arenarie con intercalazioni di argilloscisti della stessa serie comprensiva (Pala Manna, Villaputzu, Ballao, etc.) (Siluriano – Devoniano inf.) (S2c);
- Conglomerato basale e sovrastanti marne più o meno arenacee, più o meno argillose, in alternanza con banchi di calcare – Miocene (M1cg);
- Calcari a molluschi – Miocene (M2c);
- Alluvioni recenti – Olocene (q3).



La Carta geologica della Sardegna in scala 1:250000 conferma quanto riscontrabile nella Carta geologica d'Italia in scala 1:100000, mostrando che la conformazione litologica del territorio in esame è geologicamente complessa, con il basamento Paleozoico, che affiora nelle zone limitrofe a oriente, su cui

poggiano i sedimenti conglomeratici continentali dell'Oligocene superiore - Aquitaniano e i sedimenti marini arenaceo - marnosi del Miocene inferiore, oltre alle coperture quaternarie.

La cronostratigrafia principale rappresentata nella Carta geologica della Sardegna, in riferimento al sito di progetto ed alle aree contermini, è la seguente:

- Arenarie di S. Vito – Metarenarie micacee e quarziti alternate a metapeliti e rari metaconglomerati, con piste, impronte di Meduse e Acritarchi. (Cambriano medio – Ordoviciano inferiore) (55);
- Metarioliti e metariodaciti con fenocristalli da millimetrici a decimetrici di Kfs (Porfiroidi a piccoli fenocristalli, Porfiroidi a grandi fenocristalli, Auct.); alla base quarziti, metarenarie, metaconglomerati poligenici con elementi di metavulcaniti, metaepiclastiti, metagrovacche. (Ordoviciano medio) (54);
- Metapeliti scure carboniose (Scisti a graptoliti Auct.), nella parte inferiore livelli di quarziti nere (Liditi Auct.), con Graptoliti; nella parte superiore metacalcari nodulari, con Orthoceratidi, Crinoidi, Tentaculiti pelagici e Conodonti. (Siluriano inf. – Devoniano inf.) (50);
- Formazione di Ussana – Conglomerati poligenici e arenarie continentali, con matrice argillosa rossastra; nella parte alta microconglomerati, arenarie e siltiti, litorali, con Ostreidi, Mitilidi, Ceritidi; conglomerati fluviali (Oligocene sup. – Aquitaniano) (10b);
- Marne arenacee e siltose, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali-epibatiali, con Foraminiferi planctonici delle zone N7 e n8, Molluschi pelagici, Molluschi bentonici, Echinoidi, Coralli Bianchi (formazione delle Marne di Gesturi, formazione della Marmilla p.p. Auct.) – (Marmilla, Trexenta...) (Burdigaliano sup. – Langhiano medio-sup.) (9b);
- Ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali, travertini. (Olocene) (1).

Il basamento paleozoico che caratterizza i rilievi montuosi che si ergono a Est, fa parte delle Falde esterne appartenenti al Complesso Metamorfico di Basso e Medio Grado della Catena ercinica, evolutasi, attraverso subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione a partire dal Siluriano e collisione continentale, con importante ispessimento crostale, metamorfismo e magmatismo, durante il Devoniano e il Carbonifero.

Le Falde esterne si sono messe in posto traslando da NE verso SW e caratterizzano la struttura geologica del basamento paleozoico della Sardegna che si estende dalla Barbagia fino all'Iglesiente-Sulcis, sono costituite da originarie successioni sedimentarie e vulcaniche di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero inferiore.

Tutte le Unità tettoniche della Zona delle Falde esterne presentano significative differenze nelle successioni stratigrafiche ed in particolare per quanto riguarda la successione vulcanica e vulcano-sedimentaria che appartiene all'Ordoviciano medio.



Figura 1 - Schema della Catena ercinica – STRUCTURAL MODEL OF THE HERCYNIAN BASEMENT OF SARDINIA (Carmignani et Alii 1987).

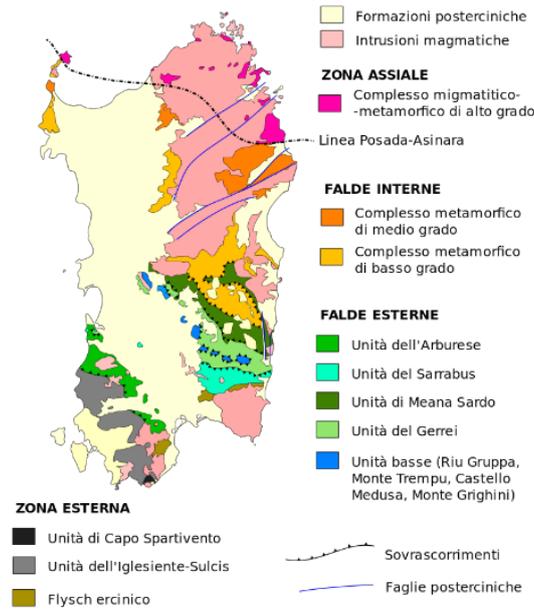


Figura 2 - Schema strutturale del basamento metamorfico e cristallino paleozoico della Sardegna.

Dal Carbonifero superiore e nel Permiano si inverte la dinamica crostale e si sviluppa una prolungata fase distensiva post-collisionale durante la quale si ha la riesumazione delle metamorfiti e la messa in posto del complesso magmatico calcocalcino tardo-ercinico.

Nella zona studiata non affiorano i prodotti del complesso intrusivo tardo ercinico, il basamento metamorfico paleozoico è di fatto rappresentato da differenti Unità tettoniche della Zona a falde esterne del tratto sardo della catena ercinica. In particolare si evidenzia che i rilievi a est dell'area di progetto sono conformati sulle rocce dell'Unità de Gerrei (sottounità di Arcu de su Bentu).

