

Impianto agrivoltaico  
**G R \_ M A N D A S**  
della potenza di 26,576 MWp DC  
(26,025 MW AC in immissione)

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
COMUNI DI GESICO E MANDAS

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Elaborato:  
137QAM320R\_00

Settembre 2023

*Relazione geologica*

PROPONENTE:



GREENERGY RINNOVABILI 10 S.R.L.  
Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano  
P.IVA 11892590966

REDATTORE SIA - CAPOGRUPPO:



**EGERIA**  
ingegneria per l'ambiente

Corso V. Emanuele II, 90 Cagliari  
P. Iva 03528400926  
Tel. +39 328 82 88 328  
info.egeria@gmail.com - www.egeriagroup.net

GRUPPO DI LAVORO: Dott.ssa Ing. Barbara Dessi (EGERIA)  
Dott.ssa Arch. Elisabetta Erika Zucca (EGERIA)  
Dott.ssa Ing. Elisa Mura (EGERIA)  
Dott. Ing. Marco A. L. Murru (Ingegnere elettrico)  
Dott. Archeol. Marco Cabras (Archeologo)  
Dott. Geol. Nicola Demurtas (Geologo)  
Dott. Nat. Francesco Mascia (Botanico e Agrotecnico)  
Dott. Nat. Maurizio Medda (Faunista)  
Dott. Agr. Pasqualino Tammaro (Agronomo)  
Dott. Piero Angelo Salvatore Rubiu (Tecnico compet. in Acustica Ambientale)

## INDICE

1 - PREMESSA	1
2 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - URBANISTICO - VINCOLISTICO	3
3 - DESCRIZIONE INTERVENTO DA REALIZZARE	10
4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE	11
5 - CARATTERI GEOLOGICI E LITO STRATIGRAFICI LOCALI	15
6 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO: SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA	21
7 - INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE	27
8 - VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE	29
9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	31

## **1. PREMESSA**

La società Grenergy Rinnovabili 10 S.r.l., parte del gruppo Grenergy Renovables SA, attivo nel campo delle energie rinnovabili dallo sviluppo alla costruzione, fino alla gestione degli impianti, ha incaricato la società Egeria S.r.l. per la progettazione dell'impianto agrivoltaico denominato "GR\_MANDAS" e lo studio delle interazioni attese tra il progetto e le componenti ambientali secondo gli approfondimenti dovuti nello Studio di Impatto Ambientale (ai sensi dell'allegato VII alla parte seconda del D.lgs 152/06 e ss.mm.ii).

L'area agricola di intervento insiste in un contesto basso-collinare, posto tra i 331 ed i 412 m. s.l.m., escluso dalla perimetrazione delle aree non idonee per il fotovoltaico di cui alla DGR 59/90 del 27/11/2020, e risulta distribuita a destra e sinistra del "Riu Anguiddas" nelle località denominate "Nureci" e "Tintillonis" ricadenti nel comune di Mandas, nonché nelle località di "Cuccuru Venugu" e "Sarriu Sullinu" in territorio comunale di Gesico.

Il progetto ricerca la coesistenza tra gli interventi necessari alla produzione di energia da fonti rinnovabili, la salvaguardia dei servizi ecosistemici e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agropastorale locale; con questo intento prevede che la superficie interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici, per una potenza installata di 26,576 MWp DC integrata a un sistema di accumulo di 10 MW, sia destinata alla semina di un prato-pascolo polifita stabile per il pascolamento libero degli ovini (prato-pascolo) ed erbai di graminacee per fienagione alternati a sulla. I pannelli fotovoltaici sono inseriti in tale contesto attraverso tracker a inseguimento monoassiale orientati nord-sud distanziati su file parallele in loc. Cuccuru Venugu, adeguata per questioni morfologiche ad accogliere questo tipo di strutture dinamiche. La restante parte di impianto è prevista su strutture fisse orientate in direzione est-ovest; il layout d'insieme e la distanza tra le file di pannelli è funzionale alla semina e conduzione del prato polifita stabile e al pascolo e pertanto alla prosecuzione delle attività agro-pastorali già in essere, oggetto di miglioramento attraverso le soluzioni argomentate nella relazione agronomica.

La connessione dell'impianto prevede la posa di un cavidotto interrato posato parallelamente alla SS 128, della lunghezza di circa 2 km e il collegamento a una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV nel comune di Mandas.

Le scelte progettuali e le soluzioni tecniche adottate sono frutto di uno studio approfondito che tiene conto dei fattori ambientali e dei vincoli paesaggistici, analizza l'orografia dei luoghi, l'accessibilità al sito, la vegetazione e, per il tracciato del cavidotto di connessione, tutte le interferenze riscontrabili.

### **Oggetto del documento**

Su richiesta del committente, società EGERIA S.r.l., il sottoscritto Dott. Geol. Nicola Demurtas, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Sardegna al numero 606, ha redatto apposita relazione

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

geologica relativa al progetto presentato dal proponente - società GREENERGY RINNOVABILI 10 S.R.L, denominato "GR MANDAS".

Il presente documento costituisce parte integrante degli elaborati progettuali previsti all'interno del SIA (Studio di Impatto Ambientale).

L'area in esame, di futura realizzazione dell'Impianto agrivoltaico, è ubicata all'interno del territorio comunale di Mandas (SU) e Gesico (SU). Precisamente nella zona agricola ubicata in prossimità nel settore est dei due territori comunali.

