

COMUNI DI:
TRAMATZA, SIAMAGGIORE,
SOLARUSSA

PROVINCIA: ORISTANO
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE TRAMATZA"
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2104_R.06	21/04/2023	-	A4	1/34	-

PROPONENTE

EF AGRI Società Agricola A R.L.
Via del Brennero, 111
38121 - Trento (TN)

SVILUPPO



SET SVILUPPO s.r.l.
Corso Trieste, 19
00198 - Roma (RM)

PROGETTAZIONE

Geol. Luigi Sanciu



Ing. Giacomo Greco



Ing. Marco Marsico



Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	21/04/2023	Prima Emissione	Geol. L. Sanciu	Ing. G. Greco	Ing. M. Marsico

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

FATTORIA SOLARE "TRAMATZA"

AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

di potenza pari a 55,932 MWp

e sistema di accumulo pari a 12,5 MW

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 3
---	--	--------------

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3. RELAZIONE GEOLOGICA.....	12
3.1. Finalità e metodologia di studio	12
3.2. Inquadramento geologico	13
3.3. Inquadramento geomorfologico	15
3.4. Caratteri idraulici delle formazioni geologiche	17
4. VINCOLISTICA.....	18
4.1. Piano delle Fasce Fluviali.....	18
4.2. Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico	20
5. INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO	27
6. RELAZIONE SISMICA.....	31
6.1. Sismicità storica	31
6.2. Sismica di base.....	31
6.3. Azione Sismica di progetto	32
7. CONCLUSIONI.....	34

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 4
---	--	--------------

1. PREMESSA

Il progetto di miglioramento fondiario integrato da impianto fotovoltaico denominato "*Fattoria Solare Tramatza*" (per il quale si rimanda nel dettaglio alla Relazione Tecnica) consiste nello sviluppo sostenibile che combina la coltivazione delle superfici agricole con la produzione di energia rinnovabile, rispondendo alle esigenze ambientali, climatiche e di tutela dei territori rurali. Il progetto prevede il miglioramento fondiario del sito interessato, nel Comune di Tramtaza (OR) tramite l'implementazione di un piano agronomico integrato con un impianto fotovoltaico ad inseguimento solare. L'impianto sarà collegato, tramite un cavidotto interrato di lunghezza paria 2,9 km, ad una nuova stazione elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra - esce alla linea già esistente 220 kV "Codrongianos - Oristano".

A tal fine è stata condotta un'indagine geologica a carattere preliminare al fine di valutarne la fattibilità e orientare correttamente le scelte progettuali come richiesto dalla normativa vigente. Il presente studio, condotto in osservanza alla normativa vigente, si prefigge di:

- definire il modello geologico di riferimento per la progettazione preliminare dell'intervento;
- evidenziare le possibili problematiche di natura geologica o geotecnica;
- fornire, ove possibile, suggerimenti per effettuare le scelte operative più idonee.

In tal senso le indagini vengono svolte con lo scopo di individuare i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici e di pericolosità geologica del territorio, in relazione alla realizzazione dell'intervento.

Nella fase preliminare della progettazione, tenuto anche conto delle caratteristiche delle opere da realizzare, lo scrivente ha ritenuto di procedere con una serie di indagini geognostiche al fine di comprendere le condizioni geologiche locali.

La relazione geologica preliminare è stata redatta in applicazione a quanto richiesto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dagli Eurocodici 7 e 8.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 5
---	--	--------------

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto agrivoltaico è ubicato nel Comune di Tramatzza (OR), nell'area settentrionale del Campidano. L'opera interessa una superficie complessiva di circa 108 ha, limitrofa all'infrastruttura viaria principale "Strada Statale SS131 Carlo Felice" e alla "Complanare Est" e confinante con una zona industriale (P.I.P) che ricade nel Comune di Tramatzza.

Al fine di connettere l'impianto agrivoltaico alla RTN è prevista la realizzazione di un cavidotto 36 kV di circa 2,9 km che attraverserà i comuni di Tramatzza, Siamaggiore e Solarussa.

Il cavidotto collega il nuovo l'impianto agrivoltaico alla futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 220/36 kV di Terna, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Codrongianos - Oristano" in un'area a destinazione agricola all'interno del Comune di Solarussa (OR).

Il contesto areale in cui si inserisce il progetto, secondo la zonizzazione urbanistica allegata al Piano Urbanistico Comunale (PUC) del comune di Tramatzza, è classificata come zona "E2 - Agricola", sottozona "Aree con estensione prevalente per la funzione agricola produttiva". Il cavidotto di collegamento ricade nei comuni di Tramatzza, Siamaggiore e Solarussa, attraversa l'area di impianto e costeggia una strada interpodereale posta a sud rispetto all'impianto. Secondo la zonizzazione urbanistica in allegato al PUC dei diversi comuni che il cavidotto attraverserà, in generale le aree interessate sono classificate come zona E - Agricola.

Dalla cartografia analizzata l'impianto è posto nelle vicinanze di aree classificate dal Piano Urbanistico Comunale come zone "D - Insediamenti Produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale", si evidenzia una prima area posta a Nord rispetto al sito ricadente nel comune di Tramatzza e una a sud ricadente nel comune di Siamaggiore.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 6
--	---	---------------------

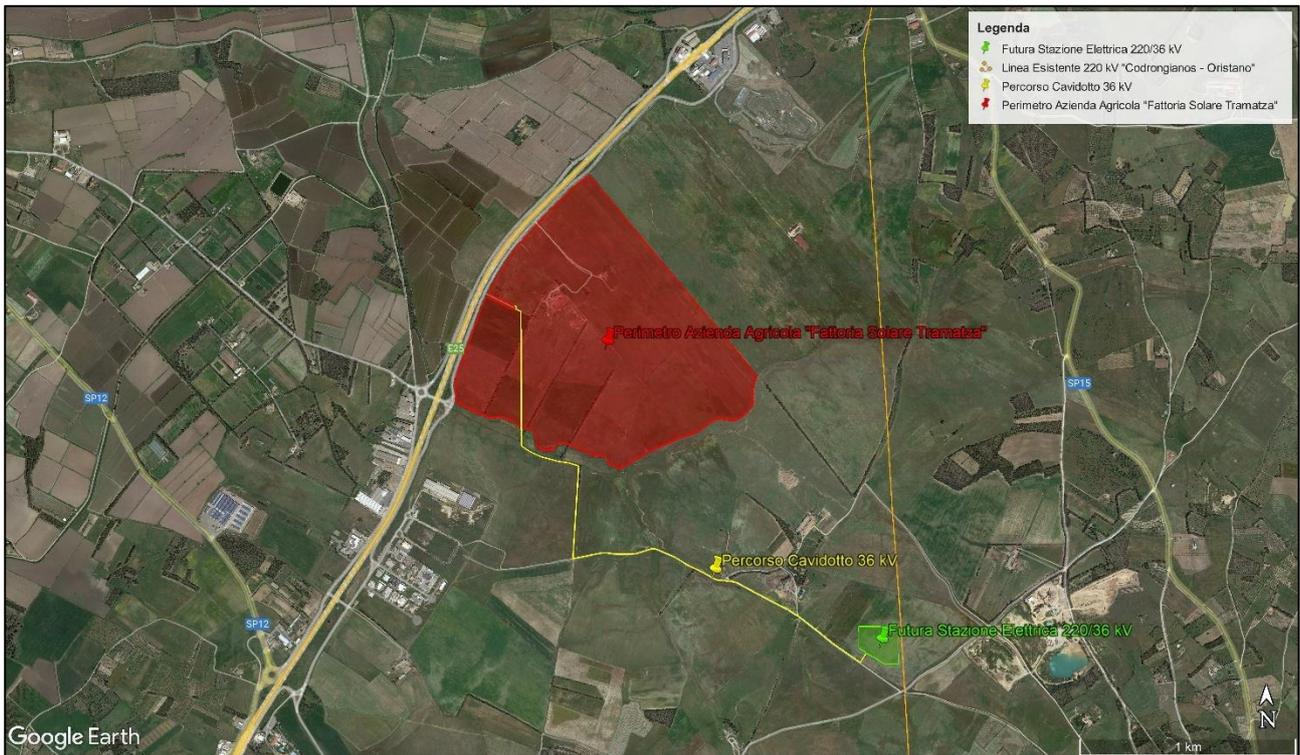


Figura 1: Inquadramento Area impianto, percorso cavidotto e area nuova SE su Ortofoto

Il sito d'intervento e il percorso cavidotto sono censiti al N.C.T. dei Comuni di Tramatza, Siamaggiore e di Solarussa (OR) con i seguenti riferimenti catastali:

Area Impianto Agrivoltaico

Riferimenti Catastali <i>Fattoria Solare "Tramatza"</i> <i>COMUNE DI TRAMATZA</i> <i>(OR)</i>	Foglio: 15 Mappali: 52, 228, 229, 232, 233, 234, 235, 236, 240, 241, 242, 246, 328, 330, 332, 334, 336, 338, 340, 342, 408
Riferimenti Catastali <i>Centro Aziendale</i> <i>COMUNE DI TRAMATZA</i> <i>(OR)</i>	Foglio: 15 Mappali: 247, 409, 410

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 7
--	---	---------------------

Percorso cavidotto

Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI TRAMATZA (OR)	<u>Foglio:</u> 15 <u>Mappali:</u> 246, 32
Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI SIAMAGGIORE (OR)	<u>Foglio:</u> 1 <u>Mappali:</u> 472, 475, 346, 473, 62, 457, 375, 23
Riferimenti Catastali <i>Cavidotto</i> COMUNE DI SOLARUSSA (OR)	<u>Foglio:</u> 12 <u>Mappali:</u> 2, 451