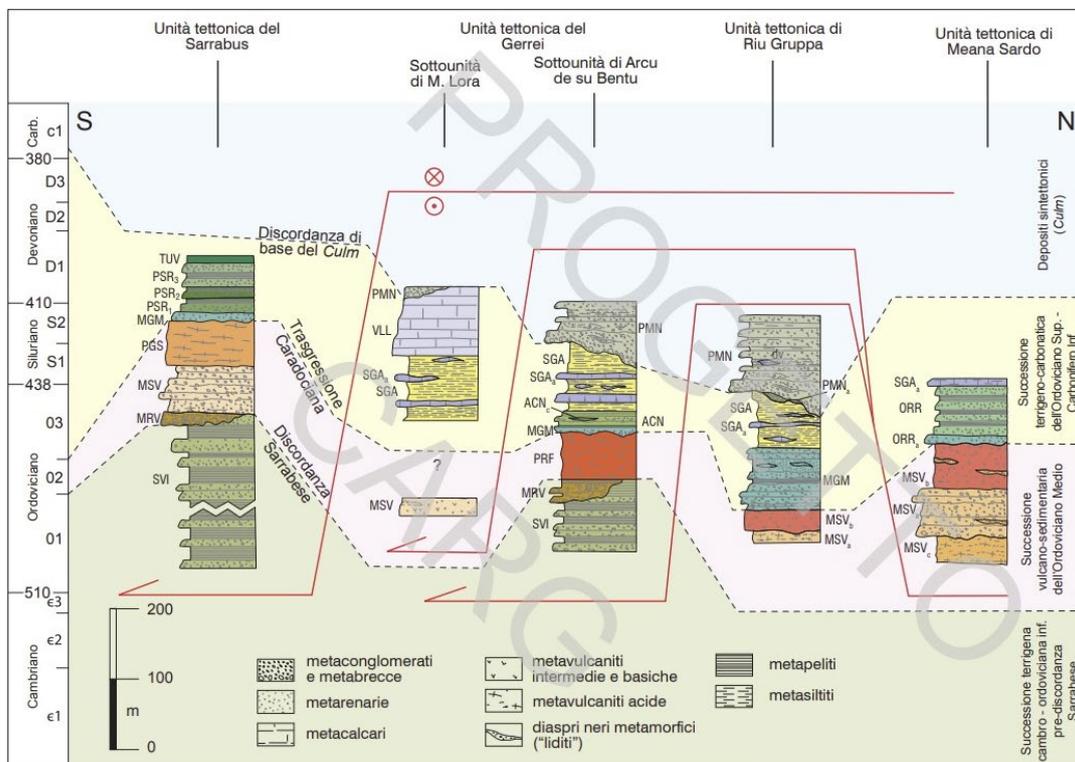


Figura 3 – Schema litostratigrafico delle singole Unità tettoniche del basamento ercinico affioranti nel Foglio 548 "Senorbi".

La successione stratigrafica che caratterizza il basamento paleozoico nell'Unità del Gerrei presenta importanti discordanze, la più antica è la "Discordanza Sarrabese", una discordanza angolare che separa la successione del Cambriano - Ordoviciano inferiore dal complesso vulcanico dell'Ordoviciano medio; la seconda discordanza è di tipo non-conformity tra il complesso vulcanico dell'Ordoviciano medio e la successione trasgressiva dell'Ordoviciano superiore denominata in letteratura "Trasgressione caradociana"; la terza discordanza si riscontra alla base della successione terrigena del Carbonifero inferiore, quasi sempre rappresentata da contatti tettonizzati. Queste discordanze separano le seguenti sequenze:

- Successione terrigena del Cambriano – Ordoviciano inferiore pre-Discordanza sarrabese;
- Successione vulcano-sedimentaria dell'Ordoviciano medio;
- Successione terrigena e carbonatica dell'Ordoviciano superiore – Devoniano – Carbonifero inferiore;
- Depositi sintettonici tipo Culm (Carbonifero inferiore).

Nell'area di studio non compaiono i termini paleozoici, ma nelle immediate vicinanze a Est, si possono comunque riconoscere in affioramento le litologie appartenenti alla Successione terrigena del Cambriano – Ordoviciano inferiore pre-Discordanza sarrabese (Arenarie di San Vito, Metaconglomerati di Muravera), con sporadici affioramenti dei Porfiroidi Auct. Appartenenti Successione vulcano-sedimentaria dell'Ordoviciano medio.

La "Successione vulcano-sedimentaria dell'Ordoviciano medio" caratterizza tutte le Falde esterne ed è costituita da grandi spessori di metavulcaniti e metaepiclastiti discordanti sulle metarenarie della "Successione terrigena del Cambriano – Ordoviciano inferiore pre-Discordanza sarrabese"; i prodotti magmatici, di composizione da andesitica a riolitica, sono attribuiti ad un arco vulcanico continentale e riferiti alla fase di subduzione di crosta oceanica.

La "Successione terrigena e carbonatica dell'Ordoviciano superiore – Devoniano – Carbonifero inferiore" nella sua parte basale testimonia la trasgressione marina sugli apparati vulcanici "Trasgressione caradociana" ed è rappresentata da depositi detritici anche grossolani di ambiente costiero (Caradoc) seguiti da depositi pelitico-arenacei con intercalazioni carbonatiche, di ambiente neritico (Caradoc-Ashgill). Alla fine dell'Ordoviciano, il dominio sedimentario è subacqueo di mare aperto relativamente poco profondo, con apporti da terre emerse scarsi o assenti; questa condizione perdurerà anche nel Siluriano, Devoniano e Carbonifero inferiore.

Nel Carbonifero inferiore i "Depositi sintettonici tipo Culm" ricoprono l'intera successione e vengono rapidamente coinvolti nell'Orogenesi ercinica, questi depositi, noti come Formazione di Pala Manna, affiorano nel Sarrabus, nel Gerrei e nel Sulcis e sono costituiti generalmente da alternanze di metarenarie, metasiltiti e metapeliti con intercalazioni di metaconglomerati, metabrecce e olistoliti. Questi depositi di avanfossa, con tutta probabilità, derivano dallo smantellamento delle porzioni più interne, precocemente deformate ed emerse, della catena ercinica.

Non sono presenti in tutto il settore del Gerrei occidentale litologie del Mesozoico, era in cui la Sardegna ha vissuto una sostanziale stabilità tettonica, mentre affiorano diffusamente le rocce del Cenozoico ed in particolare quelle della Successione sedimentaria Oligo-miocenica; infatti, nell'Oligocene superiore – Miocene inferiore la tettonica alpina coinvolge anche il Blocco Sardo-Corso, ma nella Sardegna meridionale gli effetti della tettonica sono molto modesti; nel Miocene inferiore-medio, contemporaneamente alla rotazione del Blocco Sardo-Corso (Burdigaliano), si sviluppa un sistema di fosse tettoniche con sedimentazioni di ambiente marino intercalate da episodi vulcanici calcalalini.

