



**REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI TUILI**
Provincia del Sud Sardegna



Titolo del Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "GREEN AND BLUE TUILI"
DELLA POTENZA DI 15.190.000 kW IN LOCALITÀ "GURANU" NEL COMUNE DI TUILI

Identificativo Documento

REL_SP_01_GEO

ID Progetto	GBT	Tipologia	R	Formato	A4	Disciplina	AMB
-------------	-----	-----------	---	---------	----	------------	-----

Titolo

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA: 1:10.000 e 1:25.000

FILE: **REL_SP_01_GEO.pdf**

IL PROGETTISTA

Arch. Andrea Casula



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Andrea Casula
Geom. Fernando Porcu
Dott. in Arch. J. Alessia Manunza
Geom. Vanessa Porcu
Dott. Agronomo Giuseppe Vacca
Archeologo Alberto Mossa
Geol. Marta Camba
Ing. Antonio Dedoni
Ing. Fabio Ledda
Green Island Energy SaS

COMMITTENTE

SF ELE SRL

SF ELE SRL
Via Cantorriwo 44/C - 01021 Acquapendente(VT)
P.Iva 02368670564 pec: sfelesrl@pec.it

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
Rev.	Novembre 2021	Prima Emissione	Green Island Energy	Green Island Energy	SF ELE srl

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

GREEN ISLAND ENERGY SAS
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836
email: greenislandenergysas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può
lassativamente essere diffuso o copiato
su qualsiasi formato e tramite qualsiasi
mezzo senza preventiva autorizzazione
formale da parte di Green Island Energy SaS





INDICE

1. Premessa	3
1.1 Normativa di riferimento	3
1.2 Bibliografia e studi	4
2. Inquadramento geografico	5
3. Caratteristiche dell'opera di progetto	9
4. Inquadramento geologico	10
4.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto	13
4.2 Tettonica e caratteri geostrutturali	15
5. Inquadramento geomorfologico	15
5.1 Geomorfologia dell'area significativa al progetto	16
6. Inquadramento idrogeologico	17
6.1 Idrografia superficiale	17
6.2 Idrografia sotterranea	18
7. Inquadramento pedologico.....	20
8. Uso Del Suolo	21
9. Vincoli vigenti.....	22
9.1 PAI – Piano di Assetto Idrogeologico	22
9.2 PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.....	23
9.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali	24
10. Analisi e sismicità storica	25
10.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento	25
11. Modello Geologico	28
12. Valutazione degli impatti sulle matrici ambientali: acque, suolo e sottosuolo	29
13. Indicazioni progettuali geologico – geotecniche	30





Indice delle figure

Figura 2-1 Inquadramento dell'area oggetto di studio	6
Figura 2-2 Inquadramento topografico su CTR n° 539080	7
Figura 2-3 Inquadramento topografico su IGM Serie 1:25.000.....	8
Figura 4-1 Carta Geologica dell'area di interesse.....	12
Figura -4-2 Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000, foglio 218 Isilii	13
Figura 4-3 Sondaggi estrapolati dall'Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo (ISPRA).....	14
Figura 4-4 Caratteri geostrutturali dell'area vasta	15
Figura -4-5 Caratteri geostrutturali dell'area vasta (RAS)	15
Figura 5-1 Geomorfologia dell'area significativa.....	16
Figura 6-1 Idrografia dell'area	18
Figura-6-2 Carta delle permeabilità dei suoli e dei substrati (Fonte RAS).....	19
Figura 7-1 Carta dei Suoli (Fonte RAS).....	20
Figura 9-1 Stralcio PAI - Art.8 Art.37.....	23
Figura 9-2 Piano Stralcio Fasce Fluviali.....	24
Figura -10-1 Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito	27
Figura 11-1 Modello Geologico (6.2.1 NTC18)	28





1. Premessa

In supporto al progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrofotovoltaico denominato "Green & Blue Tuili" della potenza di 15.190.000 kW in loc. "**Guranu**" nel Comune di Tuili, il committente **SF ELE S.R.L.**, ha incaricato la Dott.ssa Geol. Marta Camba, iscritta all'Ordine dei Geologi della Sardegna sez.A n°827, sede legale in via delle fontane n°11, 09012 Capoterra (CA), P.Iva 03920410929, per la redazione della Relazione Geologica secondo quanto previsto dalle NTC 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), con l'obiettivo analizzare le caratteristiche geologico-morfologiche e i possibili impatti sulle matrici ambientali dell'area interessata dal suddetto lavoro.

1.1 Normativa di riferimento

- D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale
- DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale
- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici
- Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.
- Norme Tecniche di Attuazione PAI approvate con Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 1 del 03/10/2019





1.2 Bibliografia e studi

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

Regione Autonoma della Sardegna:

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

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

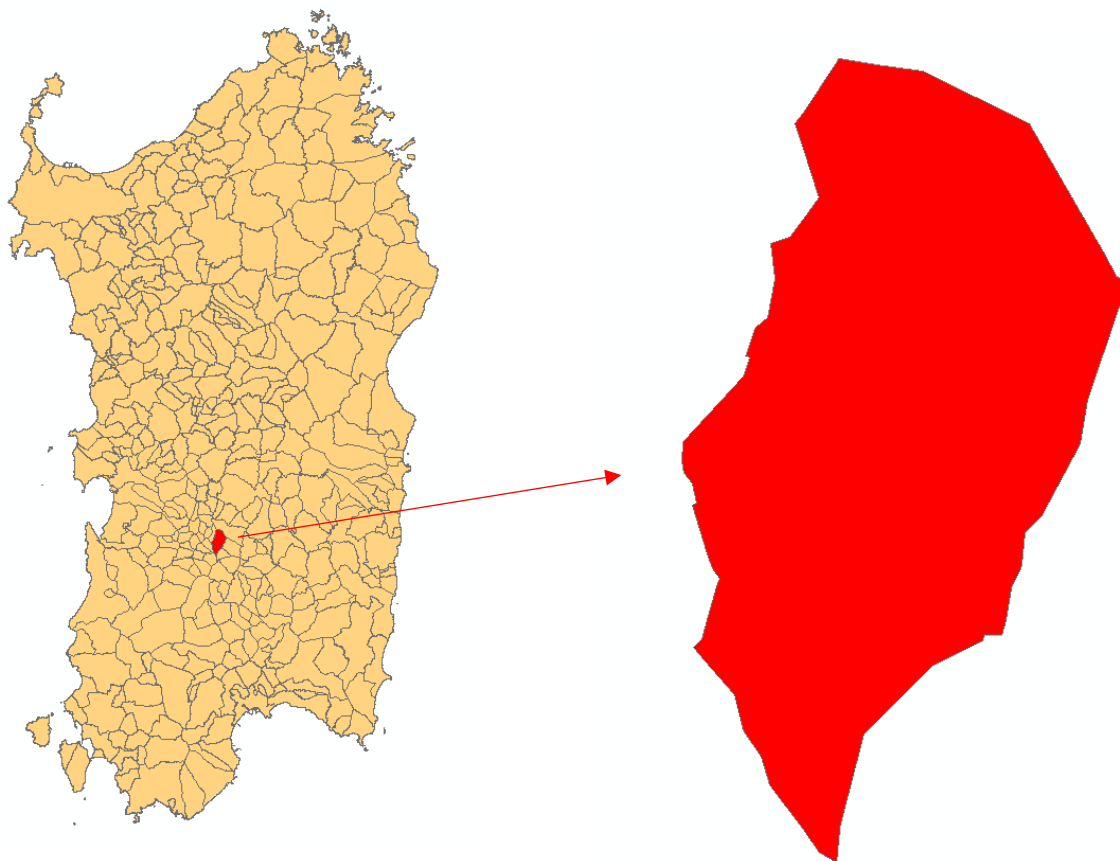
- Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100.000
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:50.000





2. Inquadramento geografico

Tuili è un Comune della provincia del Sud Sardegna, sito ai piedi dell'altopiano della Giara nella regione storico-geografica della Marmilla. Ha una superficie di 24,59 Km² e popolazione di 1.009 abitanti con conseguente densità di 40,06 abitanti a Km². Confina coi comuni di Barumini, Gesturi, Las Plassas, Pauli, Arbarei, Setzu e Turri.



Le coordinate WGS 84 dell'area di intervento : 39°42'38.83"N- 8°57'16.07"E

L'inquadramento cartografico:

I.G.M. Serie 25 foglio **539 I "Tuili"**

CTR – scala 1:10000 – sez. **539080 "Tuili"**

Carta Geologica d'Italia – scala 1:100000 – foglio **218 "Isili"**



Relazione Geologica

Impianto Agrofotovoltaico - "Green & Blue Tuili"