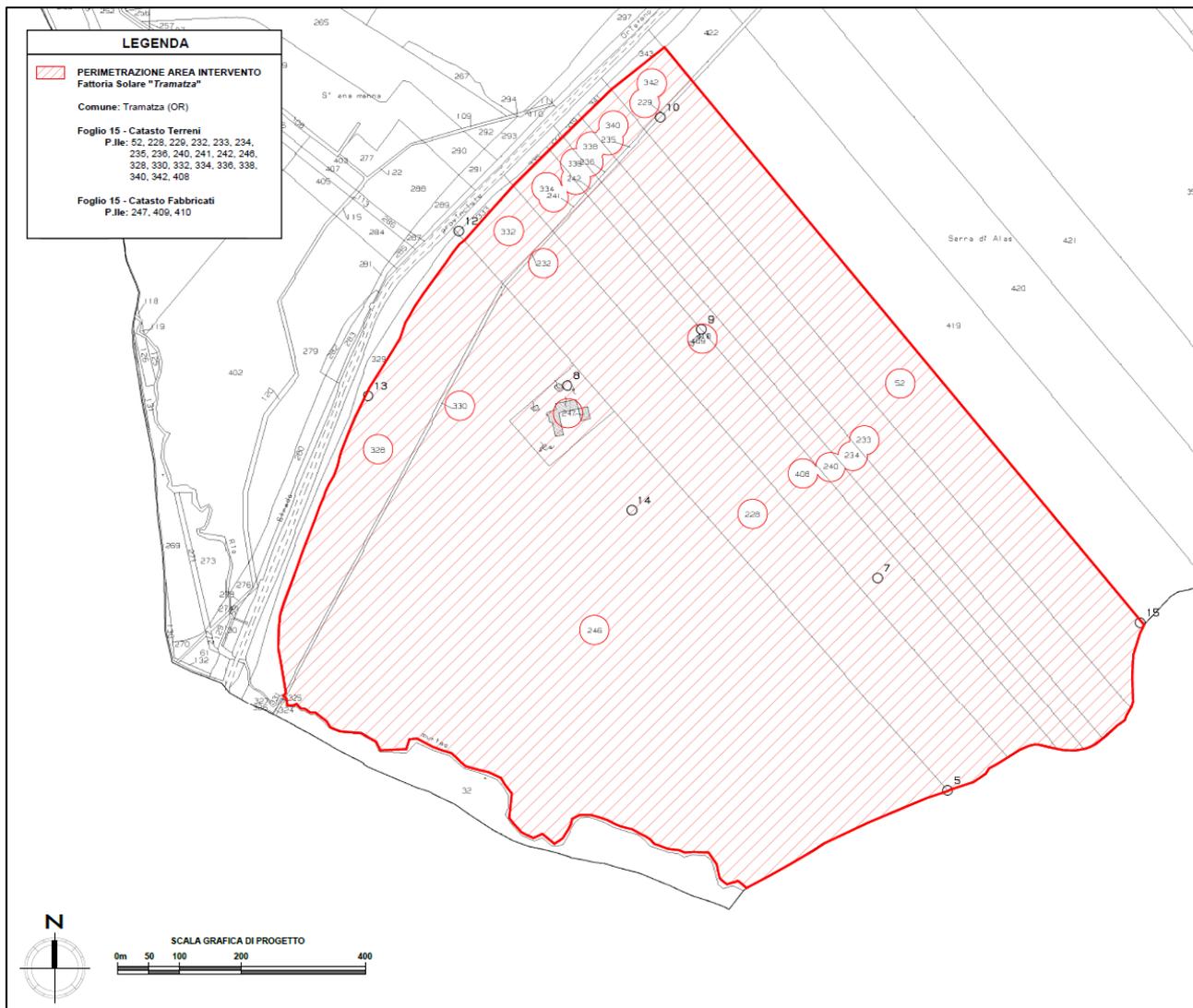


Figura 2: Inquadramento aree impianto su catastale.
Riferimento Elaborato Grafico "2104_T.A.04_Inquadramento Territoriale su Catastale_Rev00"

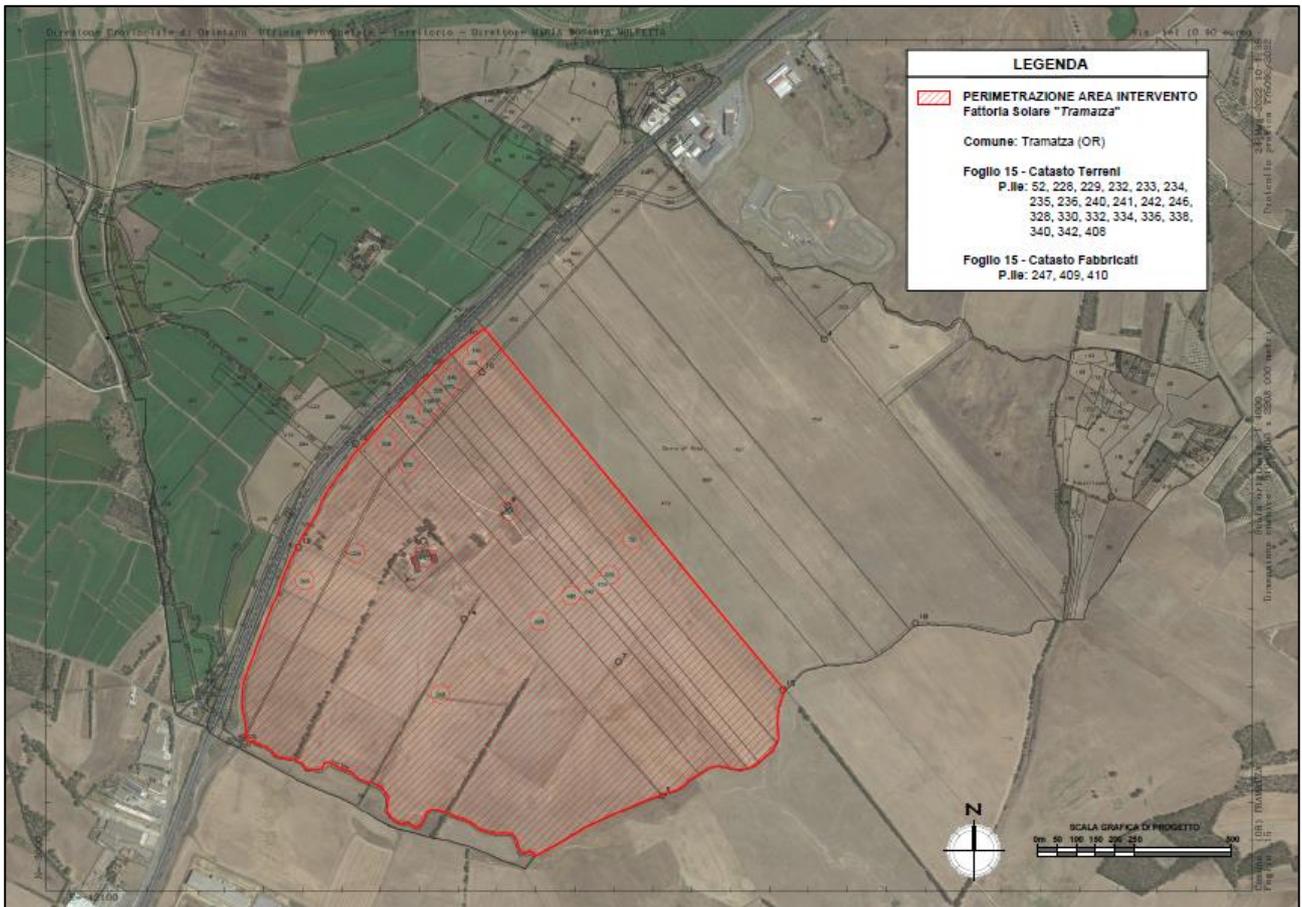


Figura 3: Inquadramento area impianto su Orto - Catastale.
Riferimento Elaborato Grafico "2104_T.A.03_Inquadramento Territoriale su Orto-Catastale_Rev00"

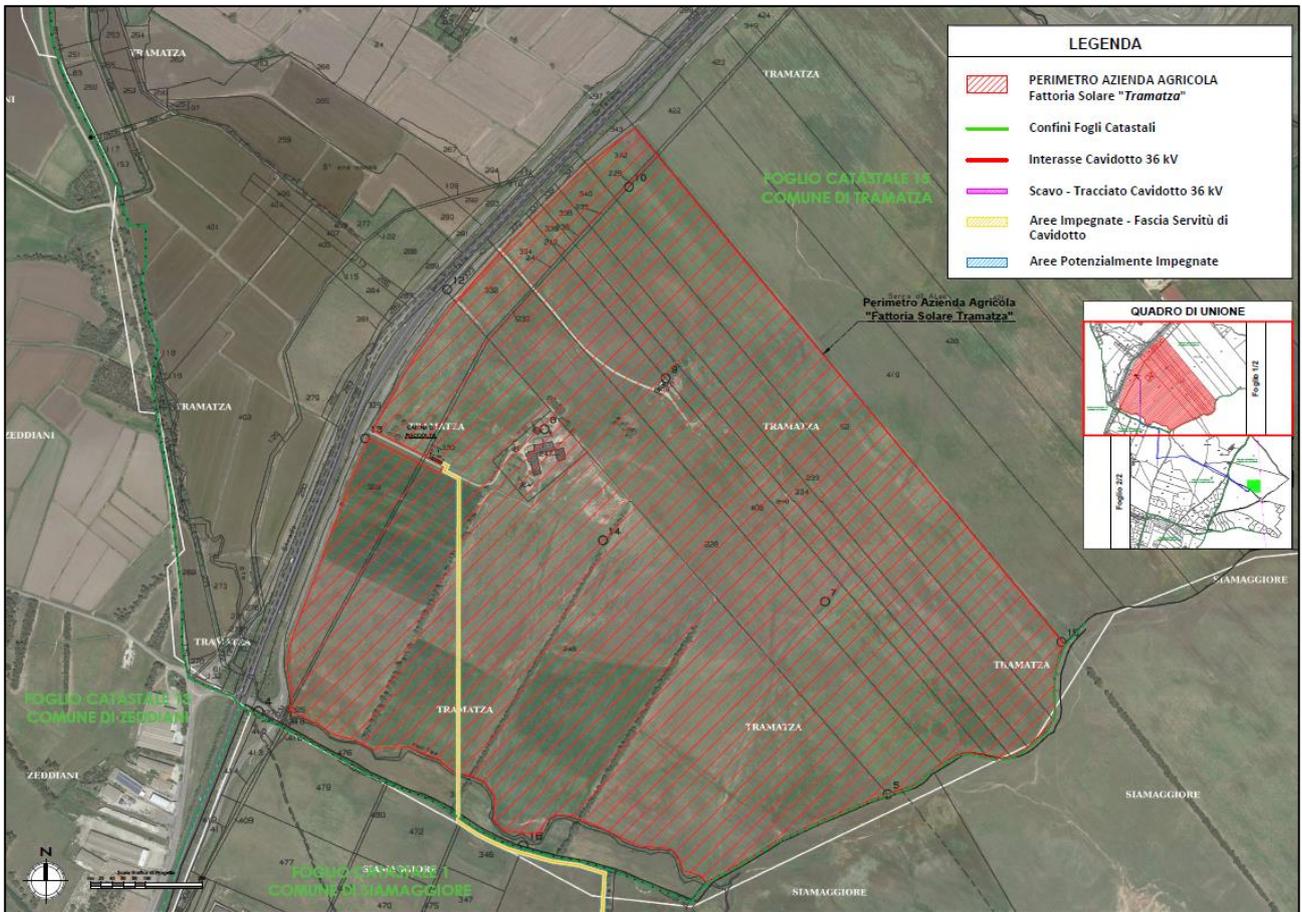


Figura 4: Inquadramento Territoriale "Percorso Cavidotto" con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Foglio 1/2