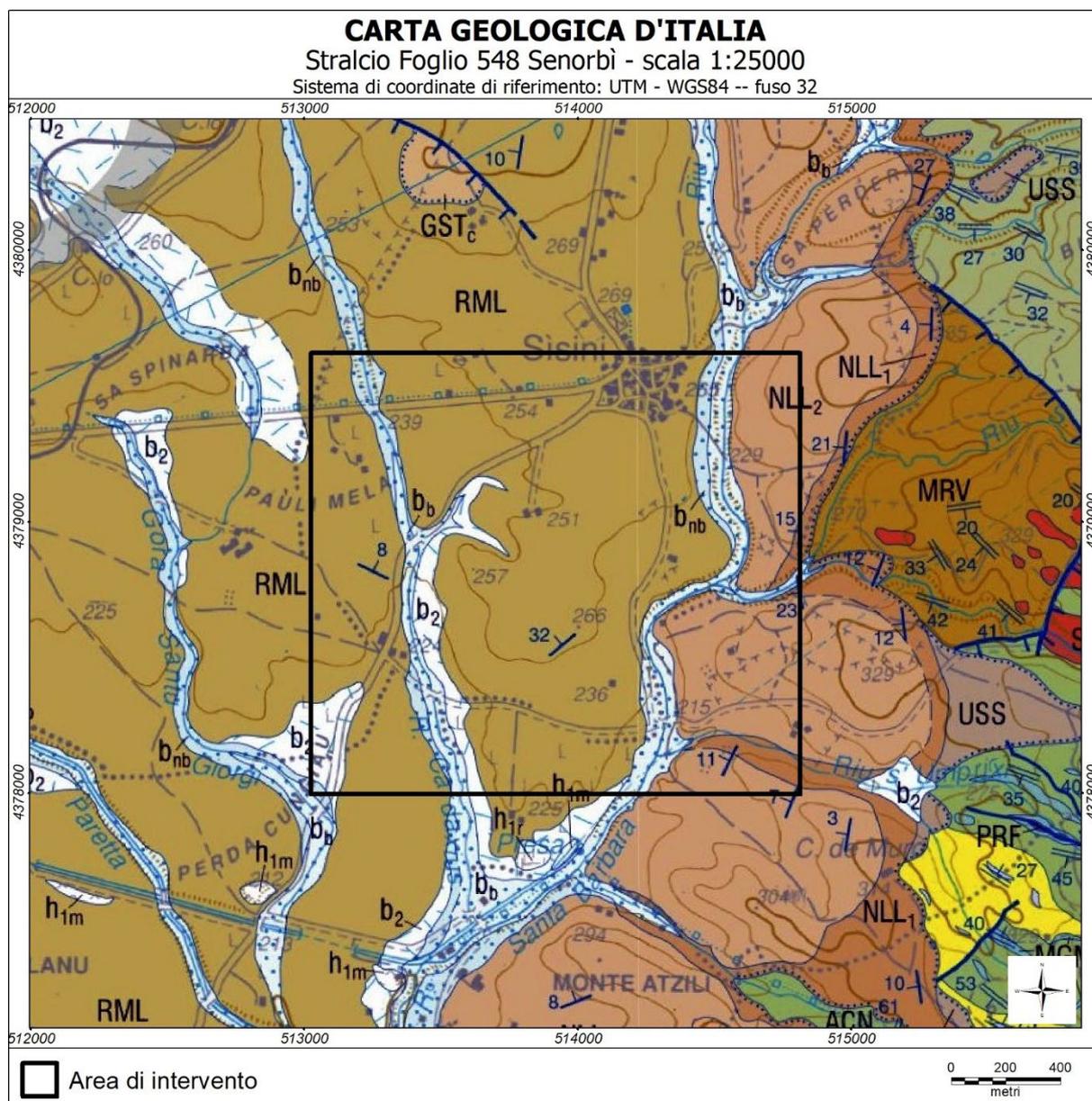
La fase tettonica distensiva riprende nel Miocene superiore, fino al Pliocene-Pleistocene, che favorisce nel Pliocene inferiore una nuova trasgressione marina, sebbene breve e localizzata, ma anche la messa in posto di prodotti magmatici effusivi prevalentemente basici; queste rocce non affiorano nell'area vasta esaminata.

Nell'area vasta dei rilievi a Est di Sisini sono pertanto ben evidenti gli effetti della tettonica ercinica di fase collisionale e di fase distensiva; nell'Unità tettonica del Gerrei con sovrascorrimenti, faglie dirette, assi di pieghe sinclinali e anticlinali, scistosità di vario grado.

La tettonica del Cenozoico caratterizzata da fasi compressive e distensive e vulcanismo calcalalino, con l'apertura della "Fossa Sarda", ha interessato anche il settore in cui si inquadra l'area di studio e in

particolare per quanto riguarda la deposizione di sedimenti oligo-miocenici di ambiente continentale e di ambiente marino che appunto affiorano diffusamente nell'area specificatamente studiata.

Come detto in precedenza sia le litologie del basamento paleozoico 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.



6.2 CRONOSTRATIGRAFIA E LITOLOGIA NELL'AMBITO RISTRETTO

Nel settore ristretto, di interesse per gli obiettivi del presente studio, non si riconoscono in affioramento le rocce metamorfiche del basamento paleozoico, mentre sono diffusi gli affioramenti delle litologie Oligo-mioceniche del 1° ciclo miocenico appartenenti alla Formazione di Nurallao e alla Formazione della Marmilla, quest'ultima abbondantemente diffusa in tutto il settore in studio.

I depositi sedimentari del 1° ciclo miocenico mostrano una progressiva evoluzione da ambienti deposizionali continentali (Formazione di Ussana, non affiorante nell'ambito ristretto) ad ambienti di transizione (Formazione di Nurallao, affiorante limitatamente a Est), con un passaggio verticale e laterale verso ambienti più distali a bassa energia Formazione delle Marmilla.

Queste rocce sedimentarie Oligo-mioceniche di ambiente continentale e marino, poggiano in discordanza stratigrafica, con un contatto molto ben evidente ad Est del sito di progetto, sui Metaconglomerati di Muravera e sulle Arenarie di San Vito che caratterizzano il basamento paleozoico dell'Unità tettonica del Gerrei.

- Formazione di Nurallao – Conglomerato di Duidduru (Oligocene sup. – Burdigaliano inf.) – NLL₁

Il conglomerato di Duidduru, marca l'inizio delle deposizioni di ambiente marino, è costituito da ciottoli eterometrici, arrotondati e sub-arrotondati, in matrice carbonatica, con lenti e orizzonti arenacei e più raramente biocalcarenitici.

- Formazione di Nurallao – Arenarie di Serra Longa (Oligocene sup. – Burdigaliano inf.) – NLL₂

Le Arenarie di Serra Longa, in continuità stratigrafica con il conglomerato di Duidduru testimoniano il passaggio alla deposizione marina di mare poco profondo, prossimale-litorale e sono costituite da arenarie, talvolta ben cementate, ma anche da sabbie sciolte e da livelli di calcareniti e arenarie calcaree fossiliferi.