Loc. "Guranu" - Comune di Tuili

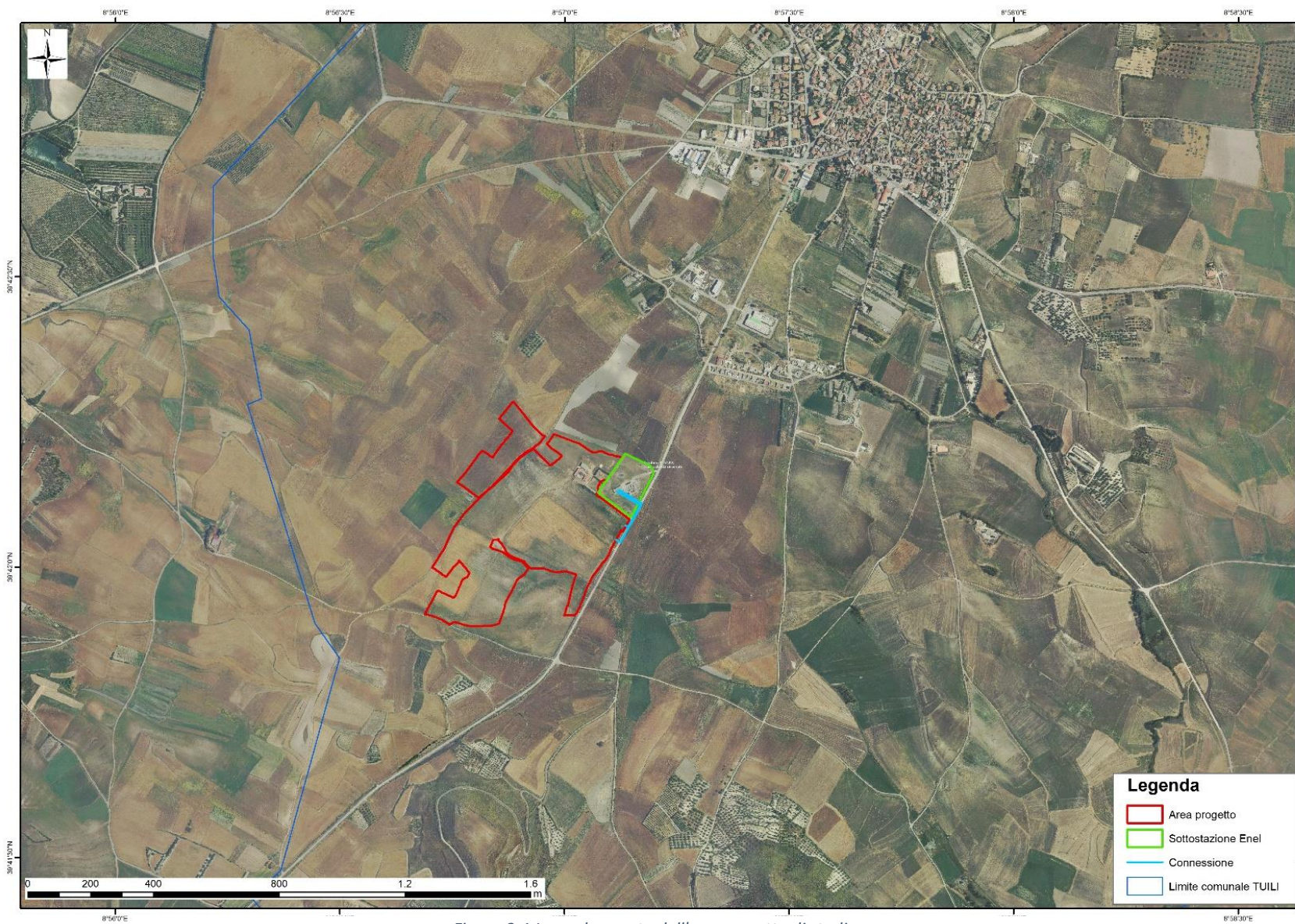


Figura 2-1 Inquadramento dell'area oggetto di studio



Dott.ssa Geol. Marta Camba

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA
Sezione A n°827

Relazione Geologica

Impianto Agrofotovoltaico - "Green & Blue Tuili"