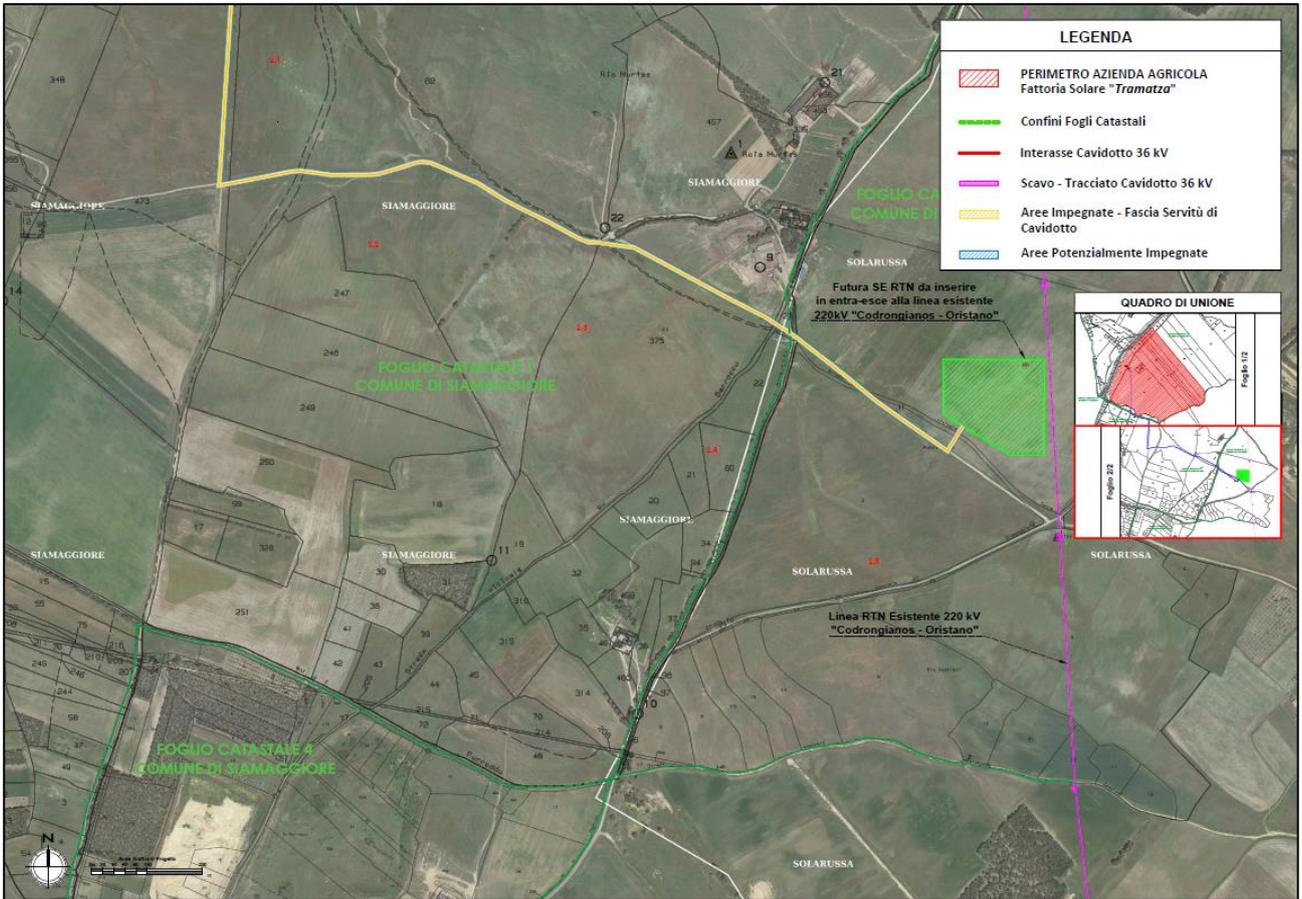


Figura 5: Inquadramento Territoriale "Percorso Cavidotto" con evidenza dei Fogli Catastali interessati – Foglio 2/2

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 12
---	--	---------------

3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1. Finalità e metodologia di studio

L'inquadramento del contesto geologico è passato attraverso la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito che è consistita nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio in esame. Tale studio è finalizzato sia alla caratterizzazione dei suoli di copertura che dei litotipi geologici presenti ed è funzionale alla successiva definizione delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni interessati dalle opere.

Indagini Preliminari

1. Sopralluoghi preliminari;
2. Reperimento dei dati significativi esistenti sia di carattere scientifico che applicativo.

In particolare sono stati consultati i seguenti dati di sottosuolo:

- Stratigrafie di pozzi ricadenti nelle vicinanze significative dell'area in studio, relativi all'Archivio Nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984) – ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale), spinti fino a profondità variabili da 39 m a 120 m;
- Stratigrafia del Sondaggio Campidano 1, spinto fino a 1.700 metri di profondità, eseguito nel 1963-1964 dall'AGIP – Direzione Mineraria Servizio Geologico del Sottosuolo, a sud dell'area in oggetto;
- Gli esiti di alcune indagini geologiche ricadenti nelle vicinanze significative.

Rilievi di campagna

1. Rilievo geologico d'inquadramento dell'area in oggetto e di un suo intorno significativo, per l'individuazione e caratterizzazione puntuale dei litotipi affioranti. L'elaborato risultante è stato realizzato utilizzando le legende del Servizio Geologico d'Italia (Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato).
 2. Rilievo geomorfologico d'inquadramento dell'area in oggetto e di un suo intorno significativo, al fine di individuare le forme del rilievo, identificarne i caratteri morfografici e morfometrici, identificarne i processi genetici e la relativa sequenza cronologica con particolare distinzione tra le forme attive e non attive.
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 13
---	--	---------------

3.2. Inquadramento geologico

Al fine di definire un inquadramento che risultasse adeguato alla scala di dettaglio del presente lavoro è stata impiegata la Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000 che definisce in maniera particolareggiata i litotipi presenti nell'area d'interesse così come riportato nella figura seguente.

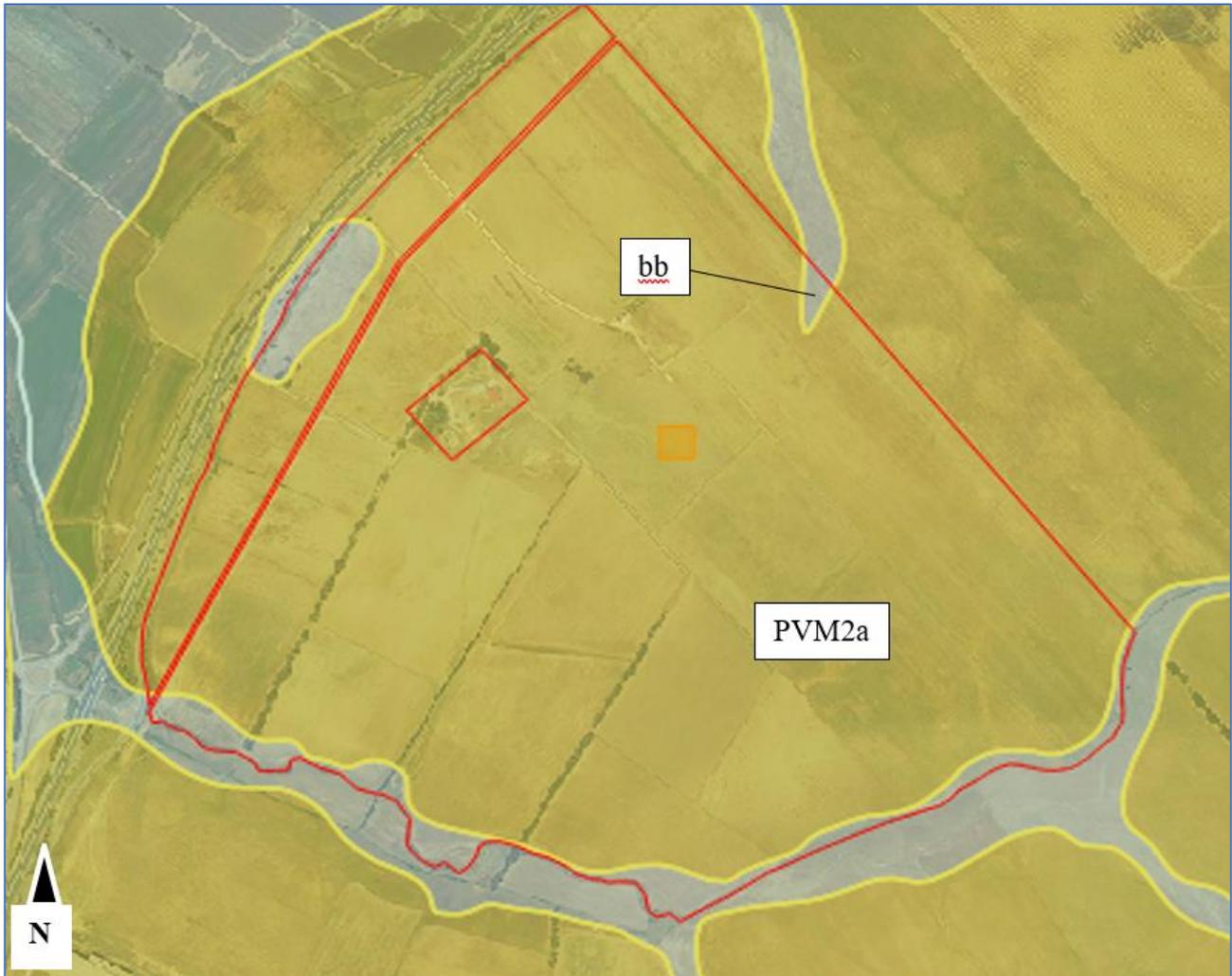


Figura 6: Stralcio della carta geologica dell'area (Fonte PPR)

- bb: depositi alluvionali. Sabbie con subordinate argille (Olocene)
- PVM2a: Subsistema di Portovesme. Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUPERIORE

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 14
---	--	---------------

Il complesso plio-quadernario, che colma il graben campidanese, potente da alcune decine di metri fino a circa 800 metri, è costituito da sedimenti continentali, per lo più appartenenti alla Formazione di Samassi, sui quali poggiano potenti depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici, con intercalate lave basaltiche del ciclo vulcanico alcalino, seguiti da depositi marini e lagunari flandriani-versiliani. I depositi marini quadernari, rappresentati da depositi di ambiente freddo, e da depositi tirreniani tipici, sono presenti nelle sole fasce costiere.

Il sottosuolo è caratterizzato dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argillo-limose.

I singoli orizzonti, spesso lentiformi, presentano spessori molto variabili da luogo a luogo, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche. Il basamento della serie plio-quadernaria è rappresentato dalle formazioni vulcaniche e sedimentarie oligo-mioceniche, che affiorano localmente nella fascia pedemontana, lungo i bordi della fossa, dove si rinvengono anche terreni cristallini paleozoici.

