



COMUNE DI GUSPINI
Provincia del Medio Campidano
Regione Sardegna

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_SCANU", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA

Elaborato

04SGG.Doc.01

GRUPPO DI LAVORO:

INIOS s.r.l (Capogruppo)

INIOS SOCIETA' DI INGEGNERIA
VIA GIALETO, 99 - 09170 ORISTANO (OR)
C.F. - P.IVA 01173430958
evolving energy

Dott. Agronomo Sandro Marchi

Dott. Archeologo Marco Cabras

Dott. Geologo Mario Nonne

Lithos S.r.l.

Ing. Antonio Piccinini

Geom. Emanuele Cauli

Ing. Marco Mario G. Piroddi

Ing. Raimondo Ignazio Cadeddu

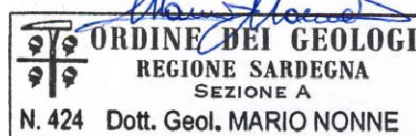
Ing. Francesco Miscali

REDATTO DA:

Dott. Geologo Mario Nonne

Progettisti:

Dott. Geologo Mario Nonne



04SGG.Doc.01.PDF
file

Giugno 2023
Data

Aggiornamento

Scala

017-2023
Nr. Commessa

Proponente:

Grenergy Rinnovabili 4 srl
Via Borgonuovo, N° 9
20121 Milano (MI)
P.IVA: 11892530962



PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 1/21

INDICE

1. Premessa	2
2. Localizzazione Intervento	3
3. Inquadramento PAI	4
4. Cenni Progettuali.....	6
5. Inquadramento Geologico	8
6. Inquadramento Geomorfologico	9
7. Inquadramento Idrogeologico.....	10
8. Sismicità del territorio.....	12
8.1 Sismicità Storica	12
8.2 Caratterizzazione Sismogenetica	14
8.3 Pericolosità sismica di base.....	15
9. Risposta Sismica Locale	16
Condizione Topografica.....	17
10. Geologia del settore	18
11. Geotecnica del settore	20
12. Conclusioni	21

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 2/21

1. Premessa

L'impianto agrivoltaico in progetto, denominato "GR_Scanu", è stato pensato e sarà realizzato con lo scopo di creare una sinergia tra produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e produzione agricola con l'obiettivo comune di rispettare l'ambiente e creare così le condizioni per il raggiungimento di obiettivi produttivi e economici per entrambi i settori coinvolti: agricolo ed energetico.

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la società Greenergy Rinnovabili 4 srl (anche denominata GRR4) con sede in Via Borgonuovo 9 – 20121 – Milano. La società è iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Milano, con numero REA MI-2630049, C.F. e P.IVA N. 11892530962.

La società GRR 4 fa parte del gruppo Greenergy Renovables SA, con sede legale a Madrid e quotata alla borsa di Madrid, che opera in tutto il mondo nel campo delle energie rinnovabili. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti fotovoltaici, eolici e di accumulo dell'energia.

L'impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, localizzato nel territorio del Comune di Guspini, sarà costituito dal generatore fotovoltaico, di potenza nominale pari a 25.141,76 kWp, installato a terra su strutture in acciaio zincato motorizzate (Tracker Monoassiali) che seguiranno il percorso del sole lungo l'asse Nord-Sud direzione Est-Ovest, mantenendo la perpendicolarità con lo stesso e ottimizzando così la produzione di energia. Inoltre, sarà previsto un sistema di accumulo per lo stoccaggio dell'energia fotovoltaica di capacità pari a 12x2.752kWh

L'impianto ricoprirà una superficie complessiva pari a poco più di 500.000 mq e sarà allacciato alla rete Elettrica Nazione tramite una linea interrata di circa 8 km in Alta Tensione a 36 kV collegata in antenna sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/150/36 kV.

La parte agricola continuerà invece la produzione di foraggi essiccati (fieni).

Nella filosofia di creare una forte sinergia tra produzione agricola e fotovoltaica è stato individuato già un imprenditore agricolo del territorio, disponibile a coltivare il terreno anche con la presenza dei tracker fotovoltaici. Con queste premesse si pensa che l'impianto agrivoltaico in progetto possa davvero creare quelle condizioni che permetteranno di stabilire un forte e duraturo legame tra produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabili.

Con la presente relazione si ricostruisce un modello geologico e geomorfologico che analizza le interazioni tra opera in progetto e contesto geologico circostante. La geologia del settore è stata approfondita con notizie bibliografiche e un rilievo di superficie eseguito il giorno 07/06/2023.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 3/21

Questo lo studio è stato elaborato facendo costante riferimento alla normativa vigente:

- 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" e Circolare esplicativa del 24-09-1988 n° 30483 ad esso riferita, e descriverà i diversi lineamenti geologici;
- L. 25/11/1962, n. 1684 "Provvedimenti per l'edilizia, con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D. LL. PP. 15.05.1985 "Accertamenti e norme tecniche per la certificazione di idoneità statica delle costruzioni abusive (art. 35, comma 4, Legge 28 febbraio 1985 n. 47)";
- Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (Legge 18/05/89 art. 17 comma 6 tar e D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni);
- D.M. 14/01/2008 ('NTC' o Norme Tecniche per le Costruzioni), la relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. N° 617/2009;
- D.M. 117/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»".

I problemi più significativi che si possono riscontrare in questi studi sono così riassunti:

- Natura delle litologie e rapporti stratigrafici nello spazio;
- Idrogeologia del settore;
- Interazione opera terreno.

2. Localizzazione Intervento

L'area in cui ricade l'impianto agrivoltaico si trova al confine tra la regione storica del Monreale e del campidano di Oristano su un settore pianeggiante a 2 Km in direzione nord est rispetto all'area artigianale di Guspini nella località Murdeghu. L'area è raggiungibile attraverso la strada statale 126, la strada provinciale 4 e la viabilità locale e interpodereale.

Cartograficamente si inquadra come segue:

- Carta Geologica d'Italia scala 1: 100000 Foglio 225 Guspini;
- Carta d'Italia scala 1:25.000 Foglio 539 "sez. III "Mogoro", 547 sez. IV "San Gavino Monreale";
- Carta tecnica Regione Autonoma della Sardegna scala 1:10.000 sez. 539130 - 547010.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 4/21



Fig. 1 – localizzazione intervento

3. Inquadramento PAI

Nel territorio di Guspini, per la parte in cui ricade la progettazione, si è studiata la pericolosità idraulica e geomorfologica, preliminarmente alla stesura del P.U.C. ai sensi dell'art.8 comma 2 delle NTA del PAI, con deliberazione n. 5 del 17/12/2019 e n. 16 del 30/07/2020 dell'Autorità di Bacino Regionale - Comitato Istituzionale. L'impianto agrivoltaico non ricade in aree perimetrate a pericolosità idraulica e geomorfologico da frana. Il PAI è un piano che ha valore di piano territoriale di settore e prevale gerarchicamente sulla pianificazione locale dando prescrizioni e limitazioni sulla progettazione di nuove opere. Da quanto evidenziato in premessa, nel settore dell'impianto, nessun pericolo di tipo idraulico e geomorfologico è indicato dal PAI.