Loc. "Guranu" - Comune di Tuili

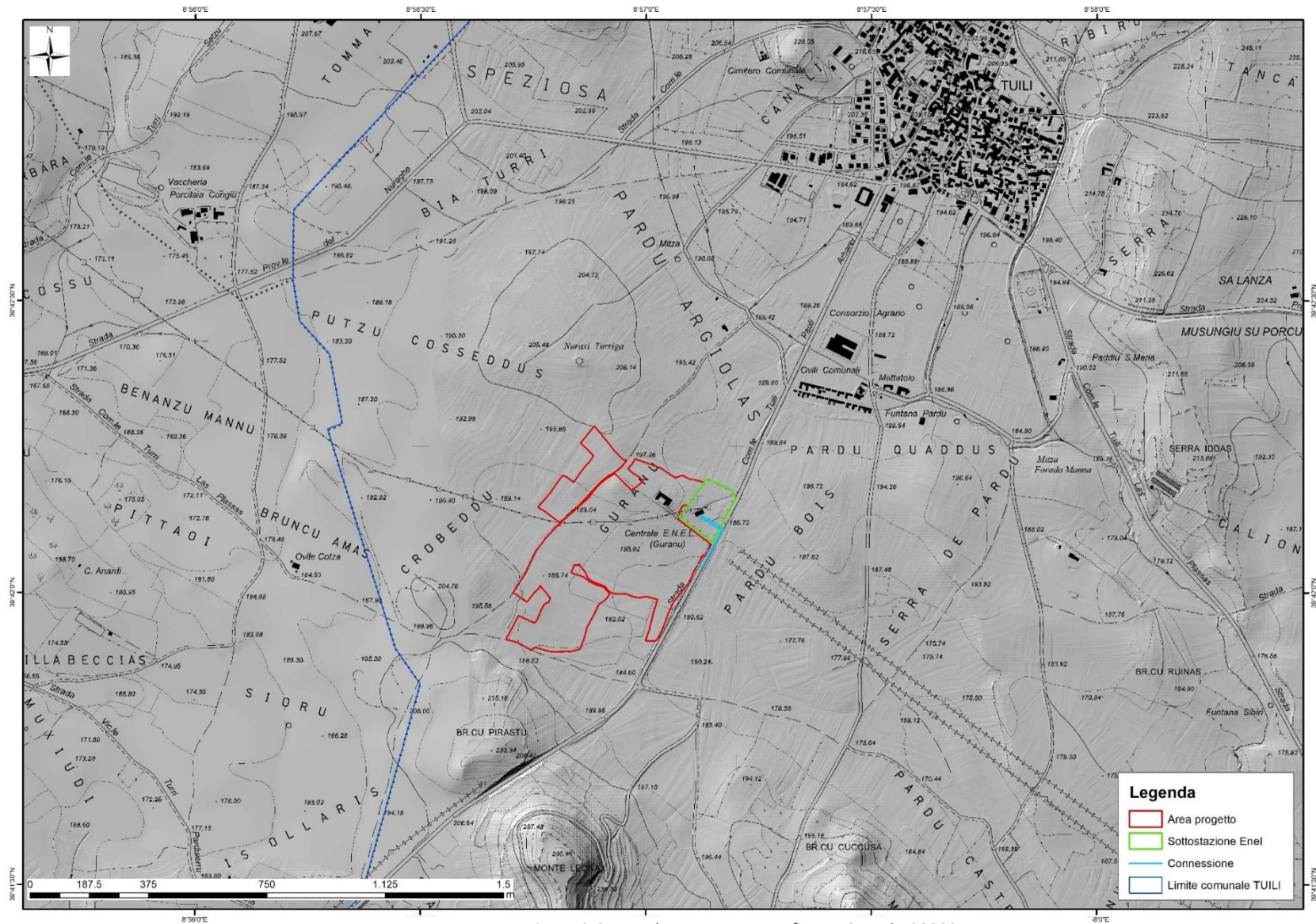


Figura 2-2Inquadramento topografico su CTR n° 539080



Dott.ssa Geol. Marta Camba

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA
Sezione A n°827

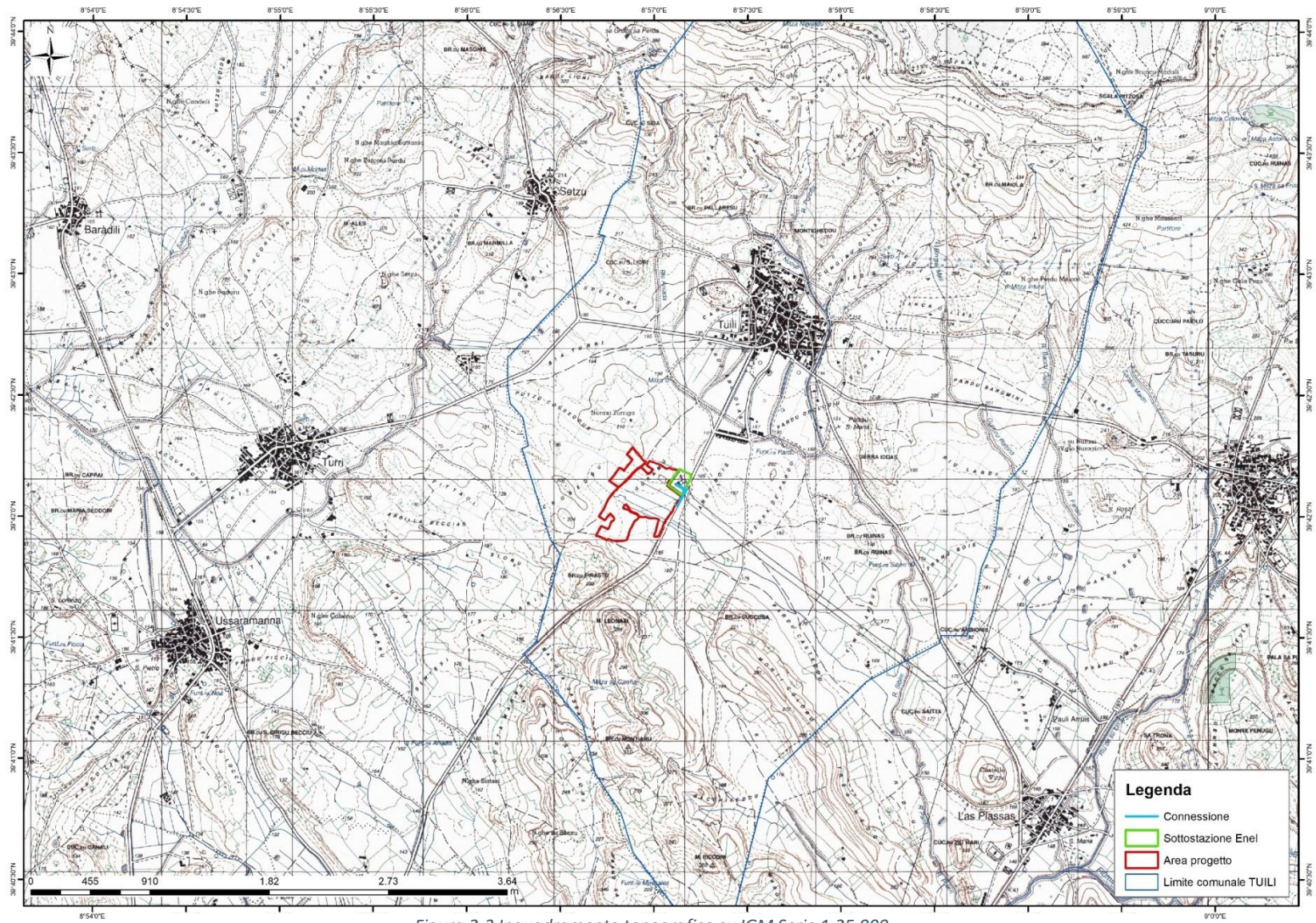


Figura 2-3 Inquadramento topografico su IGM Serie 1:25.000



3. Caratteristiche dell'opera di progetto

La struttura del tracker TRJ è completamente adattabile in base alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito specifico e alla quantità di spazio di installazione disponibile.



Definizioni dimensionali

La configurazione elettrica delle stringhe (x moduli per stringa) verrà raggiunta utilizzando la seguente configurazione di tabella dell'inseguitore con moduli fotovoltaici disponibile in verticale: per ogni x stringa PV, si propone x tracker TRJHT40PDP.

Dimensione (L) 16,40 m x 5,122 m x (H) max. 4,694 m.

- Componenti meccaniche della struttura in acciaio: 7 pali (di solito alti circa 2,5 m compresi ondatazioni) e 6 tubolari quadrati (le specifiche dimensionali variano a seconda del terreno e del vento e sono inclusi nelle specifiche tecniche stabilite durante la progettazione preliminare del progetto). Supporto del profilo Omega e ancoraggio del pannello.
- Componenti proprietari del movimento: 7 post-test (2 per i montanti, 4 per i montanti intermedi e 1 per il motore). Quadri elettronici di controllo per il movimento (1 scheda può servire 10 strutture). Motori (CA elettrico lineare - mandrino - attuatore).
- La distanza tra i tracker (I) verrà impostata in base alle specifiche del progetto al fine di ottenere il valore desiderato GCR e rispettare i limiti del progetto, poiché TRJ è un tracker indipendente di file, non ci sono limitazioni tecniche.
 - L'altezza minima da terra (D) è 0,36 m.
- Una media di 70 tracker sono necessari per ogni 1 MWp.



4. Inquadramento geologico

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

La formazione della Sardegna (superficie di 24.098 km²) è strettamente legata ai movimenti compressivi tra Africa ed Europa. Questi due blocchi continentali si sono ripetutamente avvicinati, scontrati e allontanati negli ultimi 400 milioni di anni.

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

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

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

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

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

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

Il territorio comunale di Tuili è situato nel margine sud-orientale della Fossa Sarda in prossimità del bordo occidentale dell'horst sud-orientale del Basamento sardo, segmento della Catena ercinica sud-europea separatosi unitamente a quello corso (blocco sardo-corso) dall'Europa solo nel Miocene inferiore (tettonica disgiuntiva post-ercinica). Nello specifico, in questo quadro strutturale, la porzione di territorio investigata s'inserisce nell'estremità NW dell'Antiforme del Flumendosa.

Si può immediatamente dividere in due settori nettamente distinti fra loro per la natura e l'origine dei litotipi presenti. Il settore settentrionale, compreso nella parte sud orientale

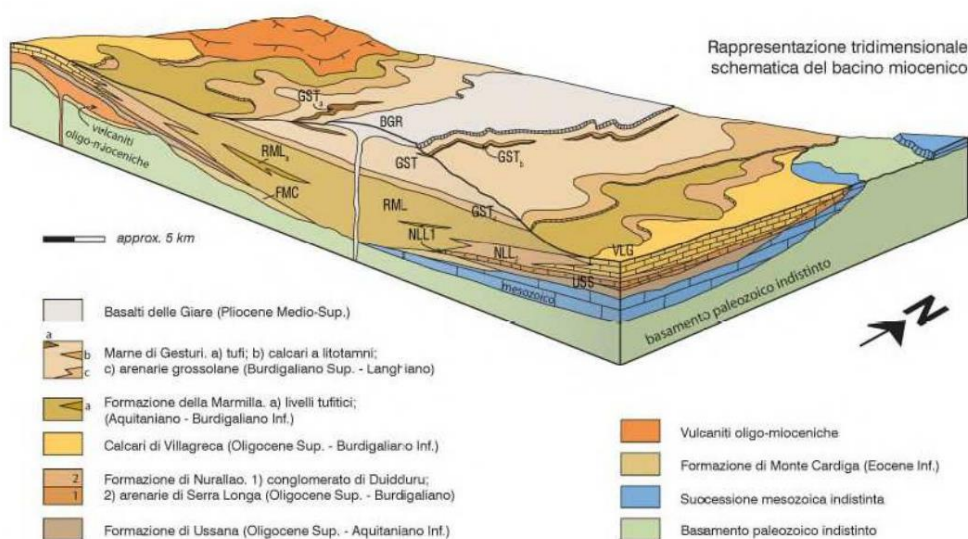




dell'Altopiano della Giara, che dalle località N.ghe Nuridda, N.ghe Tuturuddu, Santa Luisa, Pranu Medau, Masoi de Pisu e Scala Pitzosa si estende verso nord, é caratterizzato da litotipi magmatici effusivi pliocenici.

L'area, si estende nella regione della Marmilla che rappresenta il margine nord orientale del graben del campidano. A scala vasta affiorano terreni sedimentari della successione oligo-miocenica del Campidano-Sulcis legata al rift oligo miocenico Sardo.

Lo schema tratto dal foglio 540 Mandas (scala 1:50.000) ben rappresenta i rapporti stratigrafici tra le formazioni sedimentarie.



La geologia della zona considerata è in gran parte abbastanza semplice dal punto di vista stratigrafico e strutturale. La successione dei terreni è infatti costituita da sedimenti terziari fatta eccezione per il tratto a ridosso di Sardara nel quale si sovrappongono litologie appartenenti a diverse ere geologiche

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

bn - Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

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

RML - FORMAZIONE DELLA MARMILLA. Marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato. AQUITANIANO - BURDIGALIANO INF.

GST - MARNE DI GESTURI. Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDI

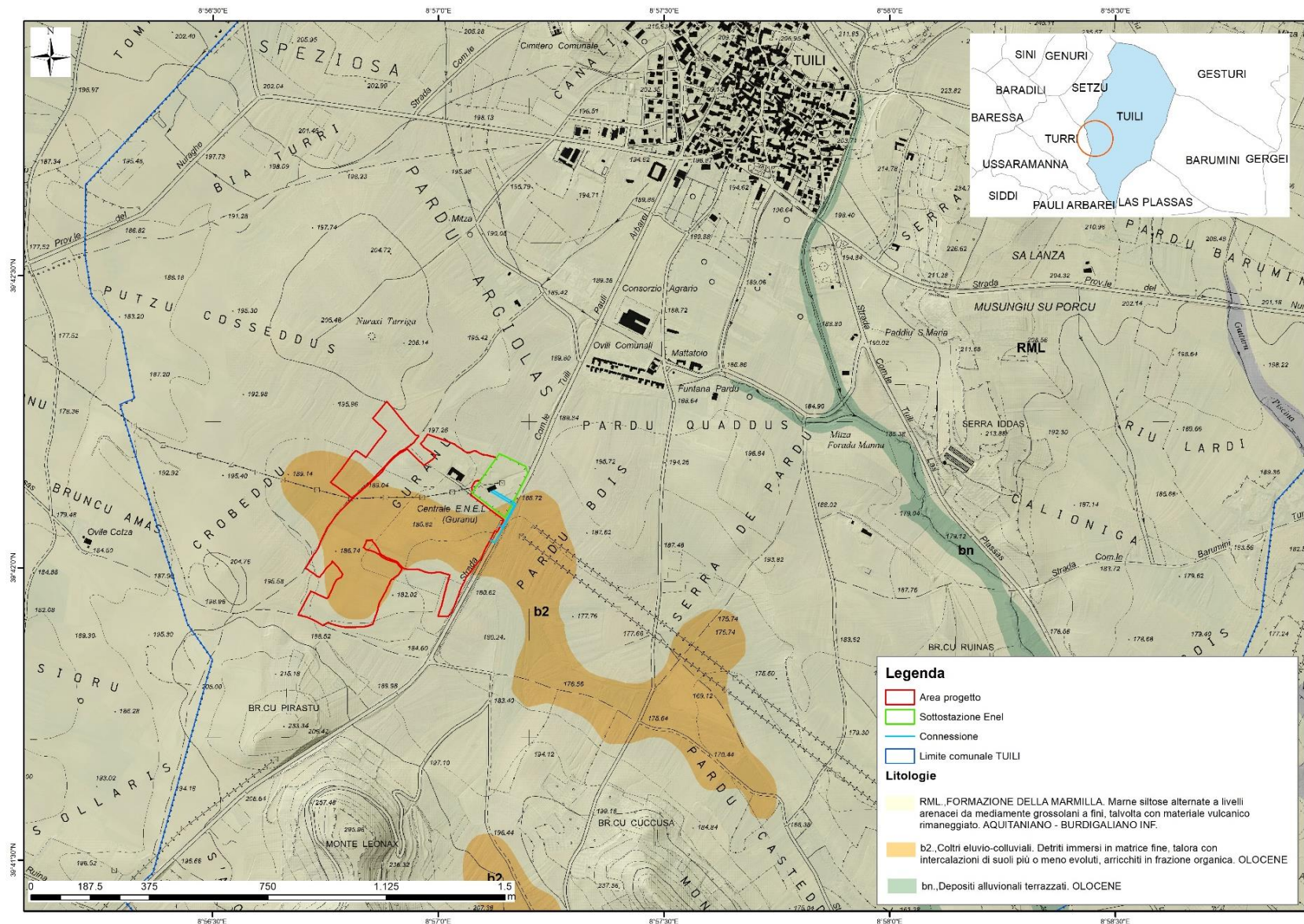


Figura 4-1 Carta Geologica dell'area di interesse





Figura -4-2 Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000, foglio 218 Isili