La Formazione di Nurallao, nella fattispecie delle Arenarie di Serra Longa, passa verticalmente e orizzontalmente in eteropia verso la Formazione della Marmilla, a testimonianza della progressiva mutazione dell'ambiente sedimentario in un mare trasgressivo.

- Formazione della Marmilla (Aquitano – Burdigaliano inf.) – RML

La Formazione della Marmilla, che caratterizza in maniera diffusa tutto il settore di intervento, è costituita da alternanze marnoso-arenacee giallognole ad elevata componente vulcanica, talora torbiditiche, di ambiente marino distale ricche in Foraminiferi e fauna planctonica. A volte l'alternanza si presenta con prevalenti livelli marnosi, a volte arenacei anche molto ben cementati. Questa formazione è interessata da faglie sin-sedimentarie e nelle sequenze marnoso-arenacee possono riscontrarsi livelli di piroclastiti e arenarie tufitiche, a testimonianza dell'attività tettonica e vulcanica che ha coinvolto nel Miocene inferiore il bacino di sedimentazione.

La potenza della Formazione della Marmilla è di diverse centinaia di metri ed in genere la giacitura è sub-orizzontale o molto poco inclinata, con inclinazioni che aumentano laddove le sequenze sono dislocate da faglie dirette.

Come detto in precedenza, la Formazione della Marmilla alla base passa, gradualmente, sia in senso verticale e sia in senso orizzontale alle Arenarie di Serra Longa, mentre il tetto della formazione è rappresentato dai sedimenti del II° ciclo sedimentario miocenico (Marne di Gesturi) che non affiorano nell'area studiata e tantomeno nei territori contermini.

- Depositi alluvionali terrazzati (Olocene) - b_{nb}

Si tratta di sedimenti a prevalente componente sabbiosa, derivanti dallo smantellamento delle litologie arenaceo-marnose mioceniche, depositi lungo i torrenti che attraversano la zona di interesse, Riu Piscina Manna e Riu Funtana Crobu, ai lati degli alvei attuali, solo in occasione di eventi idrometeorici eccezionali, interessati da dinamiche alluvionali.

- Coltri eluvio-colluviali (Olocene) – b₂

Si tratta di depositi di versante e di alterazione del substrato in situ che si possono riconoscere ai bordi dei fondovalle ricompresi tra versanti collinari, ai margini dei terrazzi alluvionali, ma anche in aree morfologicamente depresse che ne favoriscono l'accumulo. Sulle rocce della Formazione della Marmilla questi depositi hanno componente sabbioso-limosa e raramente presentano componenti a granulometria maggiore.

- Depositi alluvionali (Olocene) – b_b

Si tratta dei sedimenti degli alvei attuali a prevalente componente sabbioso-limosa che caratterizzano i depositi mobili degli alvei in evoluzione del Riu Piscina Manna e Riu Funtana Crobu, sono coinvolti negli episodi di piene ordinarie e straordinarie nei processi di erosione, trasporto e sedimentazione.

6.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

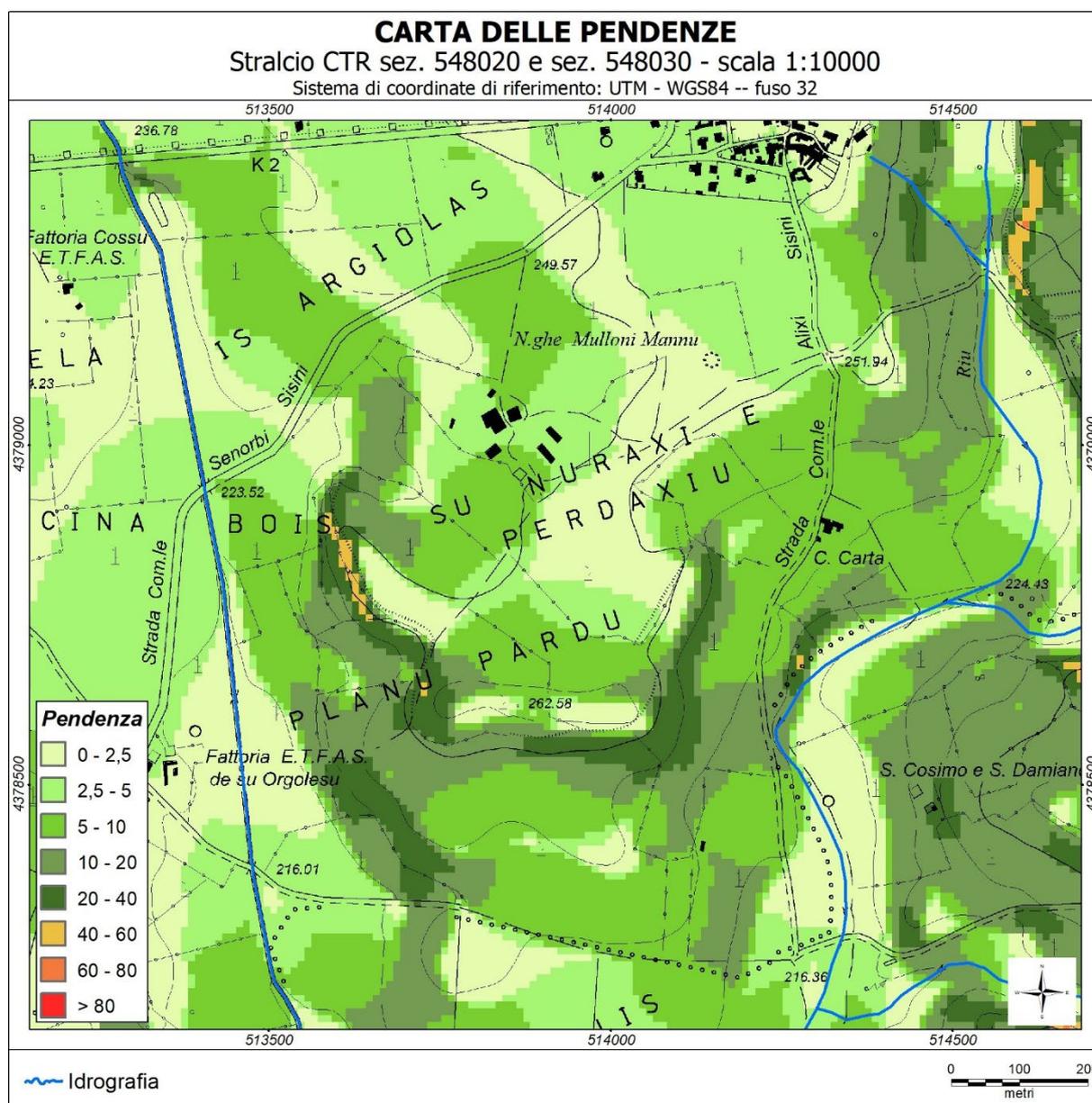
L'assetto morfologico dell'area esaminata appare determinato dalla presenza antropica, il sito di intervento è inserito in un paesaggio agrario dove la morfologia dei luoghi e la dinamica geomorfologica sono il risultato delle trasformazioni antropiche.