Il cavidotto di collegamento tra l'impianto in progetto e la centrale attraversa aree a pericolosità idraulica molto elevata, elevata e media. Il cavidotto che risulta interrato è ammissibili e la sua compatibilità viene regolamentata dalle NTA del PAI con l'art. 27 comma 3 *"in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità molto elevata"* lettera h *"allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti. Nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che*

eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 1 mt e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico; altresì, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora i suddetti interventi di allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi utilizzino infrastrutture esistenti di attraversamento per le quali non è garantito il franco idraulico: i predetti interventi sono ammissibili a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che non vi è riduzione della sezione idraulica, che sia verificato il fatto che il posizionamento del cavidotto non determini sul ponte possibili effetti negativi di tipo idrostatico e dinamico indotti dalla corrente e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di interventi di sostituzione totale e/o adeguamenti straordinari dell'attraversamento esistente

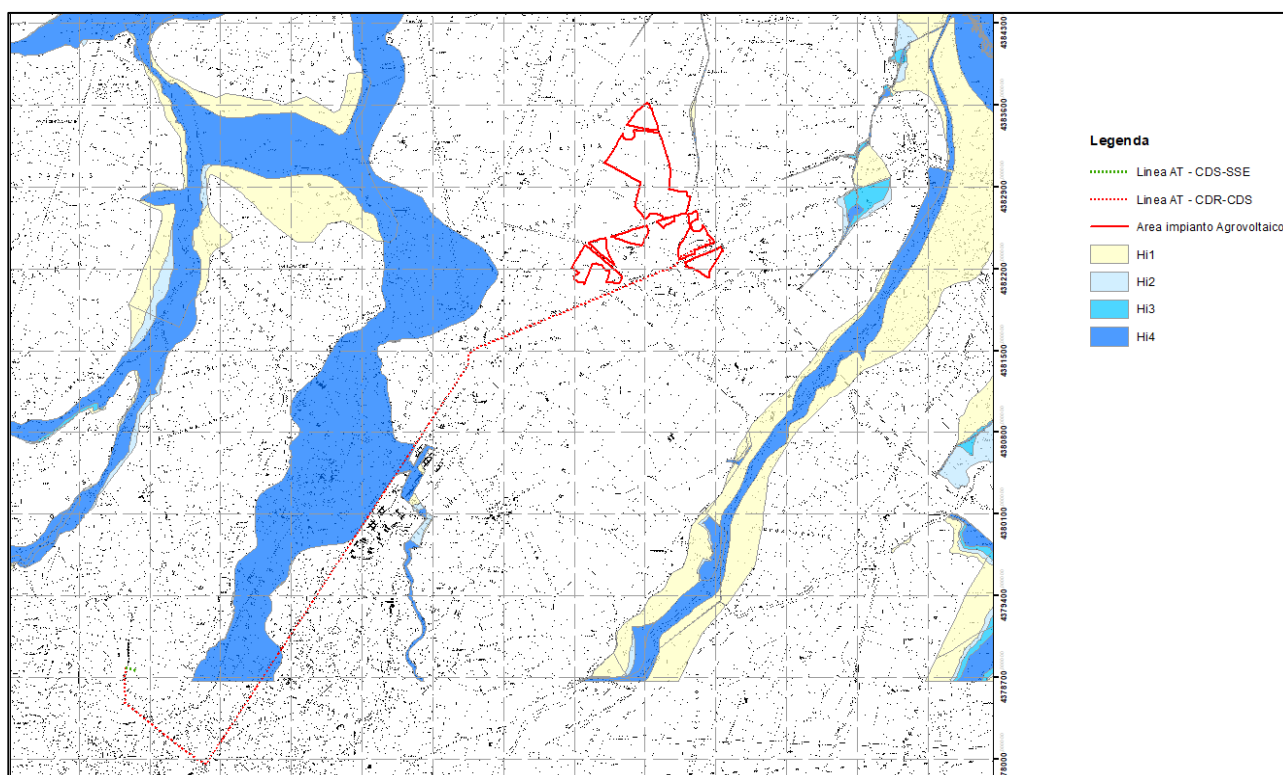


Fig. 2 – stralcio Studio Assetto Idrogeologico

4. Cenni Progettuali

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agro fotovoltaico della potenza di 25,14 MW, in agro di Guspini, mediante il posizionamento di file di pannelli fotovoltaici a inseguimento (est-ovest),

con orientamento nord-sud. La distanza assiale tra una fila e l'altra di pannelli (Pitch) è pari 11,50 metri mentre la larghezza dei pannelli sulla fila e di 4,36 metri. I pannelli avranno un angolo di rotazione est-ovest di 55°, con una distanza dal suolo alla massima rotazione est-ovest di 0,801 metri. L'altezza dal suolo con i pannelli in orizzontale sarà di 2,65 metri. L'obiettivo del progetto è quello di far convivere la produzione agricola con quella fotovoltaica adottando soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli sfruttando tutta la superficie agricola utile SAU. Nel progetto si prevedono delle infissioni di pali le cui caratteristiche dimensionali sono dettagliate nella relazione del calcolo strutture.