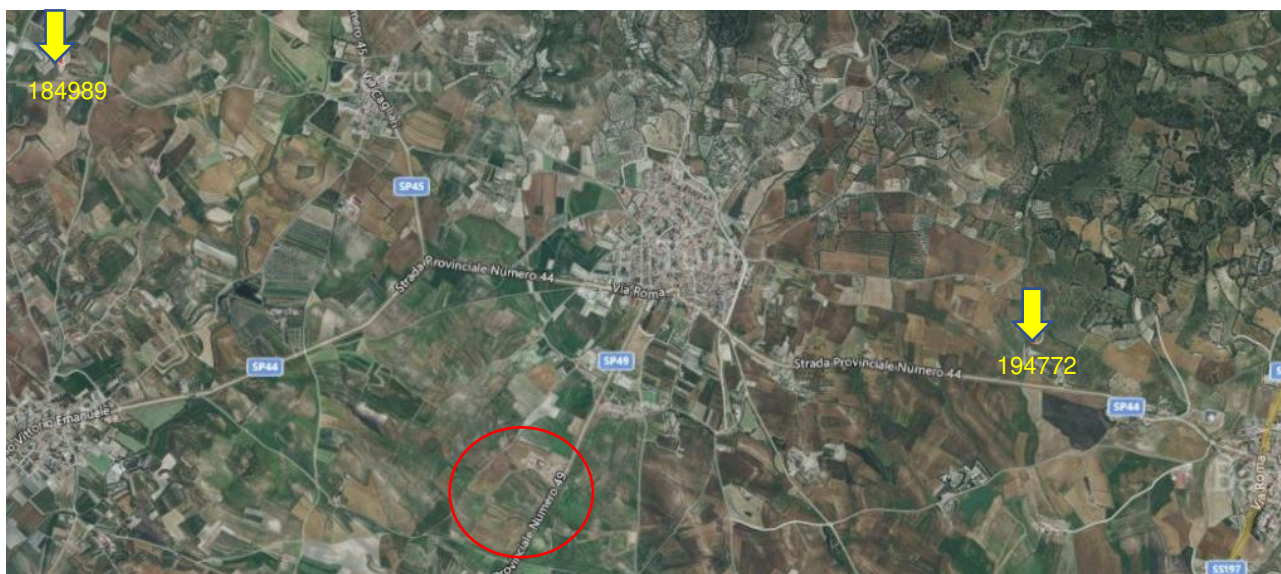
4.1 Litologia e stratigrafica dell'area di progetto

Nello specifico, la litologia interessata dal progetto riguarda:

- marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti appartenenti alla formazione della Marmilla(**RML**).
- Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica (**b2**)

La formazione della Marmilla (CHERCHI, 1985a), che nell'ambito del 1° ciclo sedimentario miocenico rappresenta le facies di ambiente francamente marino, affiora estesamente in tutta l'area ed è interrotta solo localmente, da coperture oloceniche, che occupano il settore centro-settentrionale, i fondivalle e gli alvei dei corsi d'acqua attuali, e dai sedimenti miocenici della formazione di Gesturi. Nonostante l'elevata estensione di tali depositi, gli affioramenti sono poco rappresentativi della formazione in quanto ricoperti in prevalenza da coltri di suoli intensamente coltivati, infatti, la successione può essere osservata soprattutto in corrispondenza di trincee stradali, scavi, oppure in versanti acclivi e profonde incisioni vallive.

In fig.4-3 si possono osservare i sondaggi (cod. 184989 – 194772) più prossimi all'area di progetto, resi disponibile dall'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (legge 464/84) e le relative stratigrafie.



Codice: 184989

Regione: SARDEGNA
 Provincia: MEDIO CAMPIDANO
 Comune: GENURI
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 60,00
 Quota pc slm (m): 185,00
 Anno realizzazione: 2000

Codice: 194772

Regione: SARDEGNA
 Provincia: MEDIO CAMPIDANO
 Comune: TUILI
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 140,00
 Quota pc slm (m): 225,00
 Anno realizzazione: 1990

Stratigrafia 194772

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	5,00	5,00		TERRENO VEGETALE
2	5,00	125,00	120,00		MARNE

Stratigrafia 184989

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,50	0,50		SUOLO VEGETALE
2	0,50	4,50	4,00		DEPOSITI QUATERNARI, ALTERNANZA DI LIVELLI ARGILLOSI E CONGLOMERATICI ETEROMETRICI
3	4,50	60,00	55,50		MARNE MIOCENICHE, CONGLOMERATI MARNOSO ARENACEI DELLA FORMAZIONE DI USSANA

Figura 4-3 Sondaggi estrapolati dall'Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo (ISPRA)





4.2 Tettonica e caratteri geostrutturali

L'area vasta è stata interessata nelle passate ere geologiche da varie fasi tettoniche che sono riconducibili essenzialmente al cosiddetto ciclo orogenetico Alpino. Le diverse fenomenologie tettoniche si sono evidenziate per mezzo di periodi alternati nei quali predominavano talora le componenti distensive (faglie dirette), talora quelle compressive (faglie inverse) le quali hanno interessato i litotipi più competenti,

Come si può osservare in fig.5-4, l'area si presenta priva di faglie e evidenti caratteri geostrutturali.

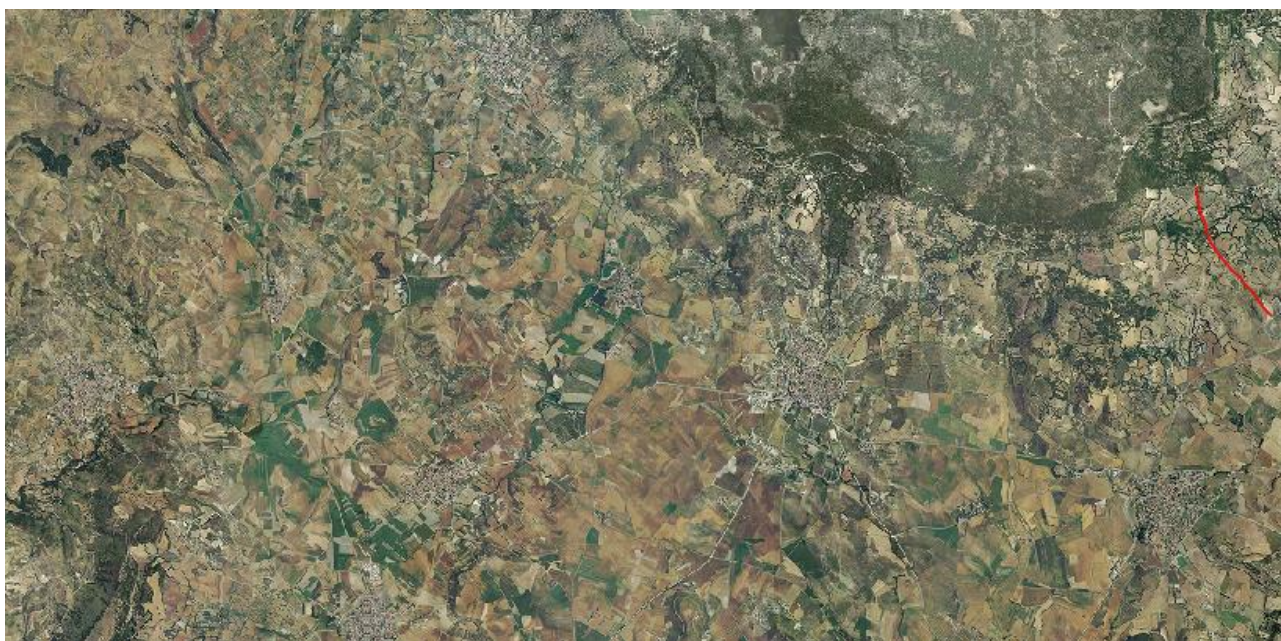


Figura 4-4 Caratteri geostrutturali dell'area vasta

5. Inquadramento geomorfologico

Il paesaggio del territorio comunale di Tuili è vario, passando da quello pianeggiante tipico del Campidano a quello collinare.

La morfologia del territorio è caratterizzata dai lineamenti tipici della Marmilla ovvero da un susseguirsi di colline regolari ed uniformi delle formazioni mioceniche. Tale ambito collinare si è evoluto su formazioni geologiche di natura sedimentaria stratificata in giaciture sub-orizzontali, prevalentemente costituite da formazioni di origine marina quali marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali.

Questi eventi sedimentari sono stati inoltre interessati nel corso del Pliocene medio-superiore da una intensa tettonica distensiva plio quaternaria, da un vulcanismo che ha portato alla formazione del complesso vulcanico di Monte Arci, con conseguente formazione di espandimenti basaltici, tabulari, conosciuti con il nome di "Giare".