La suddetta area dista dal centro abitato di Mandas circa 2,43 km e circa 0,95 km dal centro abitato di Gesico.

Anche il tracciato del cavidotto impianto in progetto interessa il territorio comunale di Mandas (SU) e Gesico (SU). Mentre il cavidotto di connessione interessa esclusivamente quello di Mandas.

Lo studio è stato eseguito al fine di definire le caratteristiche geologiche – idrogeologiche – geomorfologiche generali del settore oggetto di intervento.

Le attività di studio e di ricerca sono state articolate in cinque distinte fasi:

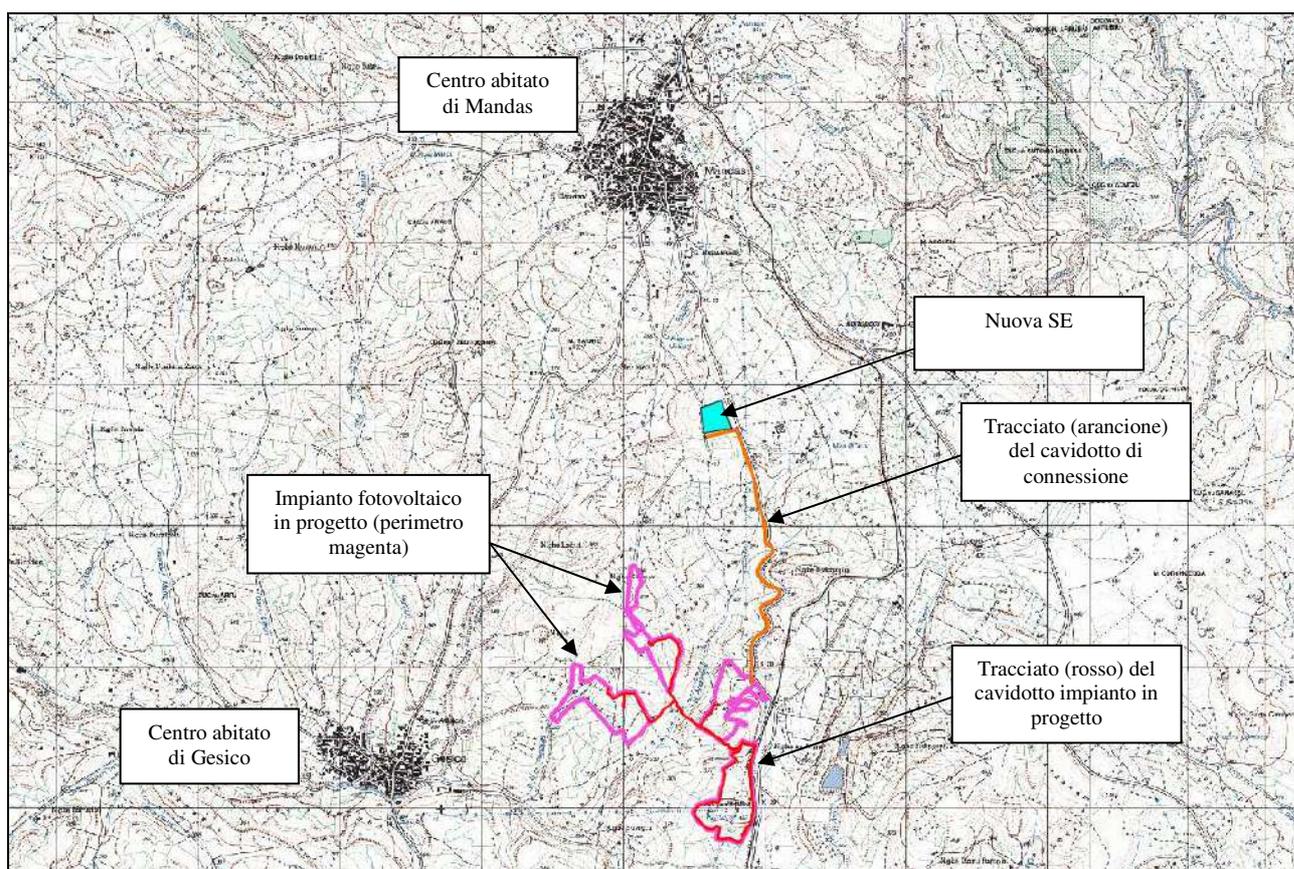
- reperimento di dati bibliografici;
- rilevamento di campagna;
- analisi ed esame degli elaborati grafici definitivi forniti dal progettista, con particolare riferimento alla tipologia degli interventi da realizzare;
- elaborazione dati acquisiti;
- stesura relazione geologica – geomorfologica

La relazione geologica è definita secondo la vigente normativa [D.M. 04.05.1990; L. 2.02.1974 n. 64; D.M. 11.3.1988; L. 25.11.1962, n. 1684; D.P.R. 10.09.1990, n. 285; D.M. LL. PP. del 12.12.1985; D.M. 14.01.2008; D. LL. PP. 15.05.1985; D.Lgs 12 aprile 2006, n. 163 e ss. mm. ii.], in particolare, sarà redatta in conformità al D.M. 14/01/2008 ('NTC' o Norme Tecniche per le Costruzioni) e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009, e in conformità al 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.