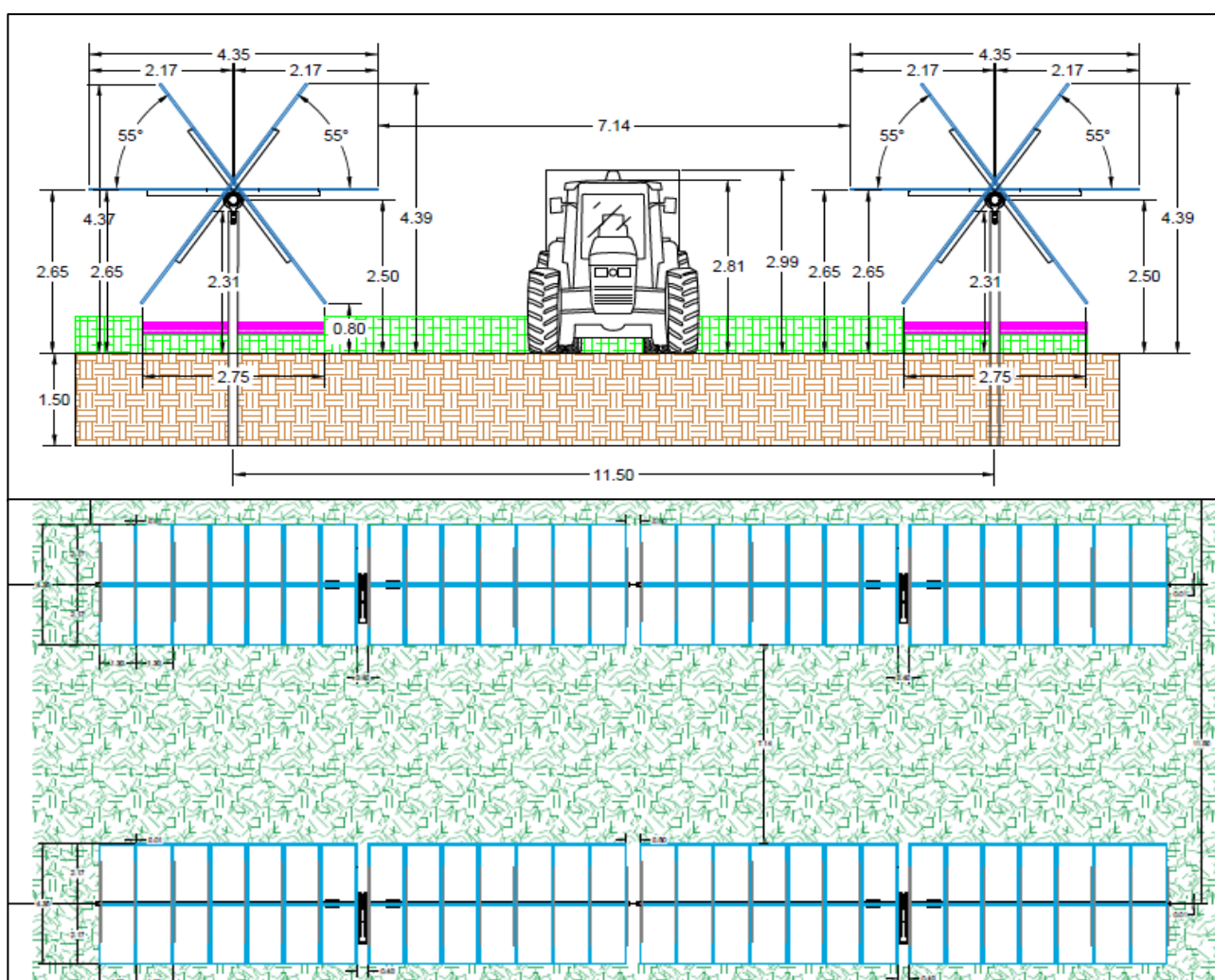


Fig. 3 – stralcio sezioni progetto

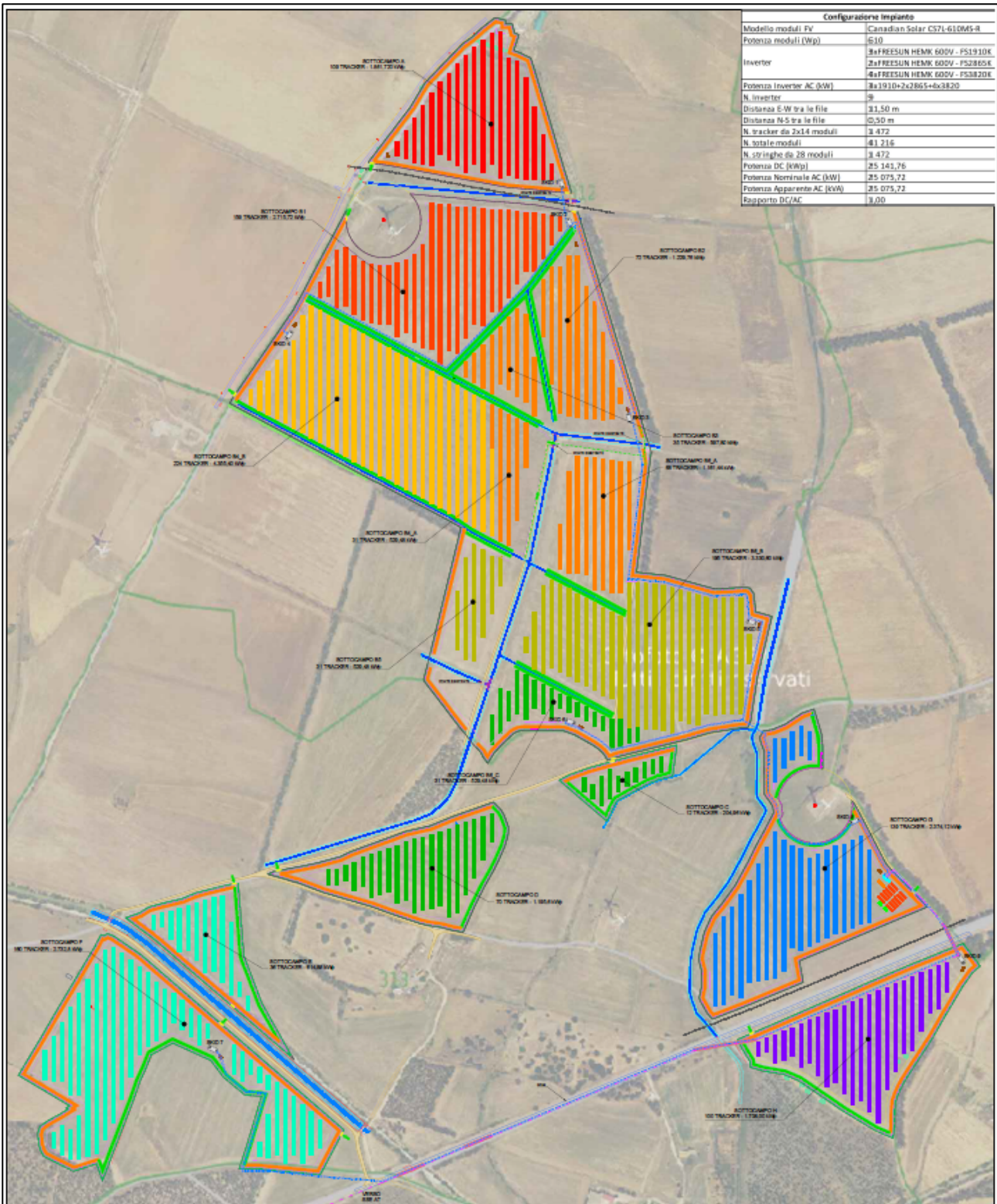


Fig. 4 – stralcio planimetria progetto

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 8/21

5. Inquadramento Geologico

Le caratteristiche geologiche del territorio sono un elemento conoscitivo e caratterizzante di fondamentale importanza per qualsiasi attività o intervento che si voglia realizzare.

Gli eventi geologici a cui attribuire l'attuale assetto geo-strutturale dell'area vasta, in cui ricade la progettazione, sono riconducibili al periodo Terziario, nell'Oligocene medio quando la collisione della placca africana con quella europea, determinò la rototraslazione del blocco sardo-corso e la conseguente apertura del rift sardo (fossa sarda), con la formazione di due horst (pilastrini geologici) del basamento cristallino paleozoico. La fossa tettonica ha un andamento meridiano e si sviluppa dal Golfo dell'Asinara al Golfo di Cagliari. Nel periodo distensivo di formazione, questa, fu interessata da un'intensa attività vulcanica sintettonica, con conseguente parziale riempimento della stessa, come evidenziato da indagini geognostiche profonde eseguite nel Campidano di Oristano. Successivamente si rilevano importanti fenomeni di subsidenza con ingressione del mare miocenico che ha sedimentato su una successione sedimentaria continentale. Questi depositi stimati in spessori massimi di circa 1500 metri sono stati suddivisi cronologicamente in pre-rift, sin-rift e post-rift, (Cherchi e Montardet, 1982, 1984).