La naturale evoluzione morfologica del versante, impostata sia su litologie mioceniche marne arenacee e siltitiche / marne siltose alternate a livelli arenaci a diretto contatto con la cornice rocciosa costituita dalle rocce basaltiche, rappresenta una condizione di pericolosità diffusa sia per fenomeni franosi da crollo e ribaltamento di elementi rocciosi sia per fenomeni di scivolamento e colate di materiale detritico a (copertura detritica di versante). Pertanto, lungo tutto il versante è rilevabile una franosità per crolli diffusi con stato da attivo a quiescente

5.1 Geomorfologia dell'area significativa al progetto

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

Il Rio Pardu, avete carattere torrentizio e stagionale e direzione di scorrimento NS, ha origine nella giara di Gesturi ed è il fiume più prossimo all'area interessata dal suddetto studio, e principale agente geomorfodinamico dell'area significativa riguardante il progetto. L'area si presenta prevalente pianeggiante e con lievi depressioni della superficie topografica.

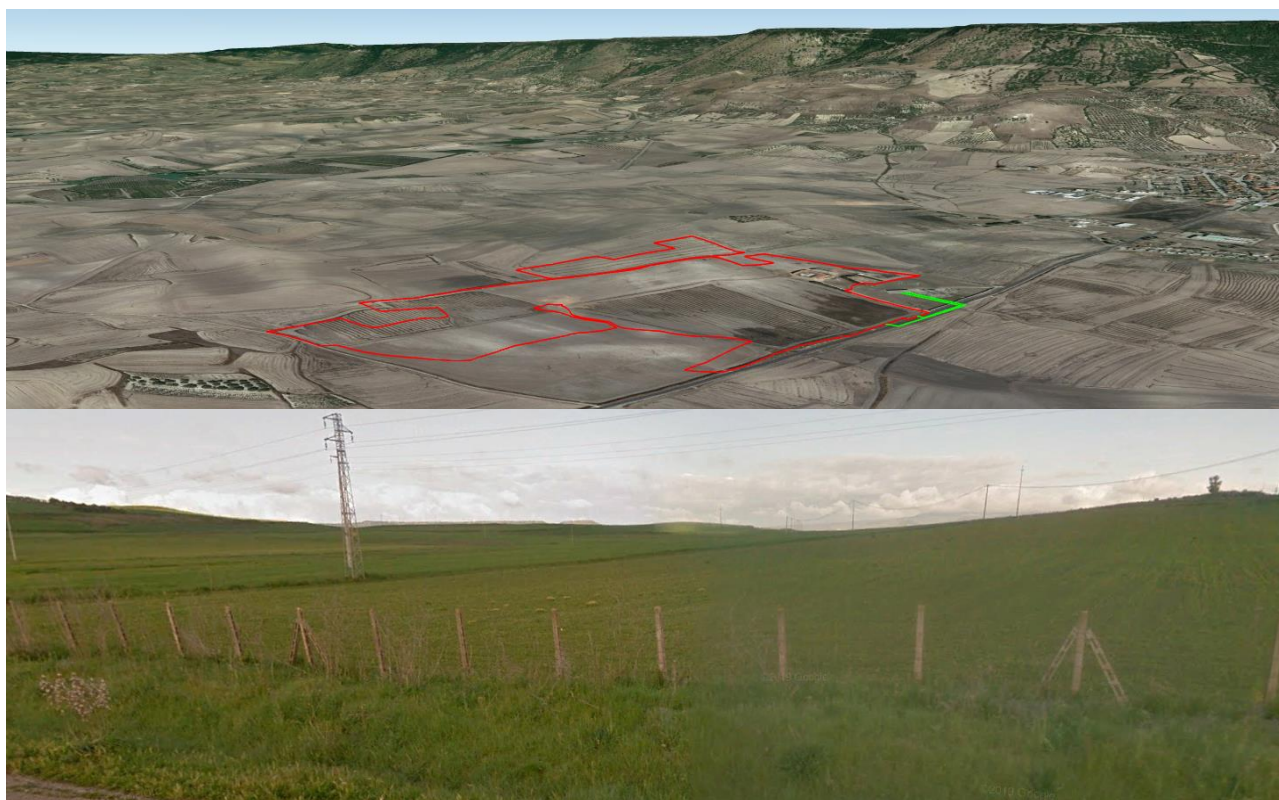


Figura 5-1 Geomorfologia dell'area significativa



6. Inquadramento idrogeologico



Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, facente parte del comune di Tuili, è inclusa nel Sub – Bacino n°7 Flumendosa – Campidano – Cixerri e ricadente all'interno del bacino idrografico del Riu Flumini Mannu 041.

Il riu Flumini Mannu 041 è esteso tra la località Bruncu S'Ollastu presso Nurallao e l'abitato di Serramanna e viene caratterizzato sotto l'aspetto geomorfologico con riferimento a 4 tratti omogenei.

Nel primo tratto, a monte del lago di San Sebastiano, la morfologia è quella di un corso d'acqua montano, in un fondo valle a forte pendenza, caratterizzato nel settore più a monte da salti naturali in roccia calcarea.

Nel secondo tratto, a valle della diga di Is Barrocos, l'alveo attivo scorre per qualche chilometro sul substrato roccioso, costituito in massima parte da scisti, sul fondo di una stretta valle a "V" che si sviluppa secondo un tracciato a meandri in roccia con elevata pendenza media. Lo stretto fondo valle si presenta disabitato e incolto; solo nel basso tronco la valle si amplia leggermente e riduce l'acclività, tanto da permettere la coltivazione di alcune zone del fondo valle e dei versanti.

Il terzo tratto raggiunge l'abitato di Villanovafranca, in una piana alluvionale che si allarga progressivamente, vincolata da rilievi miocenici e colate basaltiche. Sono presenti fenomeni di erosione spondale unitamente a una consistente presenza di depositi alluvionali grossolani legati alla tendenza al sovralluvionamento.

Il quarto tratto si estende dall'abitato di Villamar a quello di Serramanna, a valle del quale l'asta prende il nome di Flumini Mannu; l'alveo si differenzia notevolmente dai precedenti per i caratteri morfologici tipicamente fluviali. Pendenza di fondo modesta e tipologia monocursale.

6.1 Idrografia superficiale

L'idrologia superficiale dell'area è caratterizzata dalla presenza di corsi d'acqua di non rilevante entità, la maggior parte dei quali a carattere torrentizio e stagionale. L'andamento di tali corsi d'acqua è generalmente N-S e N-S e hanno origine in prevalenza dalla giara di gesturi, scorrono sulle formazioni della Marmilla per poi andar ad alimentare il Rio Flumini Mannu 041.

Localmente i principali corsi d'acqua esaminando l'area, sono il: Il Riu Pardu e il Riu Porcilis.



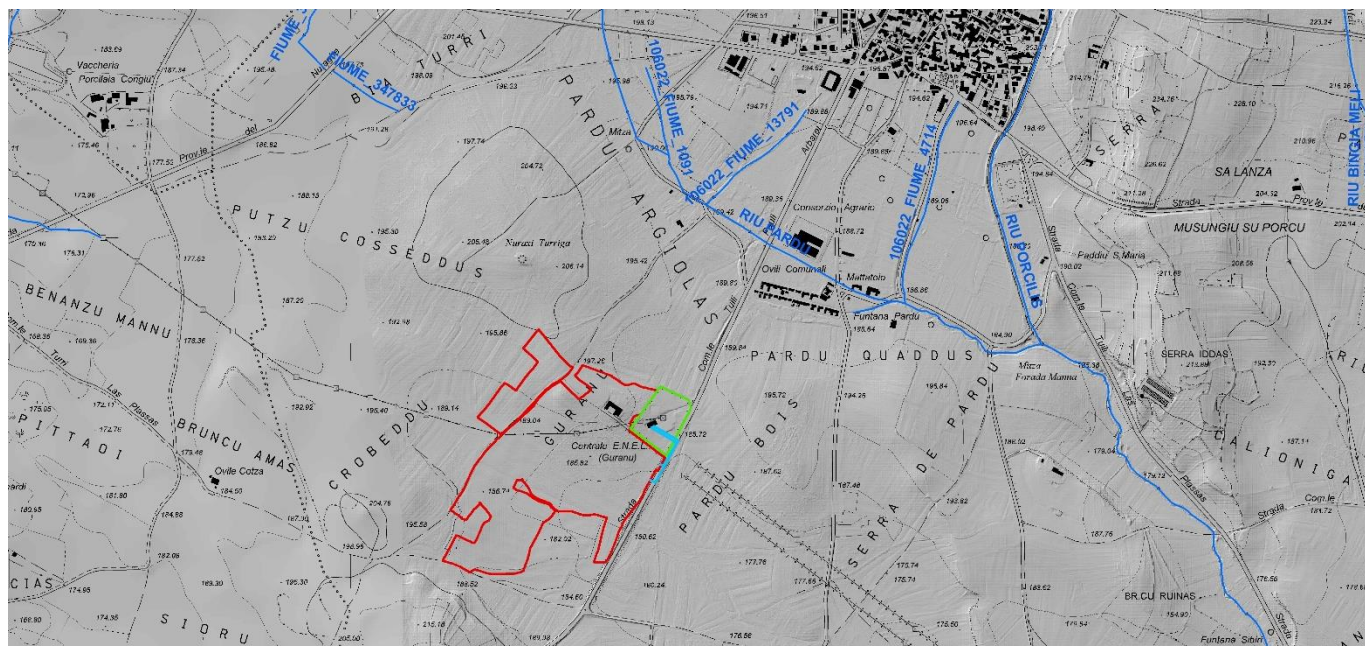


Figura 6-1 Idrografia dell'area

6.2 Idrografia sotterranea

L'idrografia sotterranea di un territorio è dettata dal tipo di litologia presente e dalle sue caratteristiche geologico strutturali attraverso le quali l'acqua si può infiltrare.