## **2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - URBANISTICO - VINCOLISTICO**

L'area in esame, di futura realizzazione dell'Impianto agrivoltaico, è ubicata all'interno del territorio comunale di Mandas (SU) e Gesico (SU).

Nella Carta d'Italia (I.G.M.) in scala 1:25.000, l'area in esame ricade nel foglio n° 540 sez. III, mentre nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade nel foglio n° 540 sez. 140. Le coordinate chilometriche del baricentro dell'area in esame, riferite alla quadrettatura chilometrica Gauss Boaga, sono rispettivamente: E 1511589,90 - N 4385404,47. L'altimetria del suddetto baricentro è di circa 400,0 m s.l.m..



**Figura 1: Area di intervento su cartografia I.G.M.**

Per quanto concerne, invece, il P.P.R. (Piano Paesaggistico Regionale), l'area in studio non risulta essere compresa all'interno degli Ambiti Costieri della Regione Sardegna.

Sul piano vincolistico PAI – PGRA - PSFF, l'area in oggetto riferita all'Impianto fotovoltaico in progetto è situata all'interno del Sub-bacino n.7 “Flumendosa – Campidano - Cixerri”.

Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) sui corsi d'acqua principali dei bacini idrografici è lo strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e 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 e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali. Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali è principalmente un

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

piano di misure non strutturali, atte a perseguire obiettivi di difesa del rischio idraulico, di mantenimento e recupero dell'ambiente fluviale, di conservazione dei valori paesaggistici, storici, artistici e culturali all'interno delle regioni fluviali; esso contiene la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali dei corsi d'acqua (Fascia A di deflusso della piena, Fascia B di esondazione, Fascia C di inondazione per piena catastrofica).

Come sopra riportato, l'area d'interesse ricade all'interno del Sub-Bacino Idrografico n.7 "Flumendosa – Campidano - Cixerri" e nello specifico allegati e tavole PSFF del Sub-bacino n° 7, approvate con deliberazione N.1 del 05.12.2013 e definitivamente con Delibera n.2 del 17.12.2015.

Per quanto concerne il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) obiettivo prioritario del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti. Il PAI consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico: esso coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari (tra i quali il PSFF), apportando in taluni casi le precisazioni e gli adeguamenti necessari a garantire il carattere integrato proprio del piano di bacino, quali il completamento, rispetto al PSFF, della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino, l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nella parte del territorio collinare e montano e l'individuazione del quadro degli interventi strutturali e non sui versanti e sui corsi d'acqua.

Di seguito, per quanto concerne il progetto in esame, viene riportato il dettaglio dei vincoli relativi al PAI – PGRA – PSFF:

PAI Hg frane Comune di Gesico - Vincolo presente Hg1 classe moderata – Hg2 classe media – Hg3 classe elevata (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnaoportale.it>)

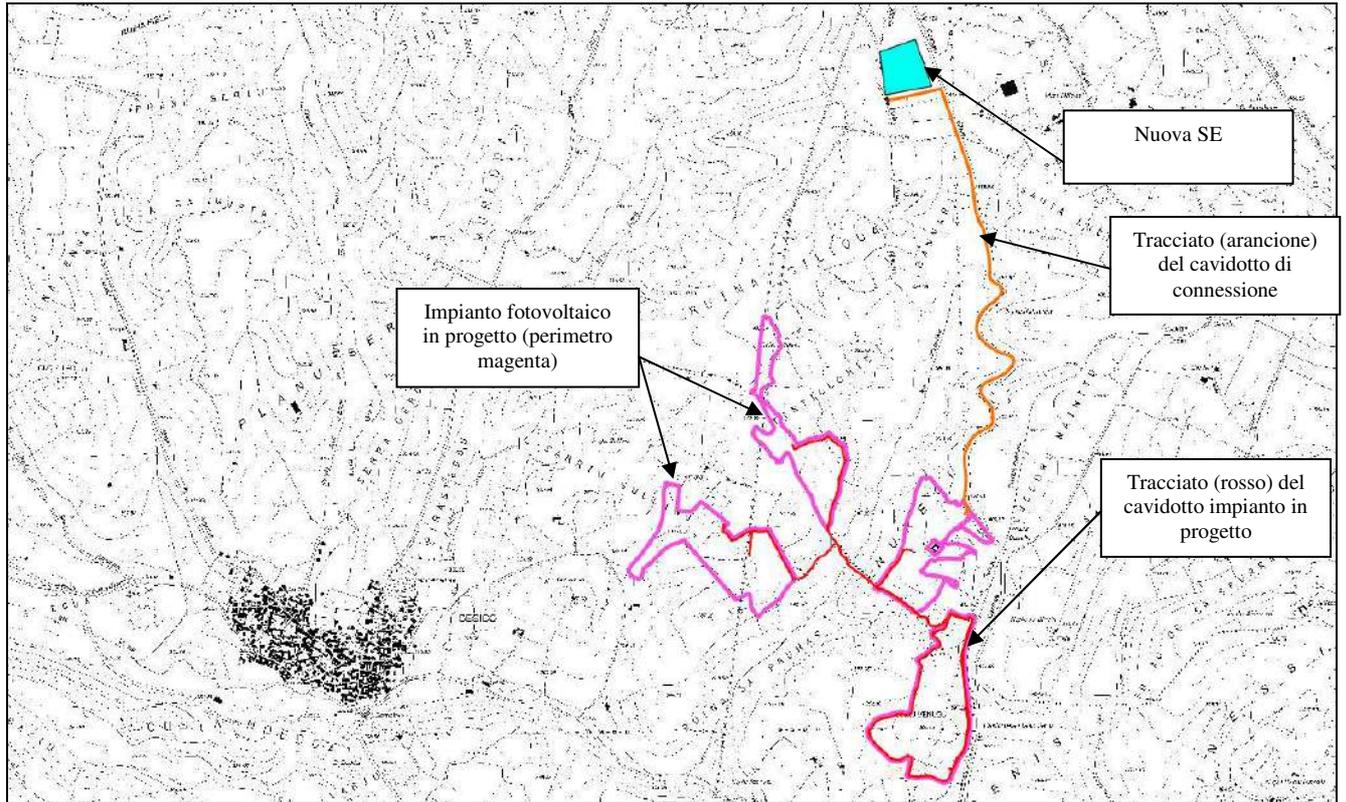
PSFF / PAI idraulico Cleopatra / PGRA idraulico – Vincolo assente (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnaoportale.it>)