Ad un successivo periodo di erosione, evidenziato da una lacuna stratigrafica, la ripresa di un'attività tettonica distensiva del plio-quadernario, con la formazione della fossa del campidano (vergente in direzione NW -SE), porto, in questo settore marginale (horst ovest), a fenomeni deposizionali diffusi con riempimento della nuova fossa e impostazione delle attuali unità geomorfologiche. In questo ultimo periodo geologico altri fattori che hanno condizionato in maniera variabile i processi sedimentari e erosivi sono da ricondurre all'alternanza di periodi glaciali e interglaciali, con conseguente oscillazione eustatica del livello marino e attivazione di conoidi deposizionali. Il risultato è la presenza di varie sequenze sedimentarie con interdigitazioni spaziali di sedimenti, legati ad ambienti deposizionali con gradi di energia e capacità di trasporto differenti.

Ne consegue che le formazioni geologiche caratterizzanti il settore d'interesse della progettazione sono rappresentate, in prevalenza, da alluvioni quadernarie addensate caratterizzate da ciottoli del basamento paleozoico, elaborati ed inglobati in una matrice argilloso sabbiosa di colore variabile dal bruno al rossastro. Localmente in settori depressi, endoreici, si evidenzia la presenza di depositi argilloso limosi subordinatamente sabbiosi di ambiente lagunare poco consistenti.

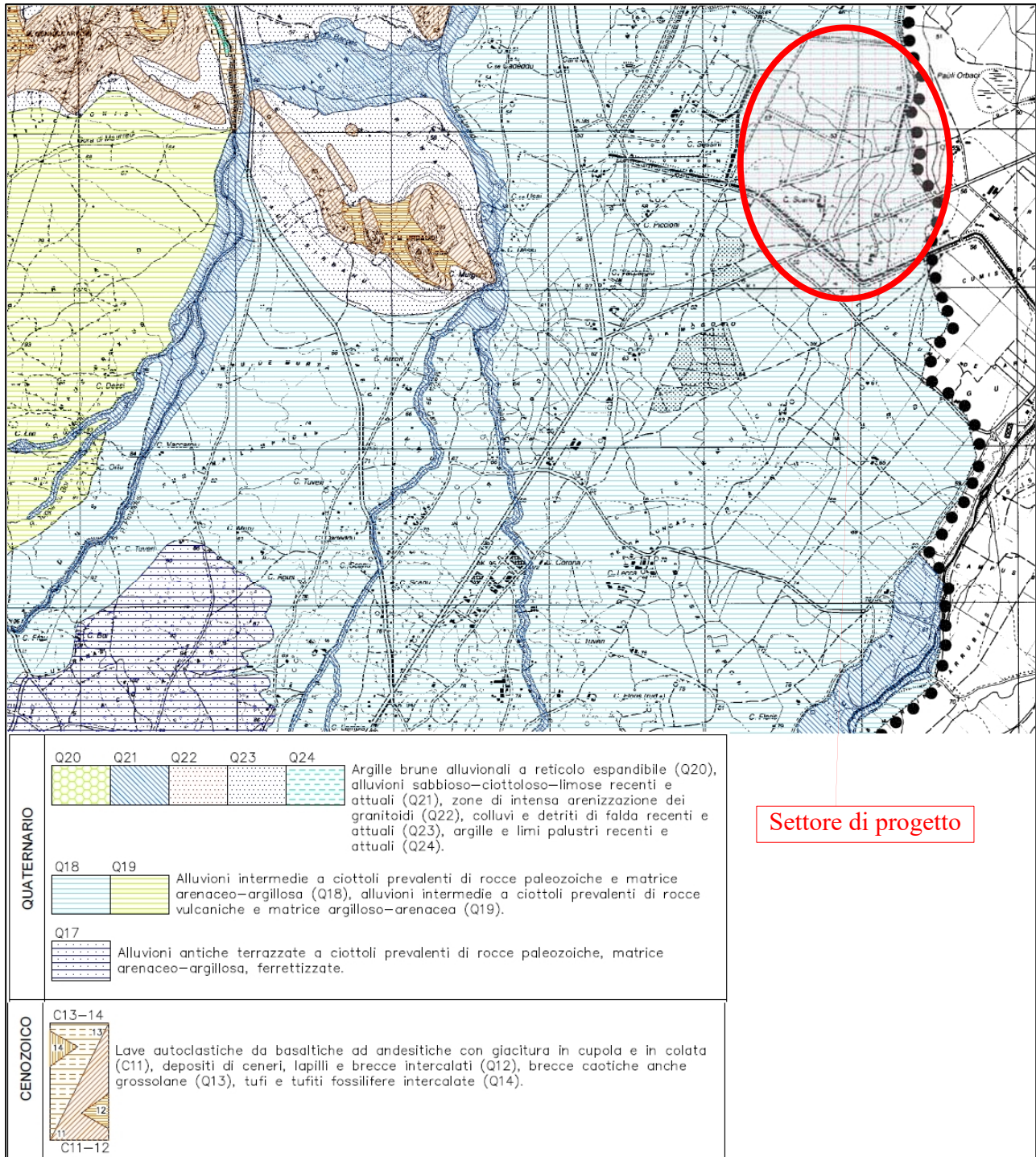


Fig. 5 – stralcio Carta Geolitologica – P.U.C. di Guspini – Elaborato 7, Tavola T3

6. Inquadramento Geomorfológico

La morfologia, le forme del territorio e la loro evoluzione sono dettate dall'assetto geologico, dalla natura delle formazioni affioranti nel bacino idrografico e nelle unità di versante, dai processi climatici susseguiti nel tempo e dall'azione erosiva o sedimentaria prodotta da essi.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 10/21

Il territorio di Guspini che si sviluppa verso la piana del campidano si caratterizza per la presenza di depositi alluvionali, sviluppati durante due antichi cicli orogenetici riferibili al Pleistocene superiore e all'Olocene. Nel pleistocene si sono originate delle conoidi coalescenti con profilo concavo e con irregolarità topografiche date da canali distributori, che successivamente sono stati livellati da processi erosivi e terrazzati. Oggi riscontriamo la presenza di conoidi evolute non attive, con importanti processi erosivi in prossimità dei settori in quota e interessati da circolazione idrica superficiale stagionale, quantitativamente meno importante rispetto al periodo di genesi.