La sequenza stratigrafica del Campidano di Oristano è stata ricostruita sulla base dei risultati di due perforazioni profonde eseguite nei primi anni '60 per una ricerca di idrocarburi promossa dalla Regione Autonoma della Sardegna.

Dalla lettura delle due stratigrafie risulta che, nel sottosuolo, intercalati ai depositi detritici, si incontrano una serie di colate basaltiche plio-quadernarie, omologhe a quelle di Capo Frasca, di Capo San Marco e del Sinis.

Queste colate, disposte a gradinate a causa di una serie di faglie, sono situate ad una profondità crescente verso sud. La colata più superficiale, attraversata da numerose perforazioni per acqua effettuate poco a monte dell'abitato di Solarussa, si trova ad una profondità di alcune decine di metri, ricoperta da depositi alluvionali, e poggia a sua volta su altri sedimenti alluvionali di età precedente.

All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono, in corrispondenza di depressioni create dal divagare dei corsi d'acqua prima di raggiungere il mare, depositi palustri. Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano.

Come si evince dalla fig. 4, tutta l'area in esame rientra all'interno della formazione geologica denominata PVM2a. Quest'ultima è contraddistinta da ghiaie di natura alluvionale, terrazzate alternate ad orizzonti prettamente sabbiosi. La componente litica è formata in prevalenza da ciottoli di quarzo con dimensioni da pochi cm a 15-20cm e rare metamorfite, in una matrice sabbiosa leggermente argillosa come si evince dalla figura sottostante.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 15
---	--	---------------



Figura 7: Sezione rilevata nei pressi dell'area

3.3. Inquadramento geomorfologico

L'assetto morfologico attuale è il risultato di processi fluviali e secondariamente eolici che, attivi durante tutto il Quaternario, in condizioni climatiche differenti dalle attuali, hanno dato luogo a ripe di erosione fluviale, meandri, terrazzi fluviali, coni di deiezione e campi dunali. Si rinvencono pertanto forme di accumulo e di erosione tipiche della dinamica fluviale e di quella eolica.

Il Campidano di Oristano è attraversato dal tratto terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, che hanno avuto un ruolo molto importante, con la loro azione di erosione, trasporto e sedimentazione, nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento. La vasta superficie, da sub-pianeggiante ad ondulata, modellata nei potenti depositi detritici plio-quaternari di varia origine,

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 16
---	--	---------------

degrada dolcemente verso il mare. Essa è incisa dagli alvei del Tirso degli altri fiumi gravitanti nell'area, che presentano reticolo idrografico ad andamento da rettilineo a meandriforme, localmente anastomizzato. La piana è attraversata anche da una fitta rete di canali artificiali, realizzati dagli anni '30 fino ad oggi.

Superfici terrazzate, formatesi in diversi periodi ed in condizioni climatiche differenti dalle attuali, stagni, piccole paludi, lagune costiere e vasti campi dunali, interrompono localmente la monotonia del paesaggio pianeggiante.

Nella pianura si distinguono le seguenti unità geomorfologiche:

- Le alluvioni antiche terrazzate
- Le alluvioni medie
- Le alluvioni recenti

Le alluvioni antiche terrazzate, substrato di tutta la zona, consistono in depositi sabbiosociotolosi, sedimentati nel Plio-Quaternario dal paleo-Tirso e dai fiumi minori che attraversano la pianura.

Questi depositi, un tempo, costituivano la gran parte della pianura del Campidano. A causa della successiva opera di modellamento, sono stati parzialmente smantellati e modellati dalla successiva erosione fluviale tanto che oggi si presentano generalmente terrazzati. I terrazzi fluviali, debolmente ondulati, sono separati da piccole vallecicole nelle quali si instaura una rete idrografica attiva solo in occasione di forti precipitazioni. Essi sono caratterizzati da bordi generalmente netti e sono raccordati ai terreni più recenti da scarpate di erosione fluviale, oramai inattive, più o meno acclivi, dove agiscono il dilavamento diffuso ed il ruscellamento incanalato, che localmente ha prodotto piccoli solchi di erosione. I terrazzi più ampi si trovano tra Solarussa-Siamaggiore e la Carlo Felice, dove raggiungono altezze intorno ai 40 metri slmm e nel settore prospiciente il Monte Arci.

Le conoidi alluvionali ed i glacis sono localizzati nella fascia pedemontana dei rilievi che delimitano la pianura. I depositi di conoide, caratteristici per la loro forma a ventaglio, sono il risultato della deposizione di ingenti quantità di materiale detritico trasportato a valle dalle acque incanalate provenienti dai rilievi al loro sbocco in pianura, per il brusco decremento della velocità dell'acqua. Nel settore di raccordo tra l'Arci e la pianura prevalgono i glacis detritici, che devono la loro origine all'arretramento parallelo dei versanti rocciosi, per erosione areale. Questi depositi detritici, così come le alluvioni antiche, sono stati successivamente incisi e localmente terrazzati.

Esse sono costituite prevalentemente dal rimaneggiamento e rideposizione del materiale detritico asportato, dall'azione erosiva dei fiumi, dalle alluvioni antiche, modificato con il deposito di termini più francamente argillosi. Esse danno luogo a superfici terrazzate, raccordate con le alluvioni recenti da modeste ripe di erosione fluviale, evidenziate da piccole rotture di pendio. Questi terreni

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 17
---	--	---------------

nel settore meridionale del Campidano di Oristano mostrano le superfici debolmente ondulate per la presenza di resti di antiche dune, formate per accumulo successivo di sabbie eoliche, trasportate nell'entroterra dai venti dominanti (maestrale e ponente).

Lungo gli alvei si possono riconoscere delle piccole ripe di erosione fluviale. Queste alluvioni costituiscono i terrazzi più recenti. All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono delle aree depresse, create dal divagare dei corsi d'acqua nella pianura prima che raggiungessero lo sbocco a mare. Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano.

Gli insediamenti urbani, rurali e le infrastrutture, oltre alle attività economiche, stanno modificando velocemente l'assetto morfologico dell'area. Vaste porzioni di pianura sono state profondamente scavate per il prelievo di materiali per inerti, con la creazione di ampie e profonde cave che spesso, intercettando la falda freatica, si trasformano in laghetti. Altre sono state spianate a fini agricoli, rendendo spesso difficile il riconoscimento delle forme originarie dell'area.

3.4. Caratteri idraulici delle formazioni geologiche

La descrizione delle caratteristiche idrauliche dei materiali presenti nell'area in studio è stata basata sulle osservazioni dirette e su quanto riportato in letteratura.

I terreni in esame, in virtù della loro natura, origine e storia geologica, possono presentare caratteri tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso di acque sotterranee.

In idrogeologia si parla di orizzonti permeabili o impermeabili, in relazione alla facilità con cui l'acqua sotterranea penetra, circola e si distribuisce nel sottosuolo. Sono definiti permeabili quelli dove le acque si muove con una velocità tale da permetterne la captazione, sono invece impermeabili, quegli orizzonti nei quali, in condizioni di pressione naturali, per mancanza di meati comunicanti e/o sufficientemente ampi, non è possibile rilevare movimenti percettibili delle acque. Nello specifico l'area in esame non presenta problemi di ristagni idrici superficiali in quanto la presenza di ciottoli di varie dimensioni ed una matrice poco argillosa, determina un buon drenaggio delle acque meteoriche in profondità.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 18
---	--	---------------

4. VINCOLISTICA

4.1. Piano 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.

Costituisce un approfondimento ed una integrazione al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Con Delibera n. 1 del 31.03.2011, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato in via preliminare, ai sensi degli artt. 8 c.3 e 9 c.2 della L.R. n. 19 del 6.12.2006, il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.), costituito dagli elaborati elencati nell'allegato A alla delibera di adozione medesima.

Con Delibera n. 1 del 23.06.2011, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha revocato la deliberazione del C.I. n. 1 del 31.03.2011, di adozione preliminare del P.S.F.F. e definito una nuova procedura per l'adozione e l'approvazione finale. Tuttavia in questa stessa delibera è precisato che fino alla nuova approvazione è opportuno tener conto delle risultanze dello studio e quindi, con delibera n.1 dello 03.09.2012 è stata adottata preliminarmente la seconda versione del Piano. A seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche, tenute nel mese di gennaio 2013, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Infine, con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali. L'approccio metodologico alla delimitazione delle Fasce Fluviali segue le Linee Guida per la Redazione dello PSFF.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 19
---	--	---------------

Si individuano cinque fasce:

- fascia A_2 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 2 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, individua l'alveo a sponde piene del corpo idrico, definito solitamente da nette scarpate che limitano l'ambito fluviale;
- fascia A_50 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 50 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- fascia B_100 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 100 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- fascia B_200 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata; la delimitazione sulla base dei livelli idrici è stata integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitti non fossili, cioè ancora correlate alla dinamica fluviale che le ha generate;
- fascia C o area di inondazione per piena catastrofica, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, rappresenta l'inviluppo esterno della fascia C geomorfologica (inviluppo delle forme fluviali legate alla propagazione delle piene sulla piana alluvionale integrate con la rappresentazione altimetrica del territorio e gli effetti delle opere idrauliche e delle infrastrutture interferenti) e dell'area inondabile per l'evento con tempo di ritorno 500 anni (limite delle aree in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici di piena). Per i tratti arginati, i limiti delle fasce fluviali per gli eventi che comportano la tracimazione sono stati tracciati con riferimento ai livelli idrici derivanti dallo schema di calcolo idraulico che considera l'assenza della funzione di ritenuta dell'argine e la sezione di deflusso estesa all'intera area inondabile. Sui corsi d'acqua secondari è stata definita la fascia C o area di inondazione per piena catastrofica che, tracciata con criteri geomorfologici, rappresenta la regione fluviale potenzialmente oggetto di inondazione nel corso delle piene caratterizzate da un elevato tempo di ritorno (500 anni) e comunque di eccezionale gravità.

Per l'ambito di intervento nel PSFF non sono state individuate aree a rischio di inondazione.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 20
---	--	---------------

4.2. Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio di Bacino 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, approvato con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005. Successivamente, in esito alla emanazione della legge regionale n. 4 del 11.05.2006, ai sensi dell'articolo 21 comma 4, con Decreto del Presidente n. 67 del 10.07.2006, il PAI è stato approvato definitivamente e integralmente con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici. Infine, le Norme di Attuazione del P.A.I., sono state aggiornate e approvate con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 35 del 21 marzo 2008 e di recente, per effetto dell'Ordinanza n. 25 del 21.01.2014 del TAR Sardegna, aggiornate con il Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 148 del 26 ottobre 2012.