PAI idraulico Hi Art. 8 c.2 Comune di Gesico – Vincolo assente (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnaoportale.it>)

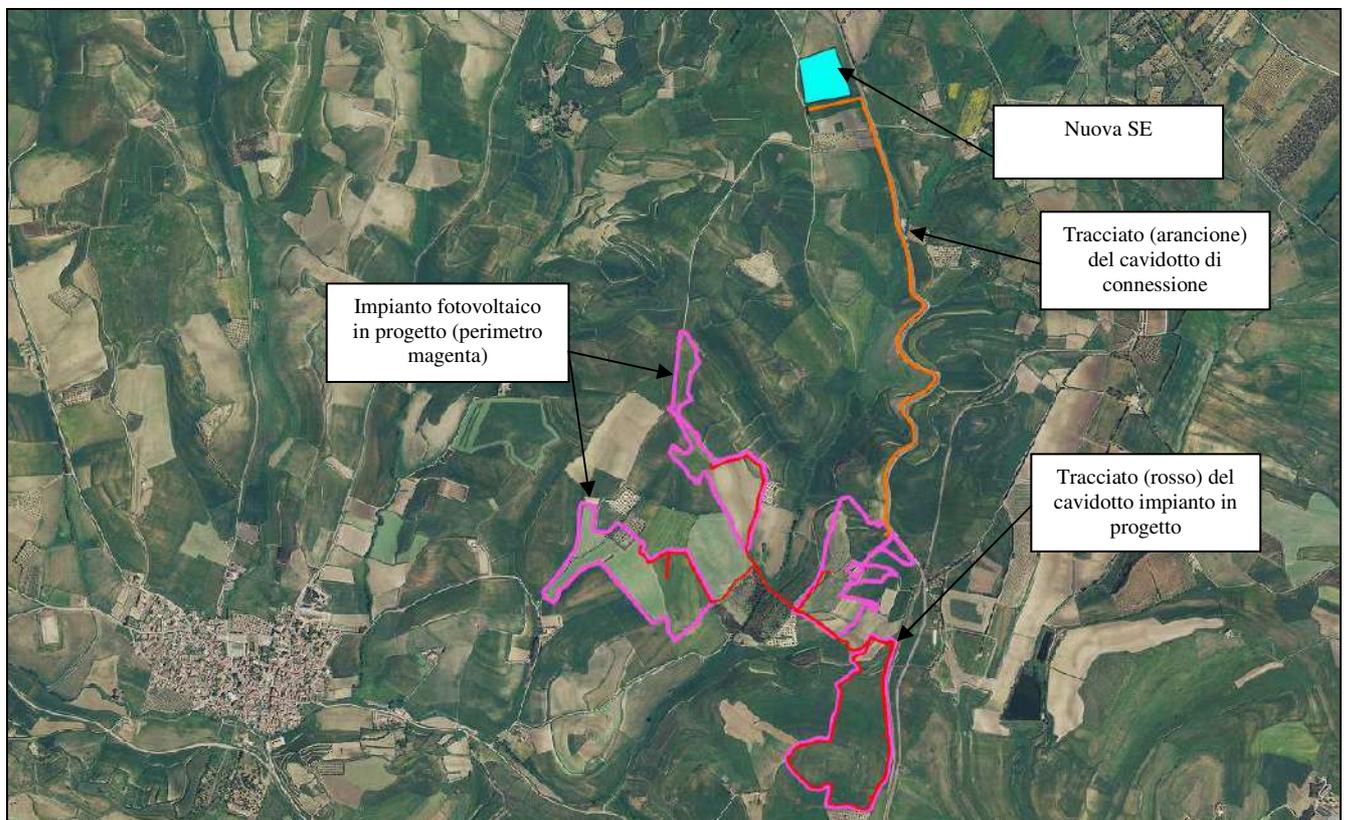
PAI idraulico Hi Art. 30 ter fasce di salvaguardia di Horton Strahler – Vincolo presente: classe di pericolosità Hi4 molto elevata interessa il tracciato del cavidotto (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnaoportale.it>);

PAI Comune di Mandas: per quanto concerne l'area di intervento, non sono presenti classi di pericolosità franose - idrauliche (Fonte dato Geoportale Regione Sardegna <https://www.sardegnaoportale.it> – Sito istituzionale Comune di Mandas <https://www.comune.mandas.ca.it/>).