Le litologie presenti all'interno del territorio comunale di Tuili sono in prevalenza permeabili per porosità localmente bassa subordinatamente alla circolazione idrica per fratture, nei livelli cementati [$10^{-7} \leq \text{Km/s} \leq 10^{-3}$].

Secondo quanto indicato nella Tavola degli acquiferi Sedimentari Terziari e acquiferi Vulcanici Plio-quadernari_PTA, l'area appartiene al "Complesso Acquifero Detritico Carbonatico Oligo-Miocenico del Campidano Orientale" avente caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee, è costituito dalle seguenti Unità Idrogeologiche: - Unità Detritico-Carbonatica Miocenica Superiore; - Unità Detritico-Carbonatica OligoMiocenica Inferiore

È possibile dedurre dalle informazioni ricavate, che la litologia in questione presenta un certo grado di compattezza messo in evidenza dal tipo di permeabilità attribuito a questi depositi

Si evince che dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) la permeabilità dell'area in studio è bassa per porosità **BP** sulle marne, mentre è medio alta per porosità sulle coltri eluvio colluviali **MAP**.

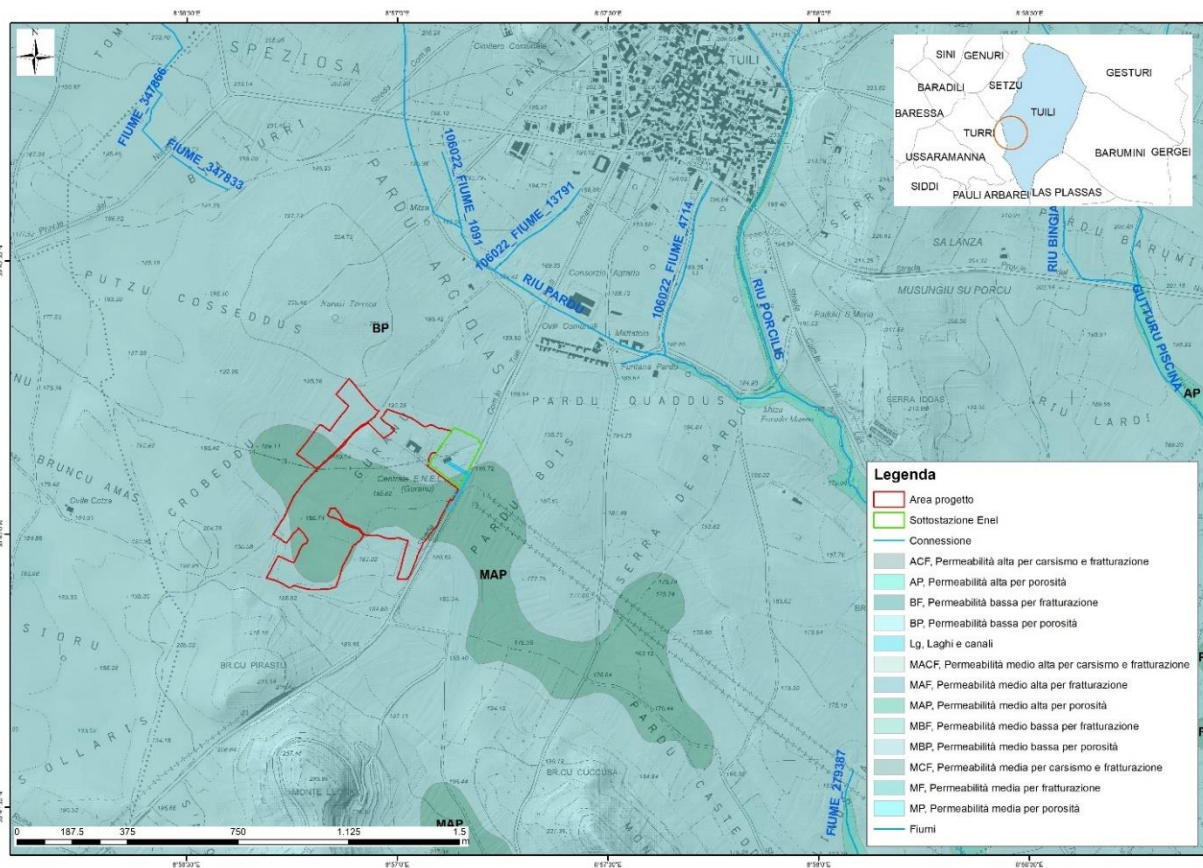


Figura-6-2 Carta delle permeabilità dei suoli e dei substrati (Fonte RAS)

Dai sondaggi (cod. 184989– 194772), resi disponibile dall’Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo - ISPRA (ubicazione visibile in fig.5-3) sono resi noti, inoltre, i dati relativi alle falde acquifere e livelli piezometrici. Le falde rinvenute oscillano ad una profondità che sta tra i 3,60 ai 40 metri dal p.c, mentre i livelli piezometrici misurati oscillano tra 3,60 e 40 metri dal p.c.

Falde e misure piezometriche 184989

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	40,00	42,00	2,00

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1990	15,00	20,00	5,00	ND

Falde e misure piezometriche 194772

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	3,60	4,50	0,90
2	43,00	44,00	1,00

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
feb/2000	3,60	9,80	6,20	0,750





7. Inquadramento pedologico

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

Nella Carta dei Suoli della Sardegna in scala 1:250000 (2008), l'area di interesse ricade nell'unità **G2** e **G3**

G2 - Profili A-Bw-C, A-Bk-C e A-C, da mediamente profondi a profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subalcalini, saturi. subordinatamente XEROFLUVENTS

Copertura - Aree con prevalente utilizzazione agricola.

Limitazioni - A tratti: tessitura fine, eccesso di carbonati. Moderato pericolo di erosione

G3 - Profili A-C, profondi, argillosi, poco permeabili, subalcalini, saturi.

Copertura - Aree con prevalente utilizzazione agricola.

Limitazioni - Tessitura fine, drenaggio lento.

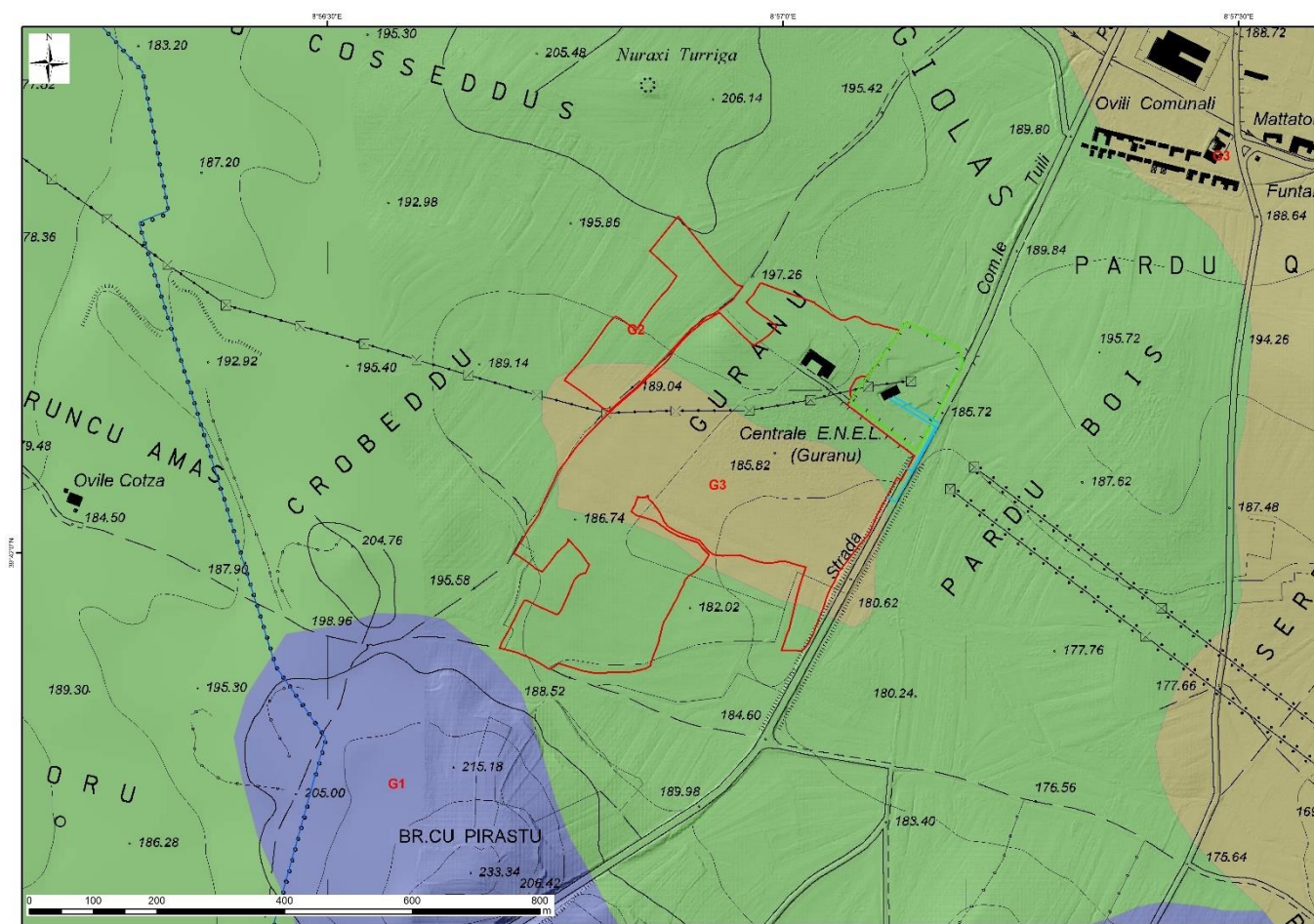


Figura 7-1 Carta dei Suoli (Fonte RAS)