Il PAI 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, Il PAI individua e perimetra, all'interno dei singoli sub-bacini, secondo quanto disposto dal D.Lgs 180/98 convertito in L. 267 del 30.08.1998 e D.P.C.M. del 29.09.1998, le aree a pericolosità idraulica (molto elevata Hi4, elevata Hi3, media Hi2 e moderata Hi1) e a pericolosità da frana (Hg4, Hg3, Hg2, Hg1), rileva gli insediamenti, i beni, gli interessi e le attività vulnerabili nelle aree pericolose, allo scopo di valutarne le condizioni di rischio, individua e delimita, quindi, le aree a rischio idraulico (molto elevato Ri4, elevato Ri3, medio Ri2, moderato Ri1) e a rischio da frana (Rg4, Rg3, Rg2, Rg1). L'intero territorio della Sardegna costituisce il "Bacino Unico Regionale" ed è suddiviso in 7 subbacini e il Comune di Tramatzza è compreso interamente nel Sub bacino n. 2 "Tirso". Le N.A. del PAI definiscono alcune fattispecie di area a pericolosità idrogeologica. Tra queste, le foci fluviali, le aree costiere a falesia, le aree lagunari e stagnali e il reticolo minore gravante sui centri edificati.

Come si può notare dallo stralcio della cartografia PAI riportata di seguito, **non sono presenti nell'area d'intervento nè pericoli e conseguenti rischi idraulici (Pericolo e Rischio Alluvioni_PAI), né pericoli e conseguenti rischi geomorfologici (Pericolo e Rischio Frane_PAI).**

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 21
---	--	---------------

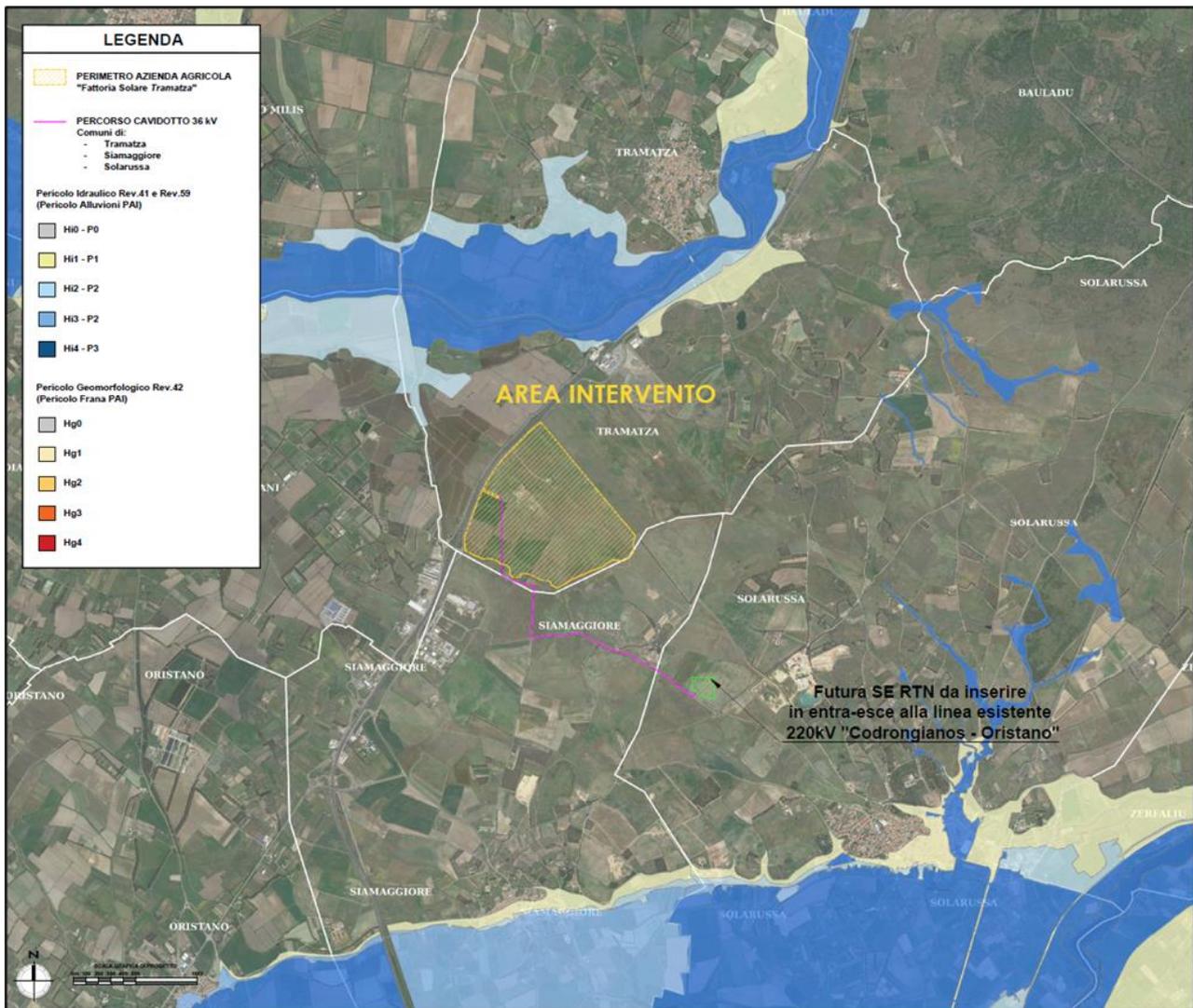


Figura 8: Cartografia PAI - Pericolo Idraulico e Geomorfologico (Pericolo Alluvioni e Frane).
 Riferimento Elaborato Grafico "2104_T.A.08a_Cartografia PAI - Pericolo Idrogeologico_Rev00"

Da un'analisi approfondita è emerso che il Comune di Siamaggiore ha provveduto ad effettuare una variante alla perimetrazione delle aree soggette a vincoli di tipo idraulico e geomorfologico. La variante contiene le risultanze dello studio effettuato in ottemperanza a quanto disposto dagli artt. 8 e 37 delle Norme di Attuazione del P.A.I. all'interno del territorio comunale di Siamaggiore. Più precisamente l'art. 8 comma 2, recita "independentemente dall'esistenza di aree perimetrare dal PAI e tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano paesaggistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico, 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, anche in coordinamento con gli altri Comuni confinanti".

Alle aree sulle quali sono individuate condizioni di pericolosità idraulica si applicano precise prescrizioni definite dal PAI secondo i livelli di pericolosità riscontrati.

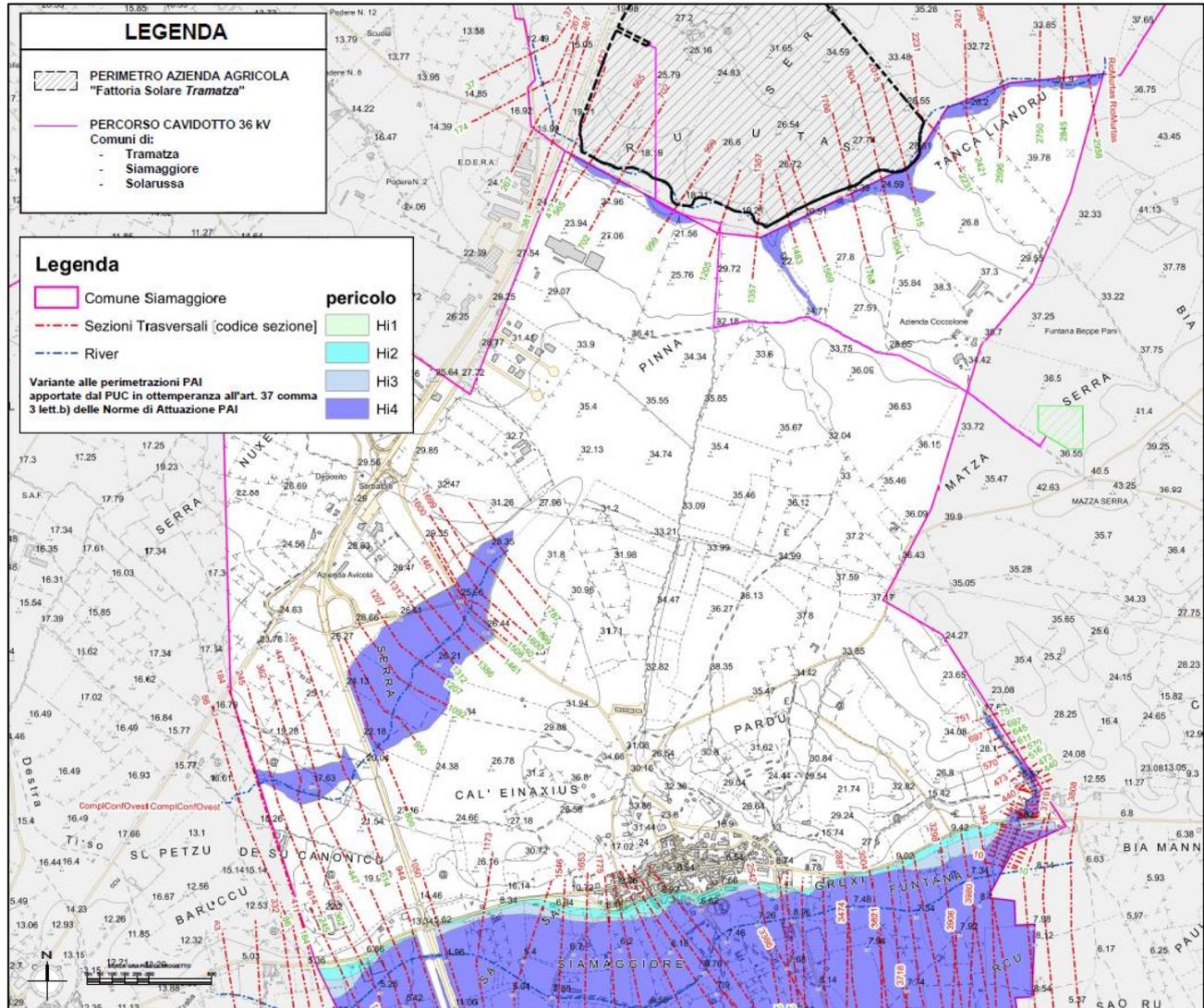


Figura 9: Variante alla perimetrazione PAI art. 37 comma 3 lett. b) PUC Siamaggiore – Carta pericolosità idraulica Riferimento Elaborato Grafico "2104_T.A.08b_Cartografia PUC – Variate Perimetrazioni PAI – Pericolo Idraulico_Rev00"