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

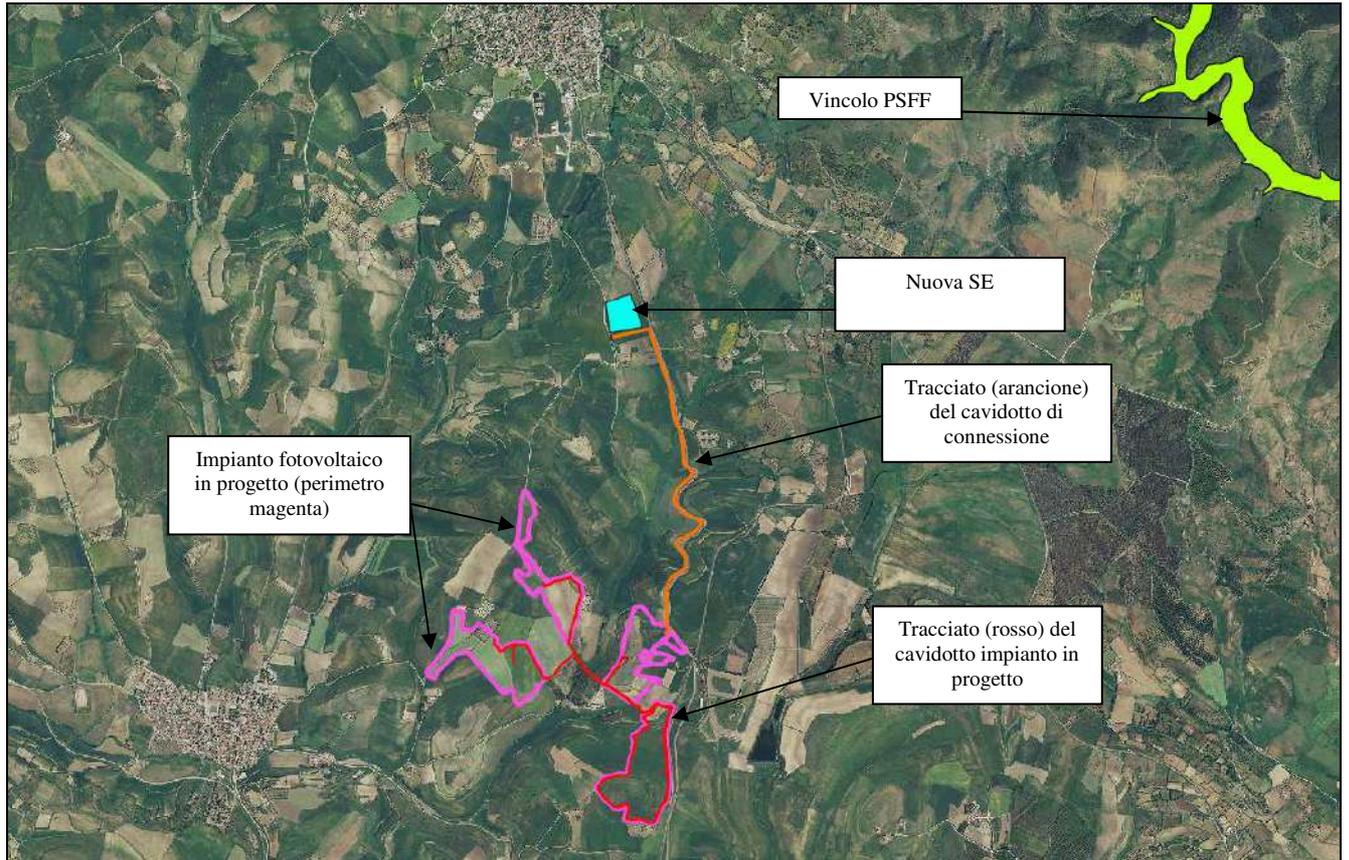


**Figura 2: Area d'intervento su C.T.R.**

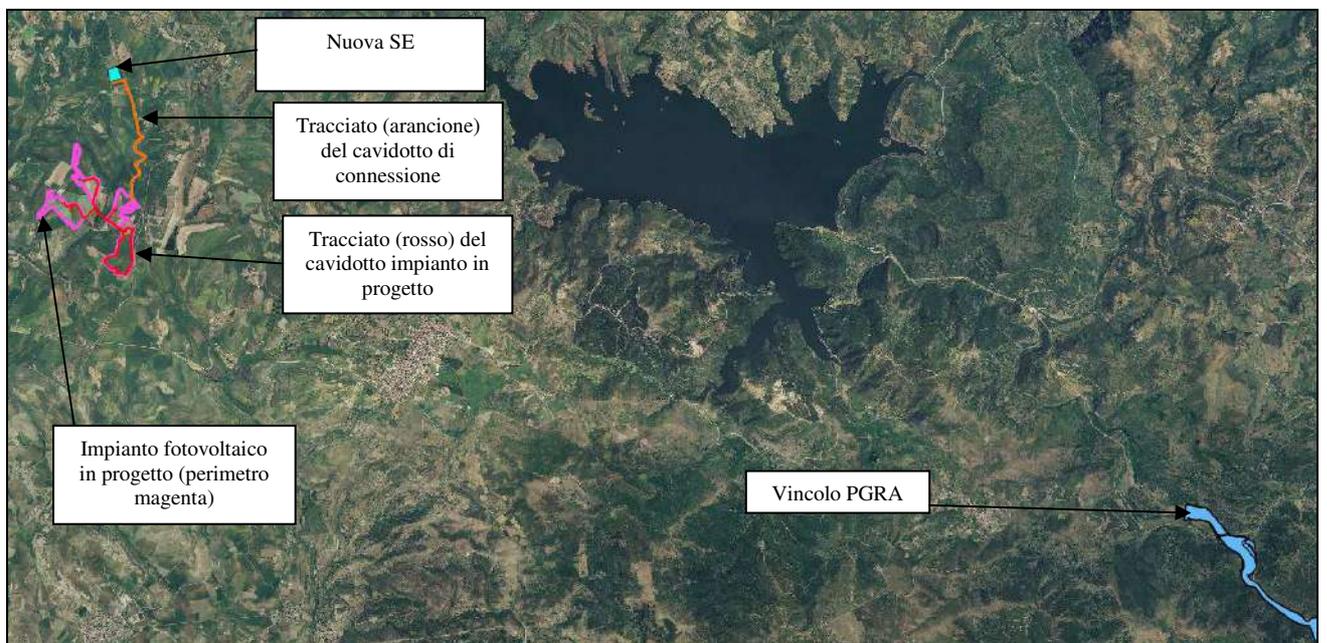


**Figura 3: Area d'intervento su ortofoto**

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

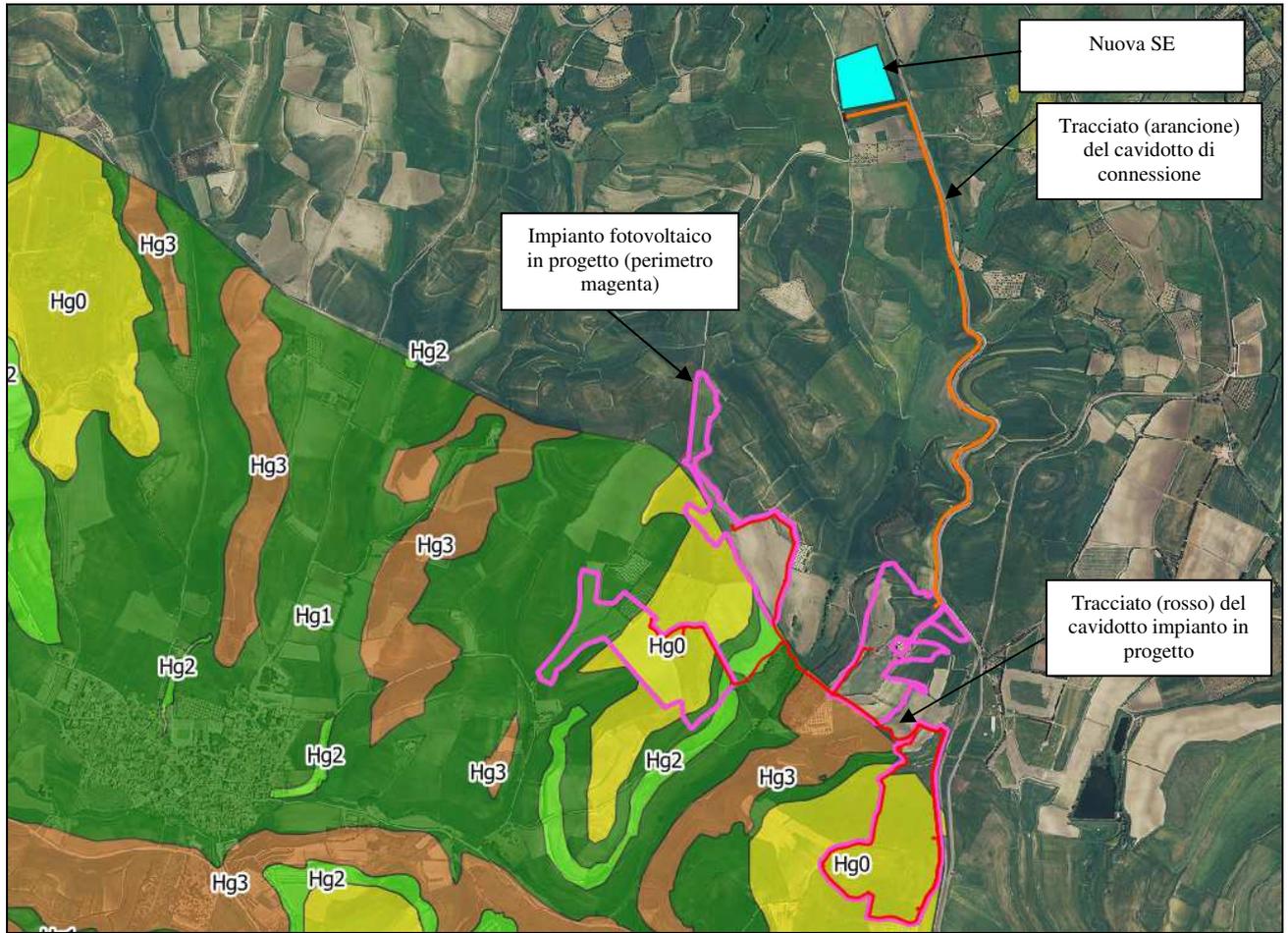


**Figura 4: Area d'intervento su ortofoto – Vincolo P.S.F.F.**

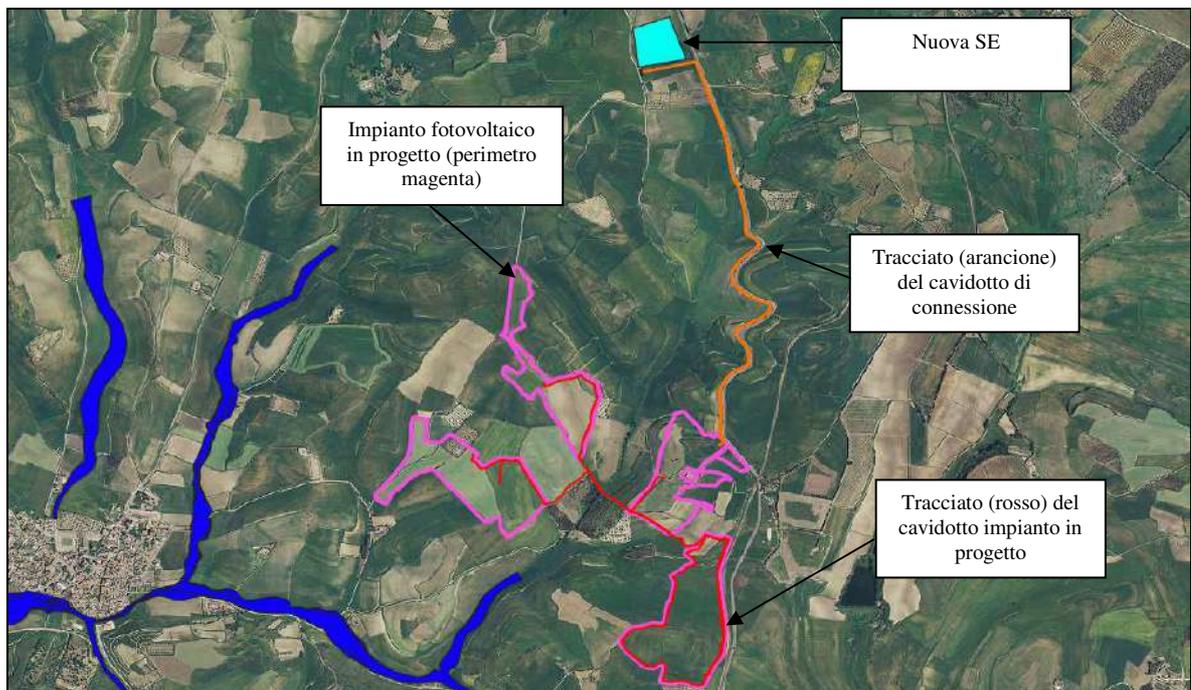


**Figura 5: Area d'intervento su ortofoto – Vincolo P.G.R.A.**

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

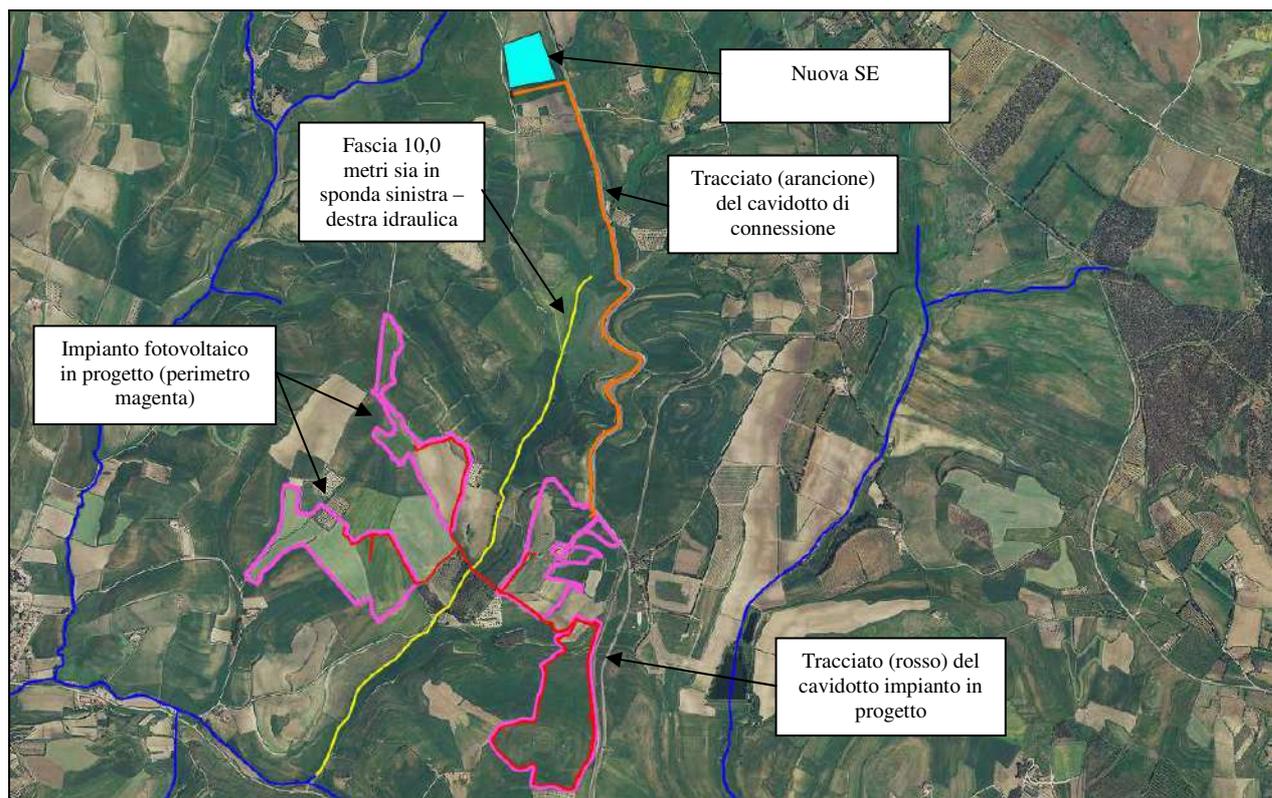


**Figura 6: Area d'intervento su ortofoto – Vincolo PAI Hg frane**



**Figura 7: Area d'intervento su ortofoto – Vincolo PAI Hi idraulico**

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**



**Figura 8: Ortofoto e tracciato del cavidotto in progetto – Vincolo PAI Hi4 derivante dall’Art. 30 ter delle NTA del PAI (fasce di salvaguardia HORTON