8. Uso Del Suolo

Dalla carta dell'Uso del Suolo, resa disponibile dal sito Geoportale, si evince che l'ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nel livello dei:

- Territori Agricoli :
 - o 2111 - Seminativi in aree non irrigue
- Territori modellati artificialmente:
 - o 1224 – Impianti a servizio delle reti di distribuzione

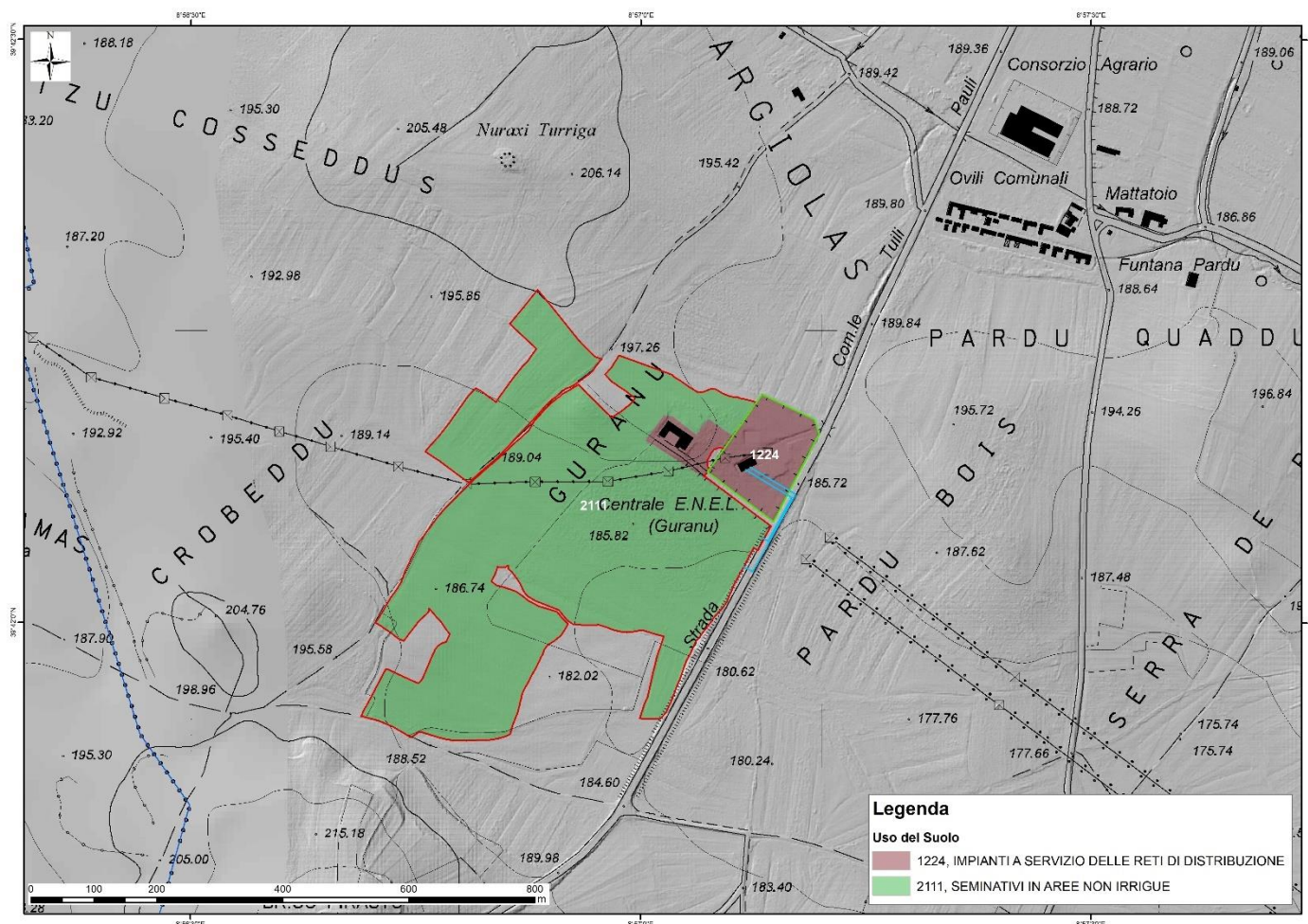


Figura 7-2 Carta dell'uso del Suolo (Fonte RAS)



9. Vincoli vigenti

9.1 PAI – Piano di Assetto Idrogeologico

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

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

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

L'autorità di bacino regionale della Sardegna, con determinazione n. 74 prot. n.5338 del 25.05.2021 ha **approvato** in conformità all'art. 37, comma 3 – lett. b, delle Norme di Attuazione del P.A.I., ed in attuazione delle Direttive approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino con deliberazione n. 1 del 4 dicembre 2020, la proposta di modifica della perimetrazione e/o classificazione delle aree a pericolosità e rischio dei piani stralcio relativi all'assetto idrogeologico, presentata dal **Comune di Tuili** a seguito di studio di maggior dettaglio, relativa alle aree di pericolosità da frana per l'intero territorio comunale.



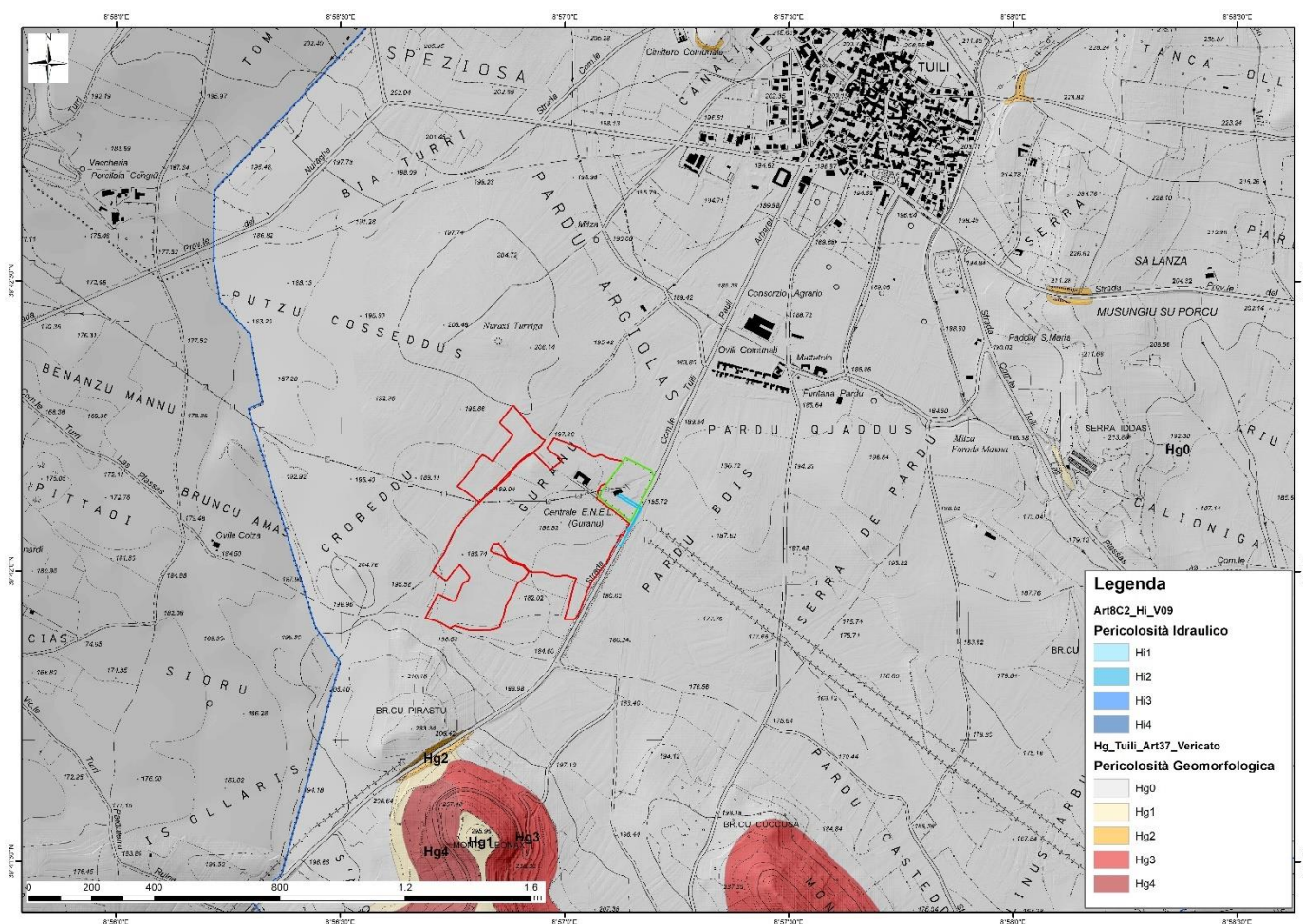


Figura 9-1 Stralcio PAI - Art.8 Art.37

L'area in esame non ricade in aree perimetrate da pericolosità idraulica e da frana

9.2 PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

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

Il PGRA comprende le modalità di gestione del sistema di allertamento regionale per il rischio idraulico ai fini di protezione civile, di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/02/2004, con particolare riferimento al governo delle piene.