La parte della piana dove si inquadra l'intervento in progetto è interessata da un'azione antropica secolare che ha regolarizzato, per motivi prevalentemente agricoli, i terreni e rettificato parte di alvei con canalizzazione delle aste secondarie. Il complesso sistema di meandri con aree endoreiche che prendevano origine da impostazioni morfologiche quaternarie durante il periodo interglaciale Riss-Wurm sono in parte riprofilate e colmate. Il settore di sviluppo della progettazione ha un andamento pianeggiante con un declivio impercettibile in direzione NNE, caratterizzato da un paesaggio agricolo di piana che vede la presenza di campi a seminativo a secco interrotti dalla viabilità e da impluvi canalizzati con sezione trapezoidale.

7. Inquadramento Idrogeologico

L'idrogeologia della zona è il risultato delle importanti vicende deposizionali stratigrafiche del quaternario e dell'azione antropica incentivata in questo secolo. L'idrografia superficiale è rappresentata da vari corsi d'acqua a regime torrentizio che si caratterizzano per portate massime nei periodi più piovosi e minime in quelli siccitosi. Il progetto si inquadra su un settore di bacino a sinistra idrografica del Flumini Bellu che si sviluppa con direzione prevalente N-S. Gli affluenti prossimi all'area di progetto sono prevalentemente del primo ordine gerarchico e in parte canalizzati con sezioni trapezoidali prevalentemente in terra.

Gli acquiferi sotterranei sono condizionati dalla stratigrafia con alternanze di orizzonti geneticamente, litologicamente e idrogeologicamente diversi e conseguenti variazioni di facies che presentano differenze dal punto di vista della permeabilità per porosità. Si hanno, dunque, livelli sabbiosi e ghiaiosi a permeabilità variabile in cui si intestano gli acquiferi e livelli limosi e argillosi più o meno impermeabili. Le indicazioni bibliografiche, le perforazioni eseguite in tutta la zona, la particolare conformazione geologica della sequenza quaternaria (alternanze litologiche, eteropia di facies, interdigitazioni tra corpi a caratteristiche idrogeologiche diverse) ha evidenziato un complesso sistema multifalda con acquiferi a diverse caratteristiche idrodinamiche, talora fra loro intercomunicanti, che si trovano anche a grandi profondità.

Le formazioni più superficiali (alluvioni quaternarie) si caratterizzano per una media permeabilità per porosità ed evidenziano la presenza di una falda acquifera il cui livello statico risente delle stagioni pluviometriche. Si evidenzia che la falda superficiale presenta un gradiente da NNW – SSE con un asse di drenaggio a W rispetto al settore di progetto e una a E in corrispondenza del Flumini Bellu. Una condizione tale che porta ad individuare, nel settore di progetto, un displuvio idrogeologico. Gli studi eseguiti nella stesura del P.U.C. evidenziano la presenza della prima falda ad una profondità media di 5 metri rispetto al piano campagna in periodi di magra che risalgono di qualche metro in corrispondenza di periodi di massima ricarica (inverno - primavera).

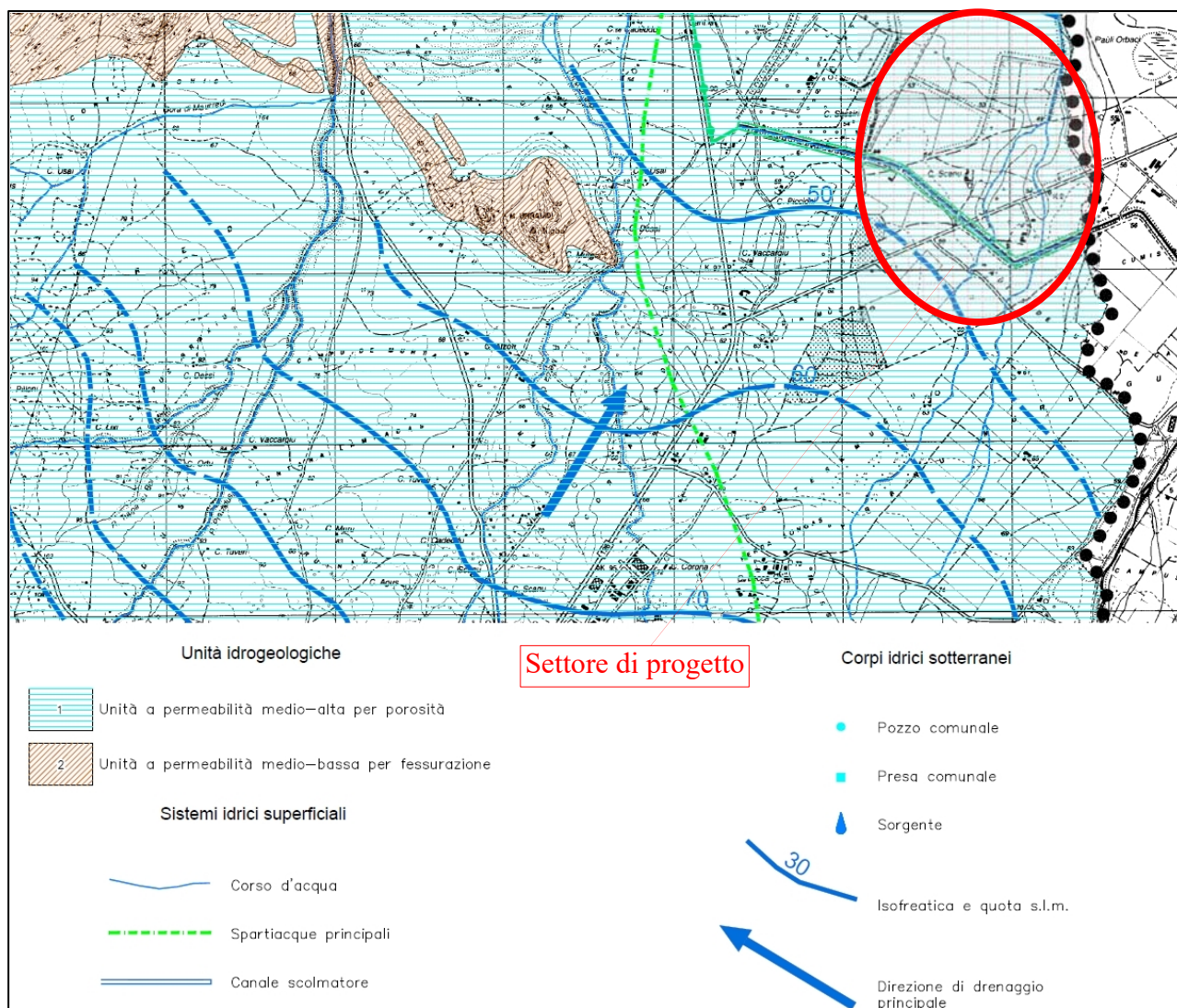


Fig. 6 – stralcio Carta Idrogeologica e dei sistemi idrici – P.U.C. di Guspini – Elaborato 9, Tavola T5

Il grado di approfondimento dello studio e della definizione del corpo fondazione, porta dunque a non escludere la possibile iterazione tra corpo fondazione e la prima falda acquifera sopra descritta.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 12/21

8. Sismicità del territorio

8.1 Sismicità Storica

La caratterizzazione della sismicità di un territorio richiede, in primo luogo, una approfondita e dettagliata valutazione della storia sismica, definita attraverso l'analisi di evidenze storiche e dati strumentali riportati nei cataloghi ufficiali. La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale. In particolare, sono stati consultati i seguenti database:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima (I_{max}) ≥ 5 o con magnitudo (M_w) ≥ 4.0 d'interesse relativi al territorio italiano.
- DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15), realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta un set omogeneo di dati di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti e relativo ai terremoti con intensità massima (I_{max}) ≥ 5 avvenuti nel territorio nazionale e in alcuni paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

La finestra cronologica coperta dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2020 d.C., ed offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali. Per la compilazione del CPTI15 sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato.