L'odierna configurazione del paesaggio è fortemente legata alle stratificazioni antropiche: centro urbano di Sisini, opere infrastrutturali idrauliche e viarie che interferiscono chiaramente sul territorio e sulla dinamica evolutiva.

Questa configurazione antropogenica si inserisce nel contesto morfologico delineato dai rilievi residuali Oligo-miocenici con forme morbide, arrotondate che passano a forme decisamente più aspre e accidentate dei rilievi orientali conformati sulle litologie paleozoiche.

La fascia collinare, pedemontana, modellata sulle rocce arenacee, con blande pendenze, si raccorda ai fondovalle alluvionali in maniera graduale con un passaggio normalmente contrassegnato dalla presenza di depositi eluvio colluviali a bassissimo angolo e depositi alluvionali terrazzati.

Nel sito specifico si osserva la conformazione blanda del paesaggio pedemontano, con pendenze che solo localmente si accentuano in corrispondenza di cornici determinate dalle differenziazioni litologiche con morfologie tipo *cuestas* (Planu Pardu).

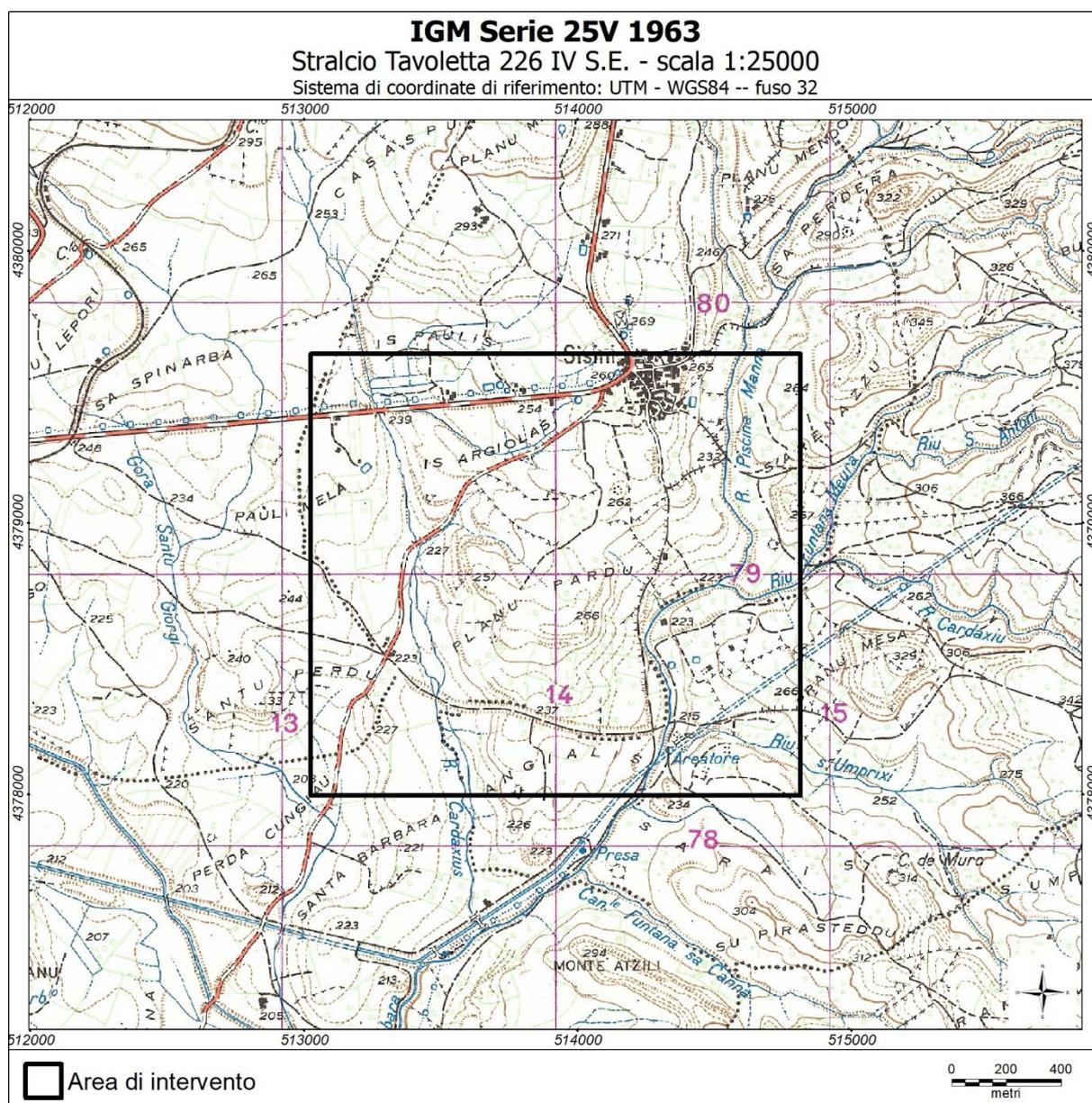


Elementi determinanti del contesto morfoevolutivo dell'area sono gli impluvi del Riu Funtana Crobu e del Riu Piscina Manna, il reticolo idrografico in ogni caso presenta evidenti modificazioni che in particolare hanno interessato il bacino del Riu Funtana Crobu.

I due corsi d'acqua che confluiscono poco a valle del sito di progetto presentano importanti bacini idrografici, ma quello del Riu Piscina Manna è decisamente più ampio e modellato sui rilievi strutturati sulle rocce paleozoiche.

Il corso d'acqua Riu Funtana Crobu nel tratto che si sovrappone all'area di studio è stato rettificato con un canale in calcestruzzo, mentre in origine presentava un andamento articolato e completato da elementi drenanti dei bacini idrografici in sinistra idraulica in località Is Argiolas e Planu Pardu. Le morfologie e le tracce di questo sistema di drenaggio che oggi non compare nel reticolo ufficiale della Regione Sardegna sono comunque evidenti.