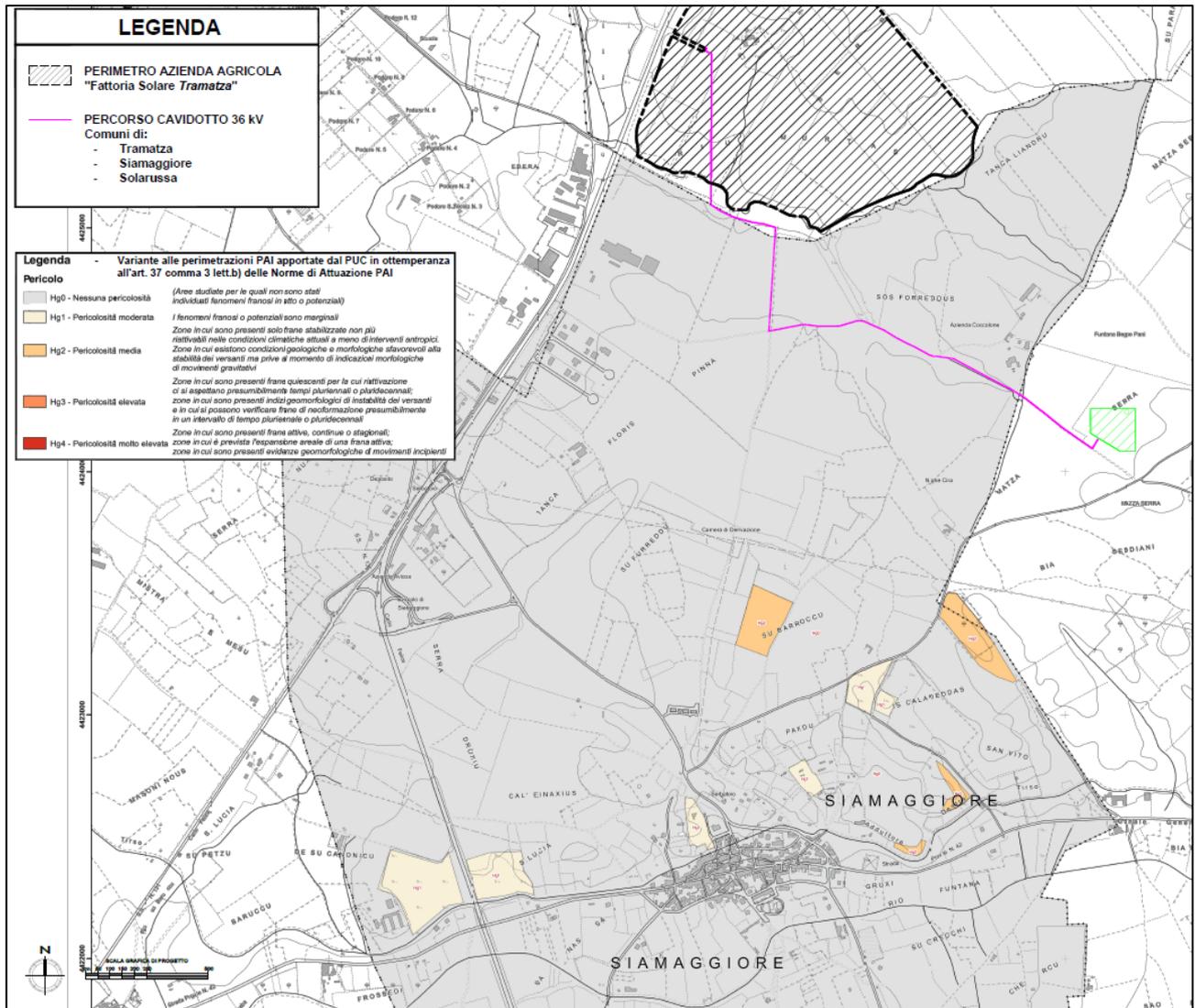


Figura 10: Variante alla perimetrazione PAI art. 37 comma 3 lett. b) PUC Siamaggiore – Pericolosità di frana Riferimento Elaborato Grafico "2104_T.A.08c_Cartografia PUC – Variate Perimetrazioni PAI - Pericolo Geomorfologico_Rev00"

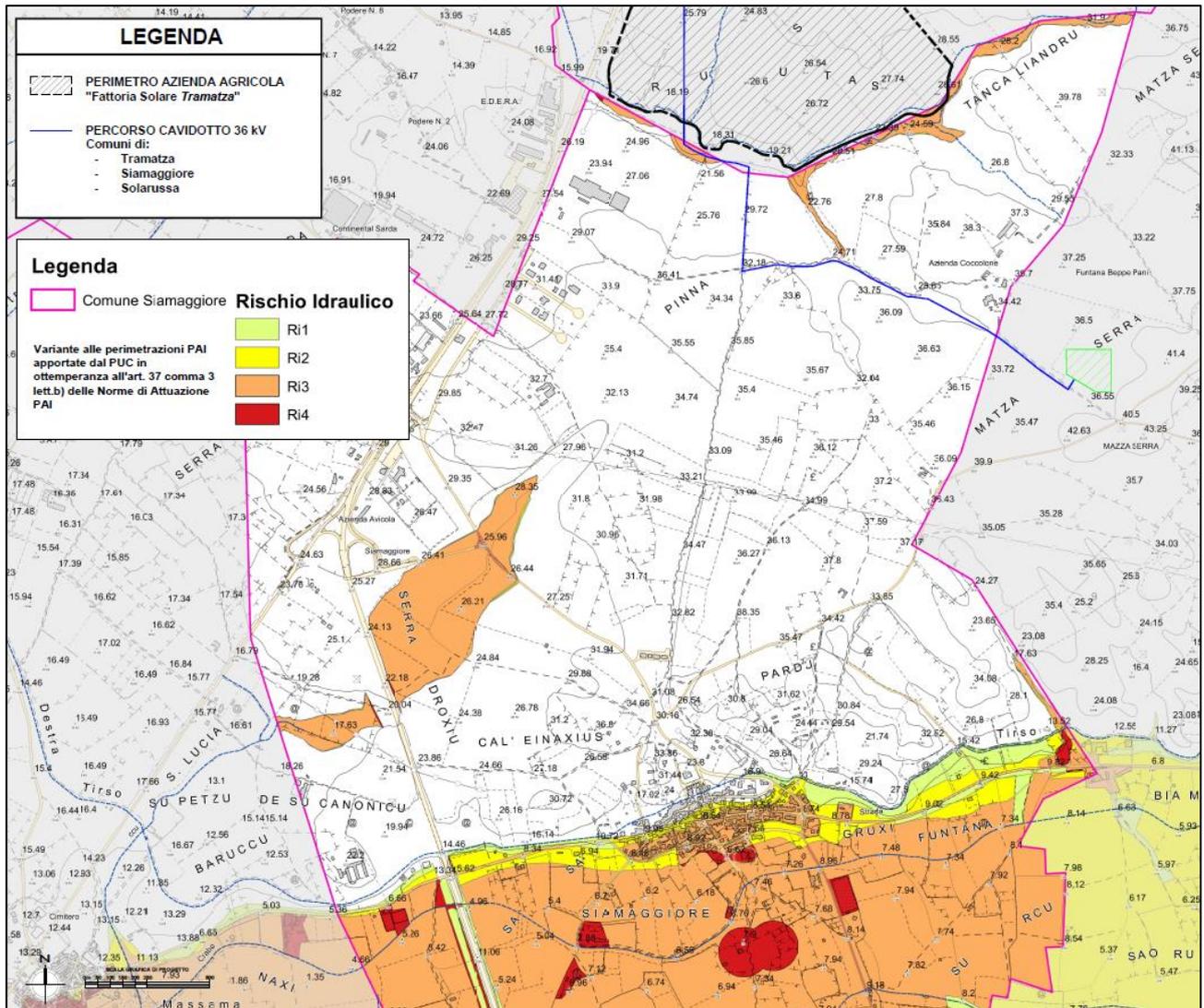


Figura 11: Variante alla perimetrazione PAI art. 37 comma 3 lett. b) PUC Siamaggiore – Carta rischio idraulico Riferimento Elaborato Grafico "2104_T.A.09b_Cartografia PUC - Variante Perimetrazioni PAI - Rischio Idraulico_Rev00"

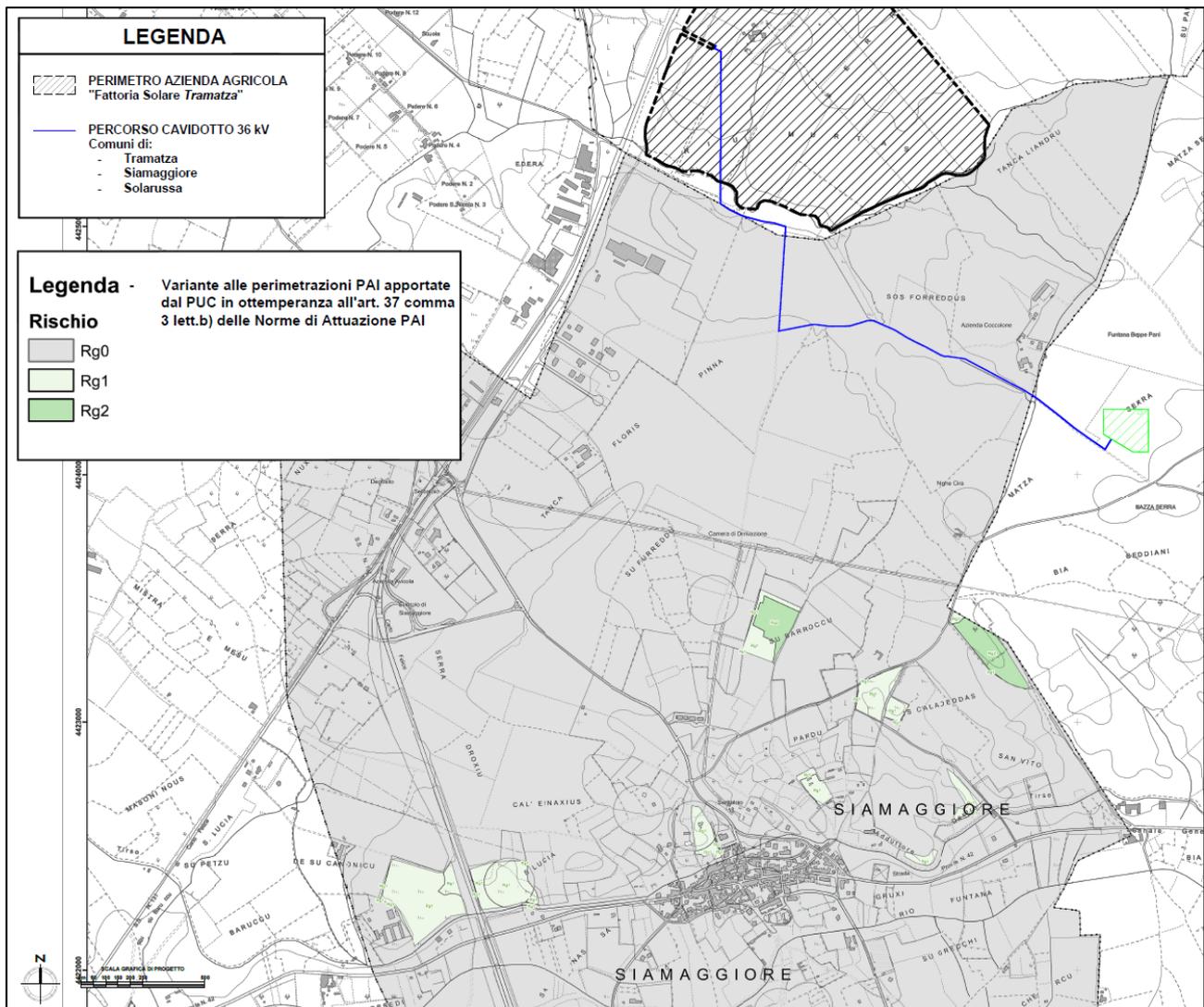


Figura 12: Variante alla perimetrazione PAI art. 37 comma 3 lett. b) PUC Siamaggiore – Rischio di frana Riferimento Elaborato Grafico "2104_T.A.09c_Cartografia PUC - Variante Perimetrazioni PAI - Rischio Geomorfológico_Rev00"