STRAHLER su aste fluviali evidenziate in giallo = 10 m)**

Risulta importante mettere in evidenza che all’interno delle classi di pericolosità Hg3 elevata - Hg4 molto elevata, non è prevista l’ubicazione di pannelli fissi o a inseguimento.

Di seguito il quadro territoriale e vincolistico, per i quali si rimanda alle tavole tematiche e progettuali del gruppo di lavoro:

Intervento	Territorio comunale interessato	Vincolo PSFF	Vincolo PGRA	Vincolo PAI Hi	Vincolo PAI Hg	Vincolo PAI Art. 30 ter	Vincolo PAI Hg Art.8 c.2 Gesico	Vincolo PAI Hi Art.8 c.2 Gesico
Pannelli fissi	Mandas Gesico	-	-	-	-	-	Hg0 - Hg1	-
Pannelli inseguimento	Mandas Gesico	-	-	-	-	-	Hg0	-
Cabina di raccolta e trasmissione - Container batterie – Container controllo – Container PCS - SKIDs	Gesico	-	-	-	-	-	Hg0	-
Recinzione	Mandas Gesico	-	-	-	-	-	Hg0 – Hg1 – Hg2 – Hg3	-
Viabilità interna	Mandas Gesico	-	-	-	-	-	Hg0 – Hg1 – Hg2 – Hg3	-

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