L'opera in studio non ricade in aree perimetrate dal PGRA





9.3 PSFF – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

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

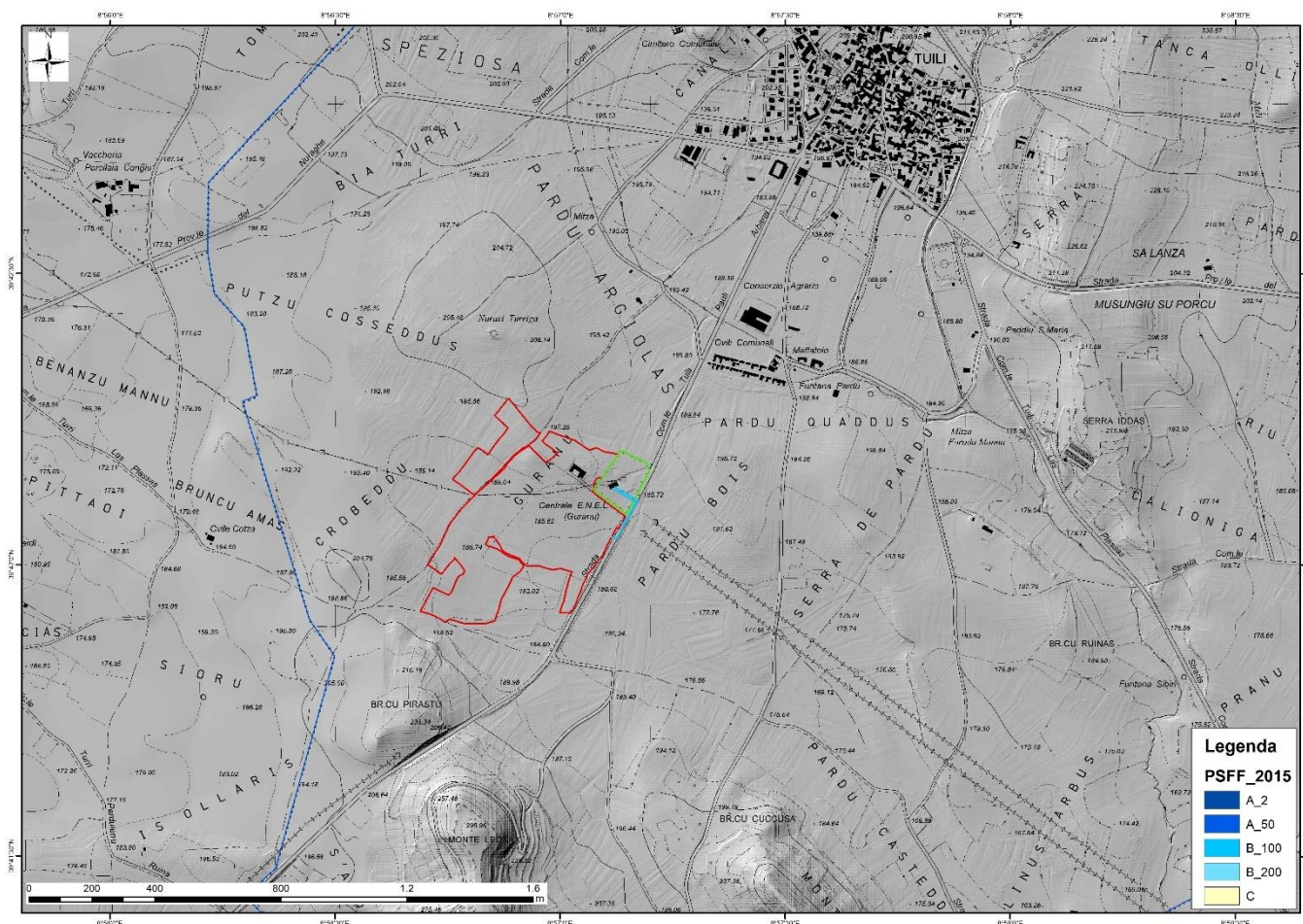


Figura 9-2 Piano Stralcio Fasce Fluviali

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





10. Analisi e sismicità storica

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

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

A_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di A_g , F_o e TC^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

10.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

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





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

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

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

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

$$VR = VN \times CU$$

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

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

Il valore del periodo di riferimento è $Vr = 50$

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

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

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

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, basata sull'identificazione della categoria del sottosuolo di riferimento, si è voluto definire il parametro fondamentale per la "classificazione sismica dei terreni", e quindi per la determinazione della categoria, corrispondente alla velocità





equivalente di propagazione delle onde di taglio VS 30, valutata entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna.

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

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

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

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

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

Figura -10-1 Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito



11. Modello Geologico

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

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

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

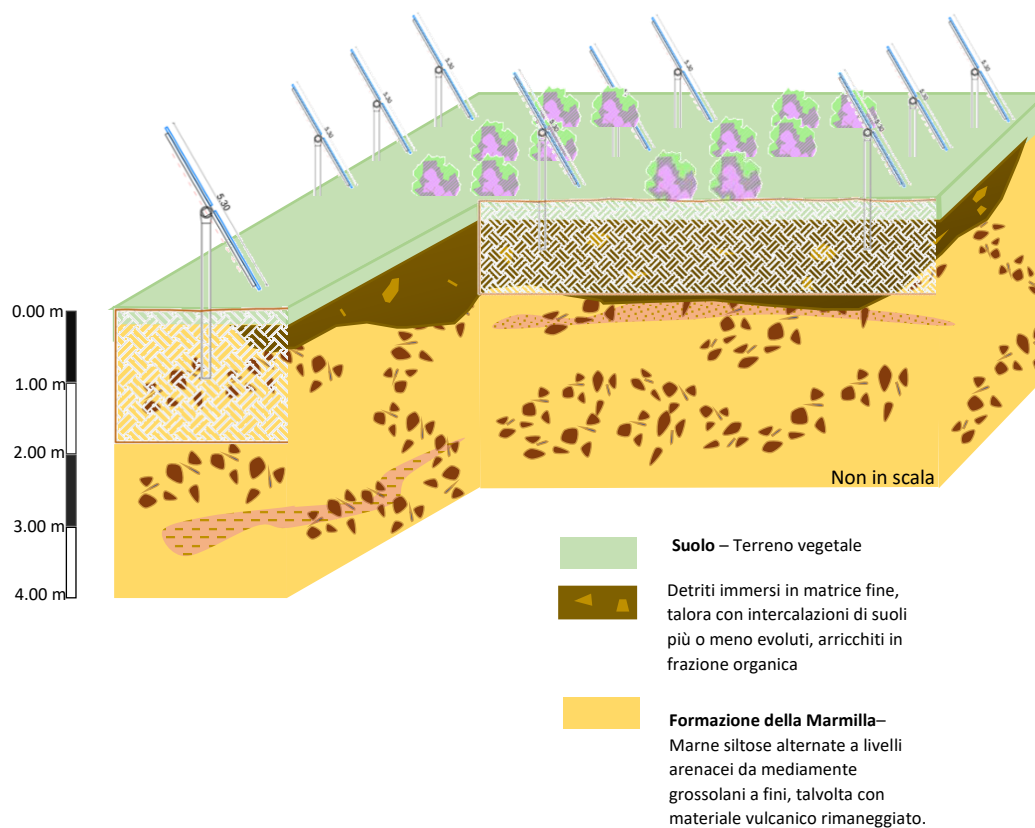


Figura 11-1 Modello Geologico (6.2.1 NTC18)



12. Valutazione degli impatti sulle matrici ambientali: acque, suolo e sottosuolo

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

In fase di esercizio non sono attesi effetti di alcun tipo sull'ambiente circostante, né locale né generale.

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

Pertanto, la valutazione degli impatti sulle matrici ambientali sono state compilate per la fase riguardante la realizzazione dell'impianto fotovoltaico:

Fase di cantiere	Impatti	Mitigazione
Acque	Superficiali Possibile interferenza, purchè lieve, sul deflusso delle acque superficiali durante la fase di cantiere. <u>Impatto:</u> Moderato – non significativo	Regimazione momentanea delle acque superficiali che assicuri il normale ruscellamento delle acque.
	Sotterranee Non si rilevano impatti sulle acque sotterranee, poiché la profondità di infissione dei pali non è tale da intercettare le falde sottostanti	/
Suolo	Asportazione di suolo perdita di substrato protettivo <u>Impatto:</u> Compatibile non significativo	Evitare accumuli di materiale di riporto, eccessivi scorticamenti, e ampie e prolungate occupazioni temporanee di suolo
Sottosuolo	In relazione alla situazione litostratigrafica evidenziata nel suddetto studio non si rilevano impatti relativi al sottosuolo.	/





13. Indicazioni progettuali geologico – geotecniche

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

L'area è caratterizzata dalla presenza delle marne appartenenti alla formazione della Marmilla, siltose alternate da livelli arenacei e, localmente risultano essere ricoperte da una copertura modesta di depositi eluvio-colluviali costituiti da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica.

Il comportamento meccanico del sistema palo - terreno, dipende fortemente oltre che dal tipo di terreno, anche dalle modalità di messa in opera del palo e dalle conseguenti modifiche dello stato tensionale preesistente nel terreno.

L'infissione dell'asta previa asportazione di terreno, crea disturbo nel terreno circostante alterandone lo stato di tensione e resistenza al taglio, perciò si consiglia, ove e se possibile ricorrere all'installazione dei trakers per infissione.

Superato il superficiale livello di suolo si potrebbero incontrare le marne le quali presentano un considerevole grado di compattezza per cui potrebbe essere necessario utilizzare perforazione mediante carotiere con asportazione del materiale.

Dott.ssa Geol. Marta Camba