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 Riu Piscina Manna, che a differenza del Riu Funtana Crobu, presenta ancora condizioni di naturalità.



Si tratta evidentemente di corsi d'acqua di modesta rilevanza, a regime torrentizio, fortemente influenzato dalle precipitazioni, che, per quanto potuto conoscere, non hanno generato condizioni di criticità idraulica; ad ogni modo su questi corsi d'acqua vigono i vincoli imposti dal PAI.

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 arature.

6.4 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 1.

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 1 - 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 3 unità idrogeologiche, come indicate nella Tabella 2, nella quale si mettono in relazione le litologie rilevate nell’area di studio con l’unità idrogeologica e la descrizione della permeabilità associata.

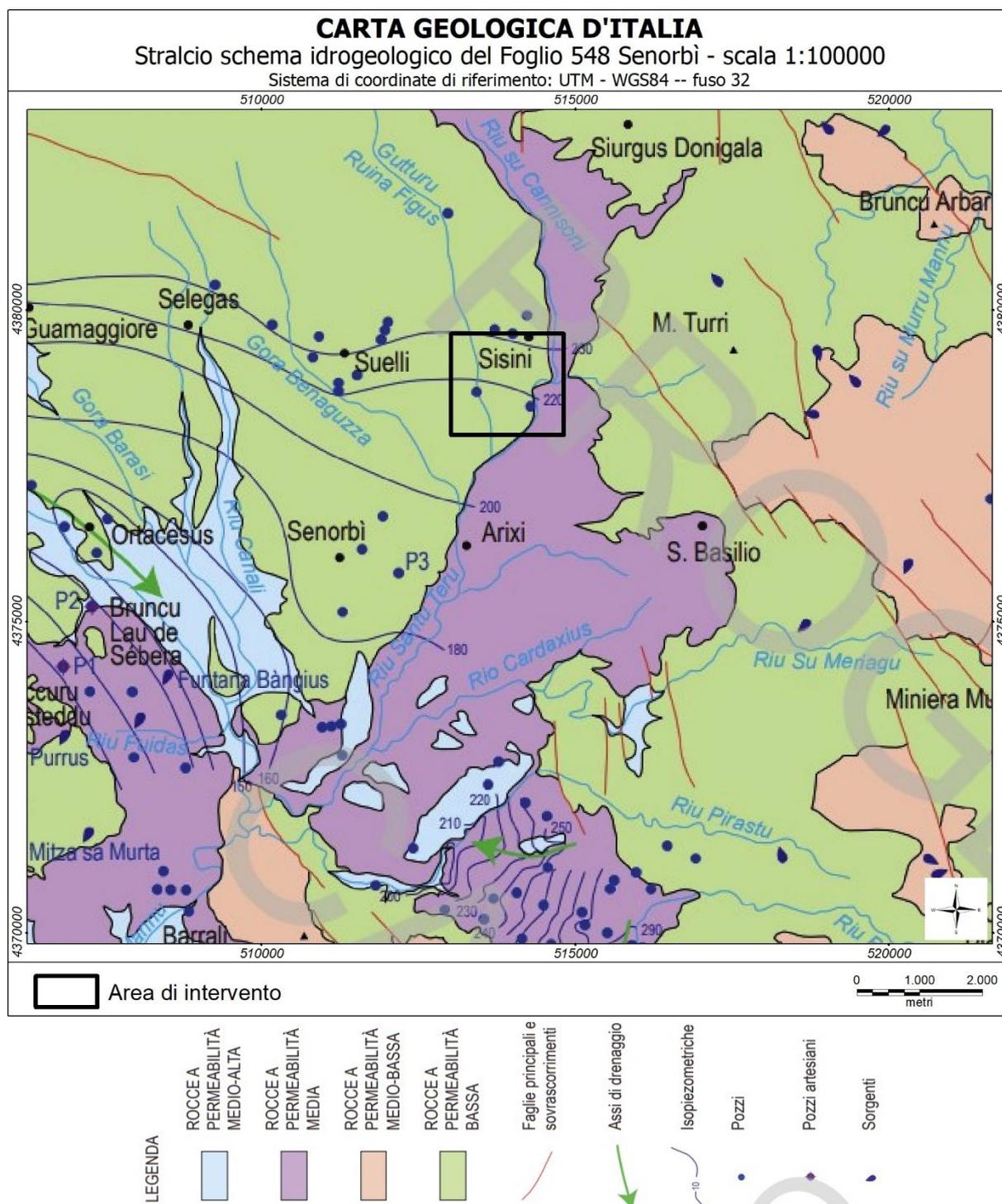
Nel contesto litostratigrafico e idrogeologico dell’area di intervento le litologie dell’Unità 2, sovrastano le litologie dell’Unità 6a e dell’Unità 6b.

UNITA’	NOME UNITA’	LITOLOGIA	PERMEABILITA’
2	Unità delle alluvioni plio-quadernarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustropalustri, discariche minerarie	Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
6a	Unità detritico carbonatica oligo-miocenica inferiore	Conglomerati, arenarie, marne, tuffiti, 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
6b		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

Tabella 2 – Unità idrogeologiche caratteristica del territorio dell’area di studio, descrizione delle litologie costituenti, del tipo e del grado qualitativo di permeabilità, tabella derivata da “Linee Guida per l’Adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al P.P.R. e al PAI Prima Fase - Il riordino delle conoscenze”.

Nel territorio indagato non sono segnalate manifestazioni sorgentizie, sono segnalati alcuni pozzi che presumibilmente intercettano una falda sub superficiale di scarsa importanza in quanto le caratteristiche idrogeologiche delle litologie affioranti e sub-affioranti sono scarse e difficilmente, per la loro bassa permeabilità non possono ospitare un acquifero produttivo. È però del tutto probabile che in profondità

nelle rocce pseudocoerenti a granulometria maggiore o in quelle coerenti (bancate arenacee e conglomeratiche) si possa rilevare la presenza di un acquifero con discrete qualità idrogeologiche.



6.5 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.

Nella cartografia citata il territorio dell'area di intervento è compreso tra le unità cartografiche 4, 22, 23, rispettivamente impostate sui substrati del basamento paleozoico metamorfico e l'unità 22 e l'unità 23 che risultano essere impostate sulle rocce conglomeratiche e arenaceo marnose del Miocene, come indicato nella Tabella 3.