In Figura 7 è mostrata una mappa delle localizzazioni dei terremoti storici presenti nel catalogo CPTI15 relativi ad una regione significativa intorno al territorio di Guspini, mentre nella tabella successiva è riportata una lista di tutti gli eventi sismici registrati nel settore. In generale, dalla consultazione di questo catalogo si evidenzia che l'area interessata dal progetto presenta una sismicità storica molto bassa. Il catalogo CPTI15 riporta solo due eventi di magnitudo $\leq 5M_w$ (1924 e 1948). In occasione dell'evento del 1948 sono state osservate intensità pari a 4,97 Mw in alcune località della Sardegna meridionale, al di fuori del settore studiato.

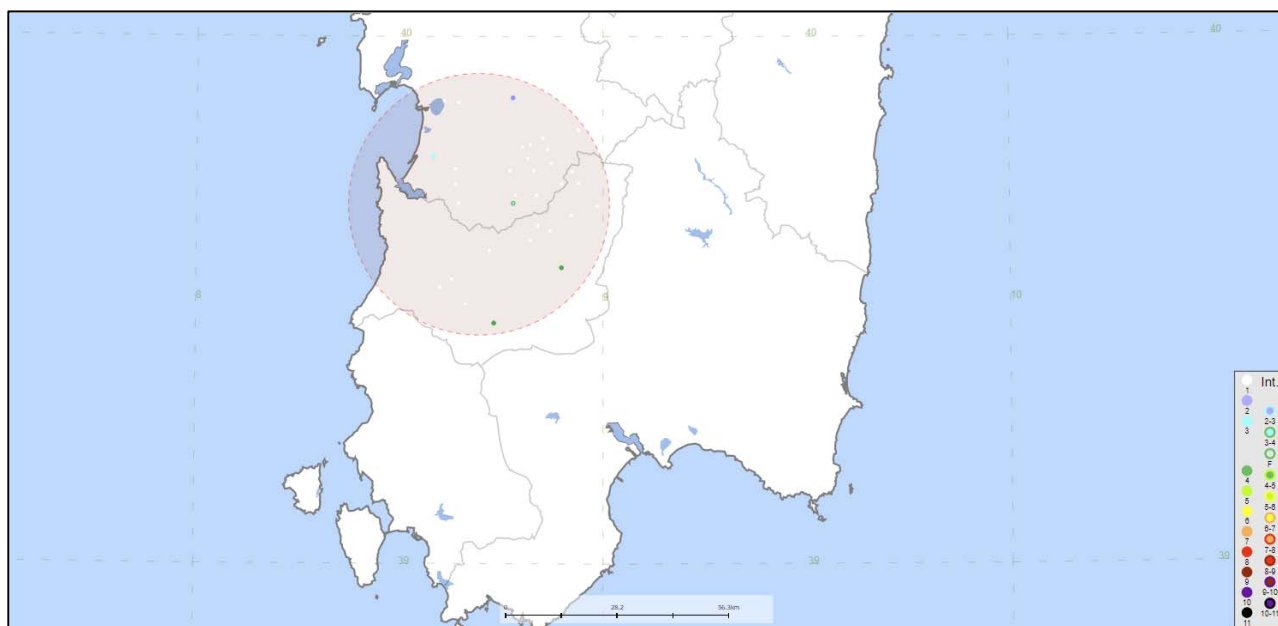


Fig. n° 7 – localizzazione terremoti CPTI15

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0
 Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano
 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

PlaceID	Place Name	Lat	Lon	Prov	Imax	EQs
IT_68594	Albagiara	39.786	8.863	OR	NF	1
IT_68597	Ales	39.769	8.815	OR	NF	1
IT_68606	Arborea	39.773	8.582	OR	3	1
IT_68607	Arbus	39.525	8.599	VS	NF	1
IT_68623	Baradili	39.721	8.898	OR	NF	1
IT_68683	Collinas	39.641	8.840	VS	NF	1
IT_68595	Curcuris	39.746	8.830	OR	NF	1
IT_68699	Genuri	39.744	8.924	VS	NF	1
IT_68725	Gonnoscodina	39.699	8.836	OR	NF	1
IT_68726	Gonnosfanadiga	39.493	8.662	VS	NF	1
IT_68728	Gonnosnò	39.760	8.873	OR	NF	1
IT_68733	Guspini	39.540	8.628	VS	NF	1
IT_68748	Las Plassas	39.679	8.985	VS	NF	1
IT_68756	Marrubiu	39.749	8.637	OR	NF	1
IT_68759	Masullas	39.700	8.785	OR	NF	1
IT_68762	Mogoro	39.684	8.779	OR	3-4	1
IT_68764	Morgongiori	39.746	8.771	OR	NF	1
IT_68816	Pabillonis	39.594	8.721	VS	NF	1
IT_68817	Palmas Arborea	39.875	8.645	OR	NF	1
IT_68818	Pau	39.791	8.802	OR	NF	1
IT_68819	Pauli Arborei	39.661	8.922	VS	NF	1
IT_68887	San Nicolò d'Arcidano	39.684	8.644	OR	NF	1
IT_68886	Sanluri	39.562	8.898	VS	4	1
IT_68923	Santa Giusta	39.878	8.610	OR	NF	1
IT_68955	Sardara	39.614	8.821	VS	NF	1
IT_68968	Senis	39.823	8.940	OR	NF	1
IT_68979	Setzu	39.722	8.940	VS	NF	1
IT_69005	Terralba	39.720	8.637	OR	NF	1
IT_69025	Usellus	39.808	8.852	OR	NF	1
IT_69054	Villa Verde	39.795	8.821	OR	NF	1
IT_69031	Villacidro	39.457	8.732	VS	4	1
IT_69036	Villanovaforru	39.632	8.870	VS	NF	1
IT_69053	Villaurbana	39.884	8.778	OR	2	1

COMUNE DI GUSPINI –PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO (VS)

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", della potenza di 25.141,76 kWp

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 14/21

L'intensità dei terremoti che hanno interessato il settore di progettazione, sono tutti di $M_w < 5$ e sono evidenziati nella tabella sopra riportata. Il database DBMI15 archivia gli eventi sismici considerando i dati di intensità macrosismica. L'insieme di questi dati consente di elaborare la sismicità storica delle località italiane, ossia consente di definire un elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di eventi sismici. In conclusione, la distribuzione dei terremoti storici nell'area di interesse del progetto, dimostra che la zona in studio è caratterizzata da un livello di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo con conseguente assenza di fenomeni di danno registrati.