Dall'analisi si sottolinea che le strutture componenti l'impianto agrivoltaico non risultano in interferenza con l'area suddetta ricadendo all'esterno dell'area suddetta e che la stessa è stata indicata in quanto ricadente solo all'interno dei confini catastali dei terreni in disponibilità della proponente. Mentre dall'analisi del percorso del cavidotto, l'opera di collegamento attraversa intersecherà l'area suddetta per un piccolo tratto a sud dell'impianto la quale come detto è stata perimetrata come pericolo idraulico Hi4 e cartografata come variante al PAI e apportata dal PUC in ottemperanza all'art. 37 comma 3 lett. b) delle N.A. del PAI.

Per tale ragione in fase di esecuzione saranno previste procedure e metodi di realizzazione, come la tecnica no-dig mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.), che consentirà la giusta profondità di posa, garantendo il passaggio in sub-alveo delle opere, al fine di evitare di intralciare il normale deflusso delle acque.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 26
---	--	---------------

Per quanto analizzato, le opere in oggetto non presentano, dunque, prescrizioni ostantive secondo le N.A. del PAI.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 27
---	--	---------------

5. INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO

La Sardegna presenta un clima marcatamente mediterraneo insulare, caratterizzato da giornate prevalentemente soleggiate, temperature miti e piogge raramente abbondanti. Le piogge sull'isola si presentano spesso intense e non durature, a carattere di rovescio; risultano molto scarse nel Campidano e lungo le coste meridionali, ove cadono meno di 400 mm (valori confrontabili con quelli delle zone semiaride), mentre si attestano tra i 600-700 mm sulle zone interne collinari e più in generale su gran parte dell'Isola. La piovosità maggiore è raggiunta sul massiccio del Gennargentu, dove le precipitazioni possono cadere sotto forma nevosa durante la stagione invernale, superando i 1000 mm. Le correnti oceaniche influenzano maggiormente il versante occidentale della Sardegna, dove le precipitazioni localmente, superano i 700-800 mm annui, anche se, successivamente, durante l'estate, tale area risulta essere tra le più secche dell'Isola. La Sardegna, lontana dagli ostacoli orografici delle grandi masse continentali, è spesso soggetta a venti intensi in qualsiasi periodo dell'anno. I venti più frequenti e forti sono il Maestrale, lo Scirocco e il Libeccio. In inverno, lo Scirocco, richiamato da perturbazioni afromediterranee apporta intense ondate di maltempo sulla Sardegna meridionale, mentre il Libeccio ed il Maestrale favoriscono le piogge sulla parte Occidentale.

Il Maestrale è anche responsabile di episodi di freddo e neve invernale, trasportando con sé l'aria artica che sfocia dalla Valle del Rodano nel Mediterraneo. In estate, lo Scirocco porta con sé aria molto calda e asciutta dai deserti nordafricani, la quale spesso si accompagna al pulviscolo sahariano e a temperature elevatissime. Tali avvezioni di aria calda annunciano l'arrivo dell'Anticiclone africano che in estate permane a lungo su queste zone del Mediterraneo. Sotto il profilo termico, la Sardegna presenta un clima molto mite con estati molto calde ed inverni miti. Le temperature medie annuali si attestano tra i 15 ed i 18°C. In estate le temperature superano i 30 °C diffusamente, financo a raggiungere la soglia dei 40 °C. D'inverno le temperature restano miti, in particolare nelle coste, mentre possono scendere sotto 0 °C sui settori interni in quota. In fig. 6 sono rapportate le precipitazioni da ottobre 2020 fino ad aprile 2022 con una chiara evidenza della situazione climatica dell'area che si evolve verso precipitazioni a carattere alluvionale, molto concentrate nel tempo e di forte intensità. Le maggiori precipitazioni (579 mm) cadono nel semestre autunno-inverno, mentre nel semestre primavera-estate cadono 223 mm di pioggia. Il mese meno piovoso risulta essere quello di luglio, in cui le precipitazioni sono pari a 18 mm. In merito al progetto, sono riportate, le medie per quanto concerne la nuvolosità, temperature e ore di luce/crepuscolo.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 28
---	--	---------------

Per le variazioni nei mesi e non solo il totale mensile, mostriamo la pioggia accumulata in un periodo mobile di 31 giorni centrato su ciascun giorno. Siamaggiore ha *significant* variazioni stagionali di piovosità mensile.

Il periodo *delle piogge* nell'anno dura *9,2 mesi*, da *29 agosto* a *5 giugno*, con un periodo mobile di 31 giorni di almeno *13 millimetri*. Il mese con la maggiore quantità di pioggia a Siamaggiore è *novembre*, con piogge medie di *56 millimetri*.

Il periodo dell'anno *senza pioggia* dura *2,7 mesi*, *5 giugno* - *29 agosto*. Il mese con la minore quantità di pioggia a Siamaggiore è *luglio*, con piogge medie di *3 millimetri*.