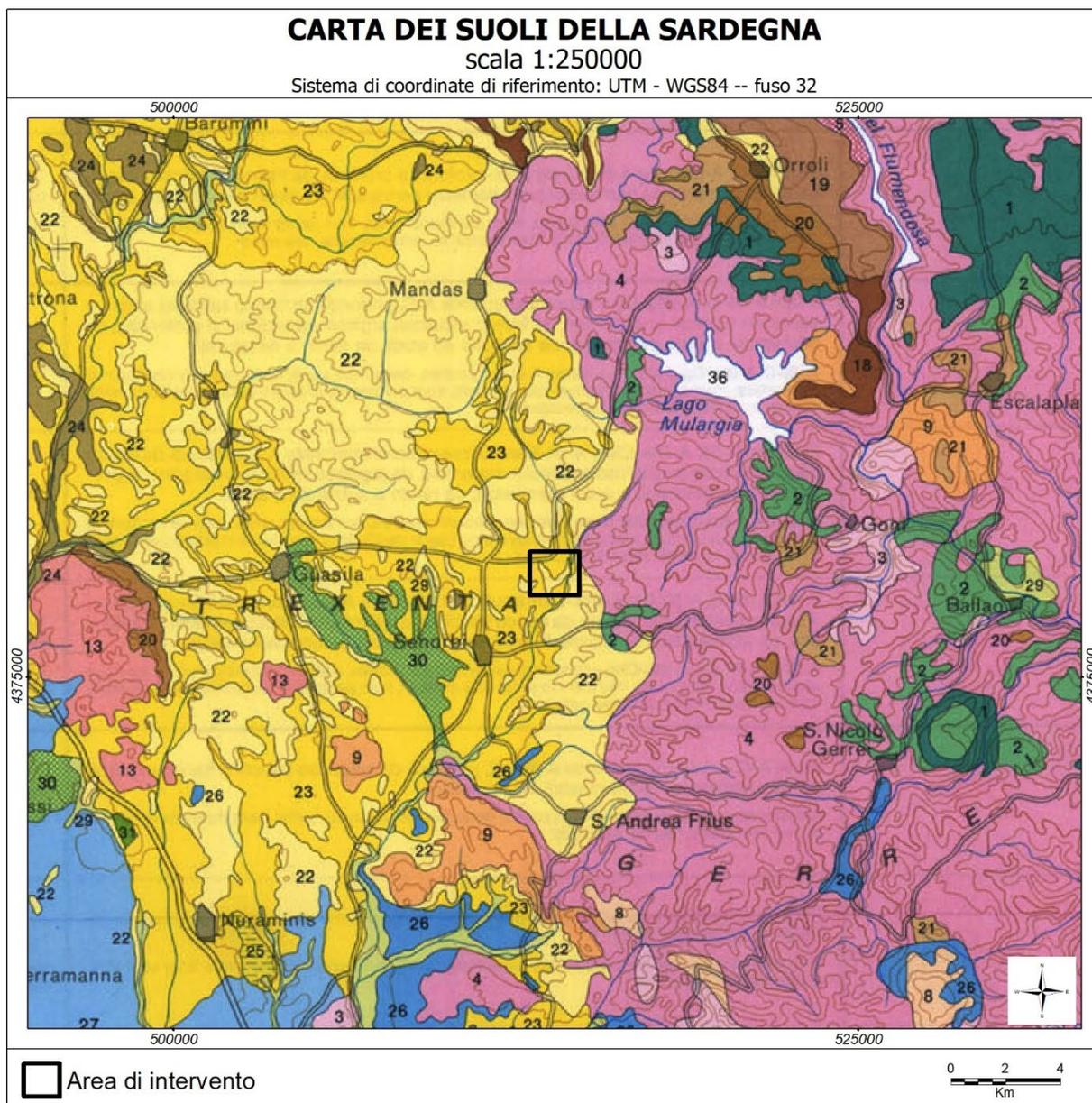
Unità di paesaggio e substrati	Morfologia	Unità cartografica
Paesaggi su metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante	Aree con forme da aspre a subpianeggianti al di sotto di 800-1000 m, con scarsa copertura arbustiva ed arborea	4
Paesaggi su marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi di colluviali.	Aree con forme ondulate, sulle sommità collinari e in corrispondenza dei litotipi più compatti, quasi prive di copertura arbustiva ed arborea.	22
Paesaggi su marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi di versante.	Aree con forme da ondulate a pianeggianti con prevalente utilizzazione agricola.	23

Tabella 3 - Unità cartografiche della Carta geopedologica della Sardegna (Aru et alii, 1991) con descrizione sommaria della litologia e della morfologia che le contraddistinguono.

Unità cartografica	Descrizione dei suoli	Classificazione (U.S.D.A. Soil Taxonomy 1988)	Classi di capacità d'uso	Limitazioni d'uso	Attitudini e interventi
4	Profili A-C, A-Bw-C e subordinatamente A-Bt-C e roccia affiorante, da poco a mediamente profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subacidi, parzialmente desaturi.	TYPIC, DYSTRIC e LITHIC XERORTHENTS TYPIC, DYSTRIC e LITHIC XEROCHREPTS subordinatamente PALEXERALFS, HAPLOXERALFS, ROCK OUTCROP, XEROFLUVENTS	VII - VI	A tratti, rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro. Forte pericolo di erosione.	Conservazione e ripristino della vegetazione naturale; riduzione graduale del pascolamento; a tratti colture agrarie.
22	Profili A-C, roccia affiorante e subordinatamente A-Bw-C, poco profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, permeabili, subalcalini, saturi.	LITHIC XERORTHENTS, ROCK OUTCROP subordinatamente XEROCHREPTS	VI - VII	Rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro e di carbonati, forte pericolo di erosione.	Pascoli migliorati con specie idonee ai suoli a reazione subalcalina, possibili impianti di specie arboree resistenti all'aridità.
23	Profili A-BW-C e A-C, da mediamente profondi a profondi, da franco sabbiosi a franco-sabbioso-argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, sub alcalini, saturi.	TYPIC e VERTIC XEROCHREPTS; CALCIXEROLLIC XEROCHREPTS; TYPIC XERORTHENTS, subordinatamente XEROFLUVENT	I-II-III	A tratti tessitura fine, eccesso di carbonati. Moderato pericolo di erosione.	Colture erbacee e arboree anche irrigue.

Tabella 4 - Unità cartografiche caratteristiche del territorio indagato, indicazione dei suoli e delle principali caratteristiche

La Tabella 4 riassume le caratteristiche dei suoli che possono riscontrarsi nell'area in studio, in particolare si evidenzia che i suoli presenti appartengono prevalentemente alla unità cartografica 23, ovvero quelli più diffusi nei settori a morfologie sub pianeggianti, con classi di capacità d'uso elevata e destinazione a colture erbacee anche irrigue.