8.2 Caratterizzazione Sismogenetica

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente zonazione sismogenetica, basata sul Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), prodotta dall'INGV con un gruppo di lavoro nel 2018. Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro più completo e aggiornato a livello nazionale. Dall'analisi dei risultati riportati nella DISS 3.2.1 si può evidenziare che la regione Sardegna non è caratterizzata da nessuna area sorgente di particolare rilievo.

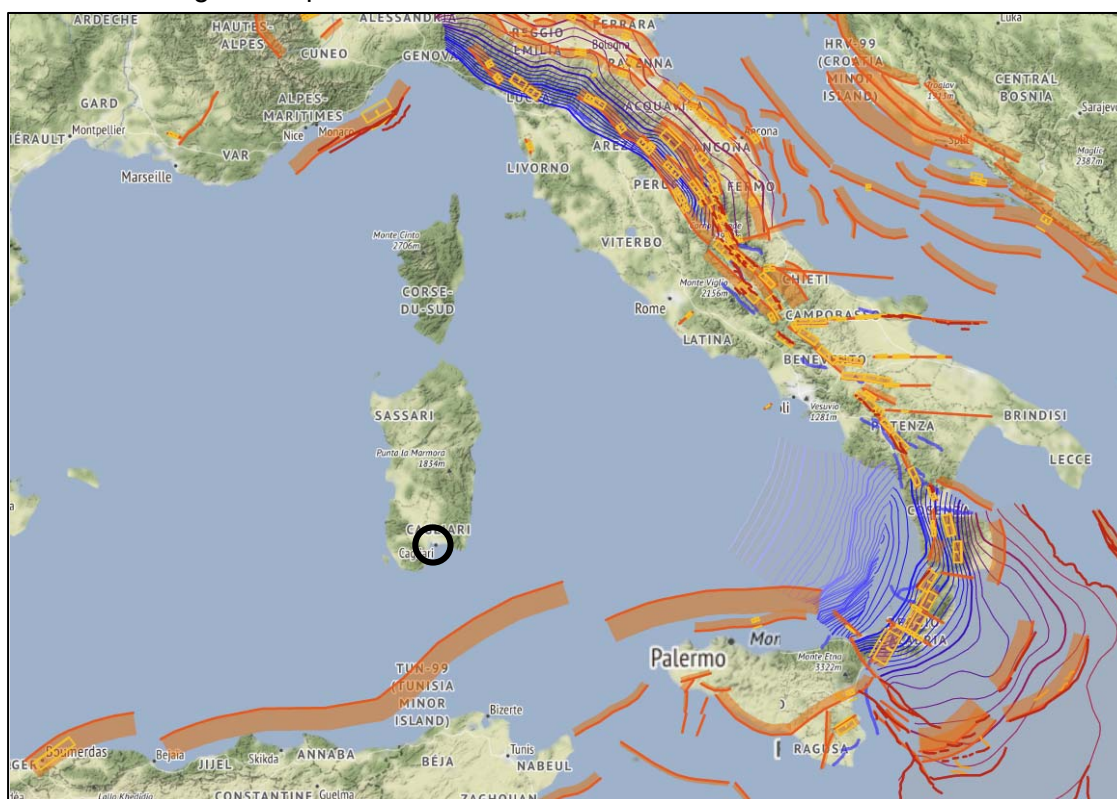


Fig. n° 8 – Stralcio carta aree sorgenti sismogenetiche DISS 3.2.1 Fig. n° 6 – Carta aree sorgenti sismogenetiche

COMUNE DI GUSPINI –PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO (VS)

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", della potenza di 25.141,76 kWp

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 15/21

8.3 Pericolosità sismica di base

La "pericolosità sismica di base", nel seguito chiamata pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni. Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno).

Il reticolo di riferimento suddivide l'intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (T_r) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti tre parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto:

- a_g accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in $g/10$);
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in s).

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell'opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento.

Le accelerazioni orizzontali massime attese al bedrock (a_g) non sono più valutate genericamente sulla base dell'appartenenza del comune in cui realizzare l'opera ad una zona sismica, ma sono calcolate in funzione dell'effettiva posizione geografica del sito ove sarà realizzata l'opera. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (T_r) considerati dalla pericolosità sismica, si ricavano i tre parametri con riferimento ai valori corrispondenti al 50-esimo percentile. Per un qualunque punto del territorio, non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto (a_g , F_o , T_c^*) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Le NTC 2018 definiscono l'azione sismica considerando un periodo di ritorno (T_r) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (P_{Vr}) nel periodo di riferimento dell'opera (V_r). Il periodo di riferimento dell'opera (V_r) si ottiene dal prodotto tra la Vita Nominale (V_n), intesa come il numero di anni nel quale l'opera è utilizzata allo scopo a cui è stata destinata, e il Coefficiente d'uso (C_u), funzione della Classe d'uso della costruzione (cfr. paragrafo 2.4.3 delle NTC 2018).

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 16/21

9. Risposta Sismica Locale

La normativa italiana, in osservanza dei più recenti codici internazionali, ha modificato l'approccio sulla valutazione della sismicità di un'area, definita da una osservazione del fenomeno sismico "dal basso" e "a priori":

- dal basso, poiché si osserva direttamente il moto sismico nel suo propagarsi dal sottosuolo (bedrock) verso la superficie libera;
- a priori, poiché la pericolosità sismica di base tiene conto esclusivamente del movimento sismico atteso (in termini di accelerazioni), prima che esso produca i suoi effetti sull'ambiente fisico e costruito.

In definitiva, identificati i valori delle accelerazioni massime attese al suolo rigido (bedrock), è necessario valutare la loro variazione negli strati più superficiali. Le norme di riferimento (NTC 2018) definiscono la risposta sismica locale (S) di un sito attraverso la stima di due parametri:

- Categoria di Sottosuolo;
- Condizione Topografica.

Il coefficiente di amplificazione topografica S_T e il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s sono necessari per il calcolo del valore di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (PGA).

La stima dell'accelerazione di picco in superficie a_{gS} (PGA) nel sito si ottiene dal prodotto tra il fattore di risposta sismica locale (S) e l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo rigido a_g .

$$a_{gS} = a_g \cdot S$$

Il coefficiente S, che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, può essere calcolato mediante la relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

in cui S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_T è il coefficiente di amplificazione topografica.

Il sottosuolo nelle NTC 2018 è suddiviso in cinque classi di riferimento, in funzione della natura e di specifici parametri di comportamento meccanico dei terreni. I diversi tipi di sottosuolo inducono modifiche sul segnale sismico con variazioni dell'accelerazione di picco e del contenuto in frequenza.

La classificazione individua sottosuoli a rigidezza decrescente, a partire dal sottosuolo tipo A, costituito praticamente da roccia affiorante o ricoperta da uno strato meno rigido, con spessore

massimo di 3 m, fino a sottosuoli molto deformabili e suscettibili di fenomeni di rottura per la sola azione sismica, come da tabella riportata nel capitolo 8.3 delle NTC.