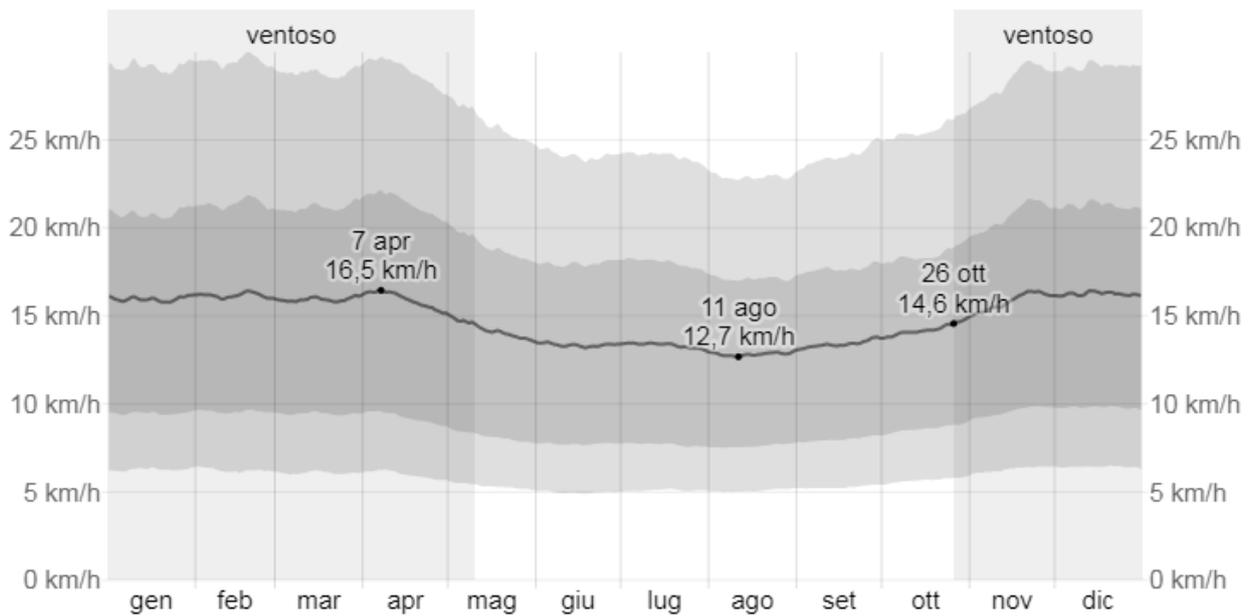


Figura 13: Dati anemologici relativi all'area

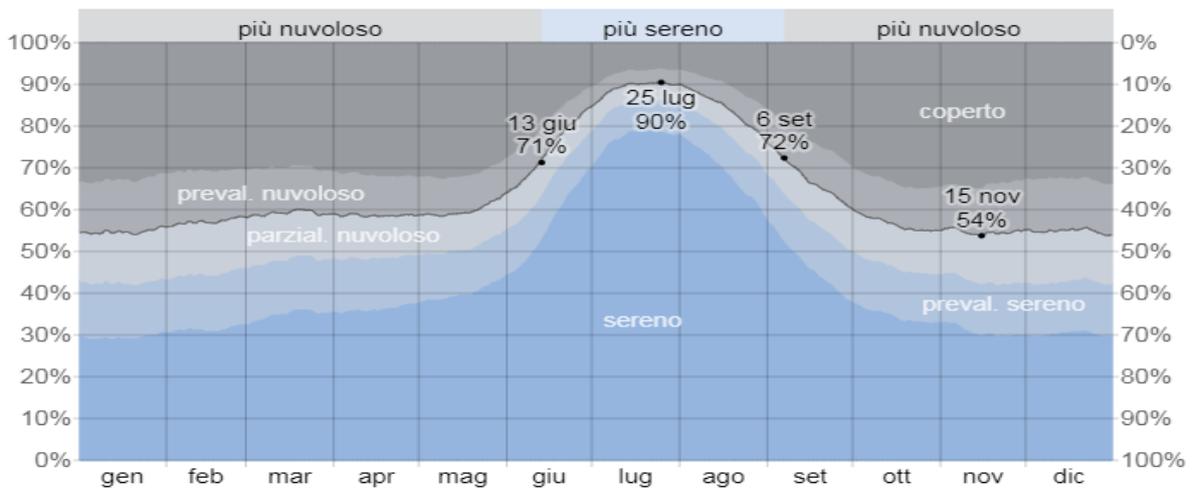


Figura 14: Dati nuvolosità relativi all'area

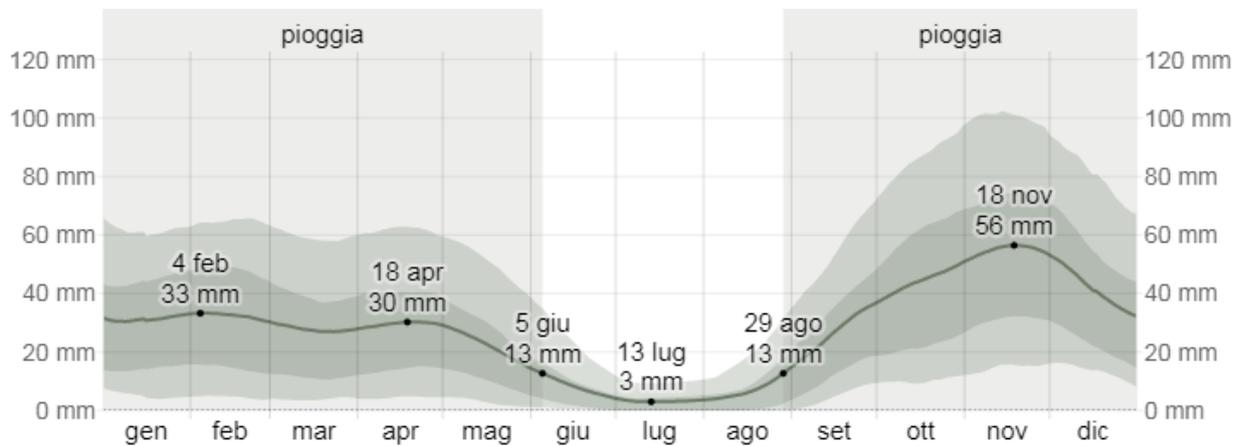


Figura 15: Dati meteo climatici relativi all'area

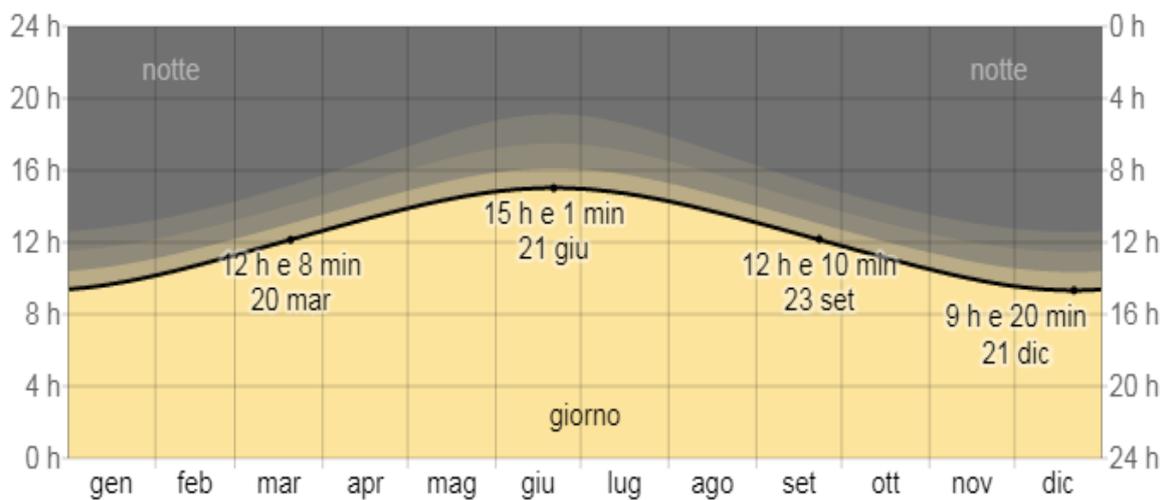


Figura 16: Variazioni crepuscolari

Nella figura seguente si evidenzia l'elevazione solare (l'angolo del sole sopra l'orizzonte) e dell'azimut (il suo rilevamento alla bussola) per ogni ora di ogni giorno nel periodo coperto dal rapporto. L'asse orizzontale rappresenta il giorno dell'anno, l'asse verticale rappresenta l'ora del giorno. Per un dato giorno e una data ora di tale giorno il colore dello sfondo indica l'azimut del sole in quel momento. Le isoline nere sono i contorni dell'elevazione solare costante.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 30
---	--	---------------

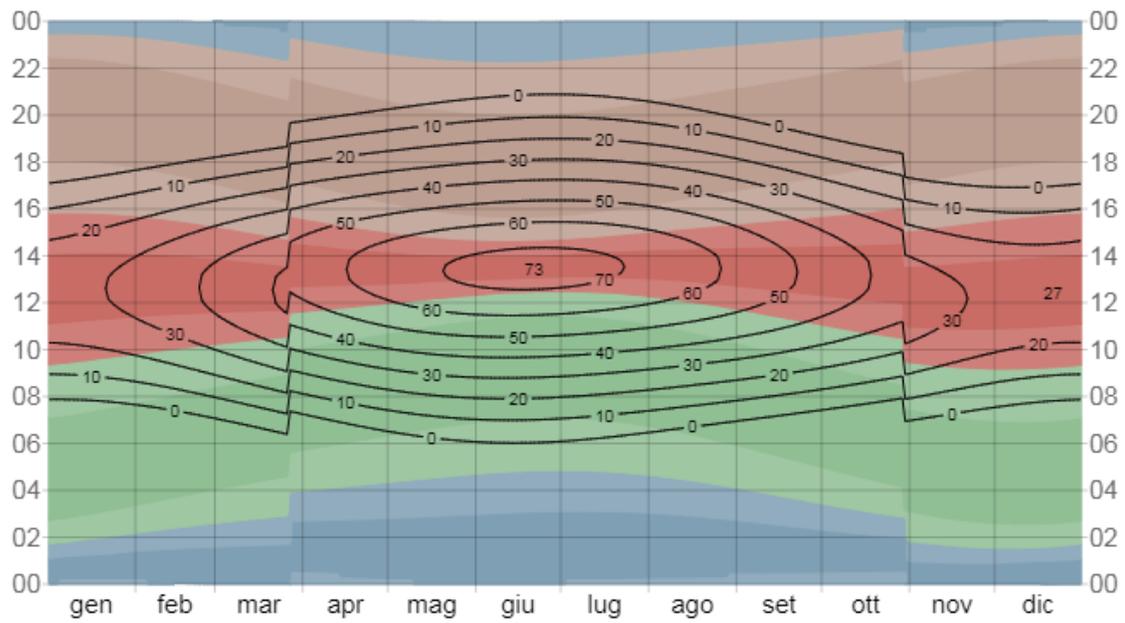


Figura 17: Variazioni elevazione solare.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 31
---	--	---------------

6. RELAZIONE SISMICA

6.1. Sismicità storica

La sismicità della Regione Sardegna è assai bassa. Tali evidenze sono messe in rilievo da molti indicatori, quali l'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale, che secondo qualsiasi ricostruzione, ci dice che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni. Il catalogo storico dei terremoti riporta, infatti, solo due eventi nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948); il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi 25 anni registrata dalla rete nazionale) riporta solo alcuni eventi nel Tirreno e pochissimi eventi a Sud della Sardegna (come gli ultimi eventi del marzo 2006), tutti eventi di magnitudo inferiore a 5. L'evento sismico più forte in Sardegna, infatti, è stato registrato nel 1948 nella zona tra Castelsardo e Tempio Pausania; fu un terremoto che provocò solo qualche lieve danno. Nel 2006 alcune scosse avvennero nel Golfo di Cagliari, spaventando la popolazione senza danni.

Nella zona presa in esame la situazione è analoga: non è impossibile che si verifichi qualche scossa leggera ma la probabilità è molto bassa. Si tratta, insomma, di eventi di bassa energia, e infrequenti.

6.2. Sismica di base

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 14.01.2008 così come gli aggiornamenti relativi di cui al D.M. 17.01.2018, introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base", di seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in $g/10$);
 - F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRISOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 32
--	--	---------------

- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro (a_g), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle NTC), dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera. I punti del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle NTC hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle NTC, è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di a_g, F_0, T_c^* uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola e per tali valori, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B. (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).

Per la Regione Sardegna, l'assegnazione dei parametri per i vari tempi di ritorno è semplificata dalle tabelle sottostanti che assegna i singoli valori di a_g, F_0, T_c^* .

Tabella 1: Valori di a_g, F_0, T_c^* per la Regione Sardegna

TR=30			TR=50			TR=72			TR=101			TR=140		
a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*
0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,7	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313C

TR=201			TR=475			TR=975			TR=2475		
a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*
0,393	2,82	0,322	0,5	2,88	0,34	0,603	3	0,372	0,747	3,09	0,401

6.3. Azione Sismica di progetto

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. Per inquadrare

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 33
---	--	---------------

puntualmente l'area è stato effettuato uno studio tramite prospezione geofisica MASW, di cui alla Relazione Geotecnica. La prospezione ha permesso di determinare la categoria stratigrafica così come definita dalle NTC del 2018 e l'assetto sismo-stratigrafico dei terreni di fondazione fino ad una profondità stimata di circa 30 m.

Dall'analisi dei dati ottenuti emerge quanto segue:

- L'assetto sismo-stratigrafico rilevato dall'analisi del profilo sismico indica la presenza di una copertura da poco a moderatamente addensata giacente su un substrato di probabile natura alluvionale
 - Il bedrock sismico non è stato rilevato
 - La $V_{s,eq}$, calcolata per diverse profondità di imposta della fondazione, risulta variabile da 322 a 330 m/sec da cui ne deriva che il sito ricade in categoria stratigrafica C come definita dalle NTC del 2018. Una leggera inversione di velocità poco oltre i 2 m di profondità rende incerta l'attribuzione della categoria stratigrafica
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Preliminare	Pagina: 34
---	--	---------------

7. CONCLUSIONI

In conclusione, alla luce di quanto osservabile in campo e tenendo conto dei dati provenienti dalle campagne di indagini, si può affermare quanto segue:

- le litologie su cui poggiano le opere sono dotate di buone caratteristiche meccaniche, elevata resistenza al taglio;
- da cartografia non emergono fenomeni gravitativi in atto, quiescenti o fossili, la realizzazione delle opere non andrà in alcun modo a perturbare gli equilibri idrogeologici presenti

L'evoluzione morfodinamica dell'area non andrà a pregiudicare le opere, a causa di dissesti idraulici in quanto gli interventi ricadono in area esente da condizioni di pericolo da inondazione/allagamento.

Il posizionamento delle opere non interferisce con gli elementi idrici presenti, ragion per cui si esclude l'alterazione delle dinamiche di deflusso idrico superficiale. Si ritiene per questo, che le opere previste possano realizzarsi senza particolari problematiche di natura geologica/geotecnica, In fase di avviamento dei cantieri, lo scrivente si rende disponibile per un sopralluogo per verificare le considerazioni esposte nella presente relazione.

Cagliari, 17 ottobre 2022

Geol. Luigi Sanciu