Nel settore indagato, per quanto potuto osservare, attraverso un esame geopedologico preliminare, sulle rocce mioceniche e sui depositi eluvio colluviali che caratterizzano i pendii poco inclinati e sub pianeggianti su cui si individua l'area di progetto, soggetti a normali processi evolutivi di carattere geomorfologico e pedologico e conformati su morfologie blande in aree con prevalente utilizzo a colture erbacee, i suoli che si rinvennero sono tipo Typic e Vertic Xerochrepts, con profili A-Bw-C, tessitura sabbiosa, mediamente permeabili, comunque caratterizzati da drenaggio lento; spesso presentano conducibilità idraulica verticale ridotta per la presenza di orizzonti a forte concentrazione di matrice argillosa, poco soggetti ad erosione in ragione della morfologia su cui sono evoluti.

Nel settore di intervento, corrispondente ad un contesto agricolo storicizzato, le coperture geopedologiche sono da anni interessate dalle lavorazioni agrarie e da colture erbacee, ad ogni modo l'attenzione alla conservazione della risorsa suolo, quindi delle proprie caratteristiche strutturali, delle proprie caratteristiche microclimatiche, anche attraverso il mantenimento di complementari e compatibili colture agrarie erbacee, riveste un ruolo importante anche nel potenziale cambiamento d'uso derivante dall'impianto del campo fotovoltaico.

7. 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 giaciture 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 evidenziano che il substrato nell'area di intervento è costituito dai sedimenti marini marnoso arenacei del miocene (Formazione della Marmilla), di cui non è stata valutata la potenza, sormontati localmente da depositi colluviali ed eluviali e da coltri geopedologiche; alla base delle litologie della Formazione della Marmilla è del tutto plausibile, per quanto riscontrato, che si ritrovino le litologie della Formazione di Nurallao con le Arenarie di Serra Longa e alla base il Conglomerato di Duidduru e/o la Formazione di Ussana.

La stratificazione delle rocce della Formazione della Marmilla è poco inclinata e spesso le bancate arenacee maggiormente coerenti rispetto alle marne 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 Riu Funtana Crobu che oggi è canalizzato con sezione trapezia regolare e rettificato.

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'insacco o allo sviluppo di dissesti a carattere franoso.

Da un punto di vista geologico-tecnico, oltre alle considerazioni appena addotte, stabilito che il substrato su cui si configura l'area di intervento sia costituito dalla litologie marnose e marnoso arenacee, è opportuno aggiungere una serie di considerazioni di carattere litotecnico da specificare con una adeguata campagna di indagine geotecnica, finalizzata all'acquisizione di caratteristiche e parametri geomeccanici per una corretta progettazione geotecnica.

In generale le rocce della Formazione della Marmilla si presentano come alternanze di marne ad elevata componente argillosa, di sabbie marnose compattate, di sabbie argillose debolmente addensate, di livelli, lenti e banchi arenacei, ma anche di più rari livelli e lenti di piroclastiti ed epiclastiti pomicee di potenza decimetrica o pluridecimetrica.

Sebbene le rocce marnose, in generale, esclusi i termini epiclastici pomicei, presentino buone proprietà meccaniche connesse al grado di compattazione, alla presenza di livelli cementati e quindi buoni parametri geotecnici caratteristici, essendo rocce pseudocoerenti sono particolarmente soggette a modifiche del loro stato fisico, per alterazione dello stato di aggregazione e cementazione, soprattutto in presenza d'acqua; di fatto il loro comportamento meccanico è molto variabile nel tempo in funzione del grado di umidità, al crescere del quale tendono a modificare la loro struttura rigonfiandosi e ritirandosi, ovvero ad assumere le caratteristiche delle terre fini, limoso argillose, incoerenti, coesive e plastiche.

Inoltre le litologie marnose in esame, come abbondantemente osservato, presentano una serie di soluzioni di continuità sia in senso verticale che in senso orizzontale dovute alle caratteristiche litologiche, alle modalità deposizionali, ma anche e soprattutto ai processi di fratturazione e disgregazione legata al disseccamento e alla dilatazione ed all'alterazione.

Le soluzioni di continuità osservate in senso verticale sono chiaramente evidenti e coincidenti con i giunti di stratificazione, sempre in senso verticale e nelle rocce non coerenti, si può osservare un complesso sistema di giunti di foliazione subparalleli che rendono i litotipi a maggiore componente limoso argillosa, particolarmente scagliosi. Questa struttura scagliosa o a "saponetta" è chiaramente da associare a processi di rilascio tensionale, a fenomeni di disseccamento dei sedimenti e alla pressione litostatica a cui gli stessi sono stati assoggettati nella loro diagenesi.

Le soluzioni di continuità osservate in senso orizzontale sono da imputare alle variabili geolitologiche; nelle litologie marnose, addensate e sovraconsolidate, alla struttura scagliosa che le caratterizza, negli strati e soprattutto nei livelli lapidei di scarsa potenza alla fratturazione delle rocce a comportamento rigido.

La presenza di giunti di stratificazione e di giunti di scagliosità e di frattura è una limitazione delle qualità geomeccaniche delle litologie, sia in termini di resistenze in generale, sia in termini di comportamento anisotropo, verticale ed orizzontale, relativamente a sollecitazioni di compressione o di trazione, con comportamento differenziale anche in ragione del contenuto d'acqua che li può contraddistinguere.

8. 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 è costituito dalle rocce marnose arenacee della Formazione della Marmilla che, sebbene siano caratterizzate da buone a ottime qualità geomeccaniche, presentano le tipiche caratteristiche delle rocce pseudocoerenti per cui, se si trovano in condizioni di umidità critiche, perdono coerenza e possono assumere il comportamento meccanico delle terre fini e plastiche.

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 non mette in evidenza la presenza di acquiferi superficiali o emergenze idriche che possano interferire con le opere previste o essere alterate dai lavori o dalle opere in esercizio.

In generale, per quanto potuto osservare, il sito di interesse è ubicato in una zona sostanzialmente stabile da un punto di vista geomorfologico: le condizioni di criticità idro-geomorfologica rilevate sono modeste, ovvero non si rilevano dissesti e/o forme di erosione intensa; mentre si deve segnalare che la presenza del reticolo idrografico determina la presenza di vincoli di natura di pericolosità idraulica secondo quanto previsto dal PAI.

In definitiva emerge che dal punto di vista geologico, intenso in senso lato, non si rinvergono condizioni limitanti la potenziale predisposizione del campo fotovoltaico, 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.