Nelle definizioni delle $V_{s_{equ}}$, si intende la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro il basamento sismico rappresentato da terreni con $V_s > 800$ m/sec. Nel caso specifico si dovranno eseguire delle indagini dirette o geofisiche per determinare la categoria dei suoli interessati dalla progettazione, come da prescrizione della norma.

Definita la categoria di sottosuolo è possibile calcolare i seguenti coefficienti (Tabella 3.2.IV delle NTC 2018):

- coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s , necessario per calcolare l'accelerazione di picco al suolo a_{gs} (o PGA);
- coefficiente funzione della categoria di sottosuolo C_c , necessario per il calcolo del periodo T_C e quindi della velocità orizzontale massima attesa al suolo V_g (o PGV).

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

◦ **Condizione Topografica**

La condizione topografica di un sito nelle NTC 2018 è definita mediante l'attribuzione di una Categoria Topografica al luogo. La classificazione del territorio in categorie avviene semplificando le caratteristiche della superficie topografica (pendenza media e morfologia) e considerando l'ubicazione del sito (base, sommità, ecc.), rispetto a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali (creste o dorsali allungate), con altezze maggiori di 30 metri.

Le NTC 2018 assegnano a ciascuna Categoria Topografica un Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) (cfr. Tab. 3.2.V delle NTC 2018). Questo coefficiente, insieme al coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s), precedentemente descritto, è necessario per il calcolo del valore di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (PGA).

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Le caratteristiche topografiche del sito sono state stimate in accordo alla Tabella 3.2.V delle NTC 2018, ossia identificando le caratteristiche medie della superficie del sito d'interesse. Si evidenzia come ci si trovi in un settore di pianura con assenza di versanti e dunque con un approccio semplificato si identifica una categoria topografica T1 con un coefficiente di amplificazione sismica S_T pari a 1,0.

10. Geologia del settore

Il progetto si colloca a 2 Km in direzione nord est rispetto all'area artigianale di Guspini nella località Murdegghu su un territorio pianeggiante.

Il rilievo di superficie e la cartografia bibliografica evidenziano in superficie la presenza di ghiaie poligeniche del basamento paleozoico con una matrice argilloso sabbiosa di colore marrone rosso e con un buon grado di addensamento. La natura e la genesi di questa litologia ha monopolizzato il rilievo di superficie che si è avvalso delle sezioni di 2,5 metri rappresentate dalle sponde dei canali scolmatori dove si evidenzia una omogeneità stratigrafica. Il campionamento dei suoli ha evidenziato come questi abbiano uno spessore di 50 cm, siano argilloso sabbiosi e abbiano una componente ghiaiosa e ciottolosa importante che li caratterizza per abbondanza di scheletro. Al di sotto con soluzione di continuità si rileva la presenza di un deposito ciottoloso con ciottoli della dimensione massima di 5 cm in una matrice prevalentemente argillosa la cui genesi è da collegare a depositi alluvionali quaternari, con un buon grado di addensamento. Un complesso di formazioni sedimentarie, influenzate nell'ultimo periodo quaternario dalle variazioni eustatiche con vari gradi di energia, nel tempo, degli agenti esogeni, richiedono per una caratterizzazione spaziale la predisposizione di indagini geognostiche che interessino il volume e l'area significativa interagente con le opere in progetto. A seguito di un piano di indagini in grado di definire al meglio il modello geologico si può ricostruire con sufficiente dettaglio un modello geologico e geotecnico in grado di parametrizzare le formazioni presenti per dimensionare correttamente le opere interagenti con il terreno.



Fig. n° 9 – Panoramica settore di progetto e particolare formazioni in superficie

COMUNE DI GUSPINI –PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO (VS)

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", della potenza di 25.141,76 kWp

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 20/21

La condizione topografica, la media permeabilità dei terreni in affioramento non inducono fenomeni di corrivazione e di erosione. Non si segnalano dunque fenomeni morfologici che possano generare condizioni di instabilità. La presenza di terreni con una importante componente argillosa non permette dei drenaggi veloci delle acque superficiali e i fenomeni di impaludamento oggi vengono limitati ed evitati grazie alla presenza dei canali di scolo dei campi che collegati con gli impluvi canalizzati rappresentano una rete di dreno preservata e considerata nella progettazione dell'impianto, per consentire la produttività agricola evitando fenomeni di asfissia radicale.

Gli studi eseguiti per il P.A.I. inoltre evidenziano come nelle condizioni climatiche attuali e con tempi di ritorno di 500 anni queste aree non siano allagabili.

11. Geotecnica del settore

Il modello geologico basato su informazioni bibliografiche e sul rilievo di superficie ha evidenziato la presenza in superficie e per spessori superiori ai 3 metri di conglomerati poligenici addensati con matrice argilloso sabbiosa. I parametri geotecnici di massima di queste formazioni, ricavati dalla bibliografia sono puramente indicativi e possono essere così considerati:

- peso specifico secco: 1900 Kg/m³;
- peso specifico saturo: 2000 Kg/m³;
- angolo d'attrito caratteristico: 36°
- coesione: 0,02 Kg/cm².

Le formazioni sedimentarie presentano una variabilità di granulometria, di densità e di tessitura che rendono la parametrizzazione attraverso dati bibliografici puramente indicativa come ordine di grandezza e che a causa di questi fattori di genesi caratterizzanti richiedono per un modello geotecnico appropriato la presenza di una campagna di indagini mirata. Questa condizione è legata alla storia geologica evidenziata nel modello geologico sopra riportato. Col fine di avere un giusto dimensionamento delle opere di fondazione si evidenzia dunque la necessità di indagini geognostiche dirette che ricostruiscano la stratigrafia dei terreni e che prevedano dei campionamenti per la determinazione dei parametri fisici attraverso delle prove geotecniche dirette e/o indirette.

In relazione agli obblighi normativi delle NTC 2018 inoltre si dovrà eseguire almeno una prova tipo MASW per la caratterizzazione sismica dei suoli vista l'assenza di un bedrock affiorante.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	04SGG.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 04SGG.Doc.01 - RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA	pag. 21/21

12. Conclusioni

Il modello geologico e geomorfologico del progetto "Impianto agrivoltaico di 25.141,76 kWp in agro di Guspini" è stato definito, con una analisi di dettaglio basata su informazioni bibliografiche, fotointerpretazione e rilievo di superficie.

Si evidenzia che da un punto di vista tettonico non vi sono strutture attive, che la morfologia è quella tipica di una piana alluvionale, dove non si hanno evoluzioni morfologiche rilevabili.

Le opere vanno ad interferire con le formazioni sedimentarie che per loro natura presentano variazioni geologiche e geotecniche sia in profondità che nell'intorno. Nel complesso si evidenzia un modello geologico e geotecnico compatibile con le opere in progetto che deve essere approfondito con una opportuna campagna d'indagine.

IL TECNICO
Geol. Mario Nonne