Per quanto concerne gli interventi secondari che interessano la pericolosità geologica geotecnica franosa Hg, si dovrà presentare la seguente documentazione autorizzativa:

- Studio di compatibilità geologica geotecnica o relazione asseverata geologica geotecnica da redigere ai sensi delle NTA del PAI

Per quanto riguarda invece il cavidotto impianto, di seguito il quadro territoriale e vincolistico:

<b>Intervento</b>	<b>Territorio comunale interessato</b>	<b>Vincolo PSFF</b>	<b>Vincolo PGRA</b>	<b>Vincolo PAI Hi</b>	<b>Vincolo PAI Hg</b>	<b>Vincolo PAI Art. 30 ter</b>	<b>Vincolo PAI Hg Art.8 c.2 Gesico</b>	<b>Vincolo PAI Hi Art.8 c.2 Gesico</b>
Intervento in progetto: Cavidotto impianto	Mandas Gesico	-	-	Hi4	-	Hi4 molto elevata Comune Mandas - Gesico	Hg0 Hg1 Hg2 Hg3	-
Documentazione autorizzativa necessaria		-	-	Studio di compatibilità idraulica o relazione asseverata idraulica ai sensi delle NTA del PAI		Studio di compatibilità idraulica o relazione asseverata idraulica ai sensi delle NTA del PAI	Studio di compatibilità geologica geotecnica o relazione asseverata geologica geotecnica ai sensi delle NTA del PAI	-

Di seguito la tabella riepilogativa con il dettaglio delle classi di pericolosità idrauliche interessate dal tracciato del cavidotto impianto in progetto:

<b>Vincolo</b>	<b>Classi di pericolosità idraulica interessate dal tracciato del cavidotto impianto</b>			
	Hi1 moderata	Hi2 media	Hi3 elevata	<b>Hi4 molto elevata</b>
PAI Hi	-	-	-	-
Vincolo PAI Art. 30 ter	-	-	-	<b>20,0 metri</b>
Vincolo PAI Hi Art.8 c.2 Gesico	-	-	-	-

Per quanto concerne invece il tracciato del cavidotto di connessione e l'area della Stazione Elettrica di consegna, non risultano interessato da classi di pericolosità idraulica PAI - PAI Art. 30 ter e da classi di pericolosità geologica geotecnica.

### **3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DA REALIZZARE**

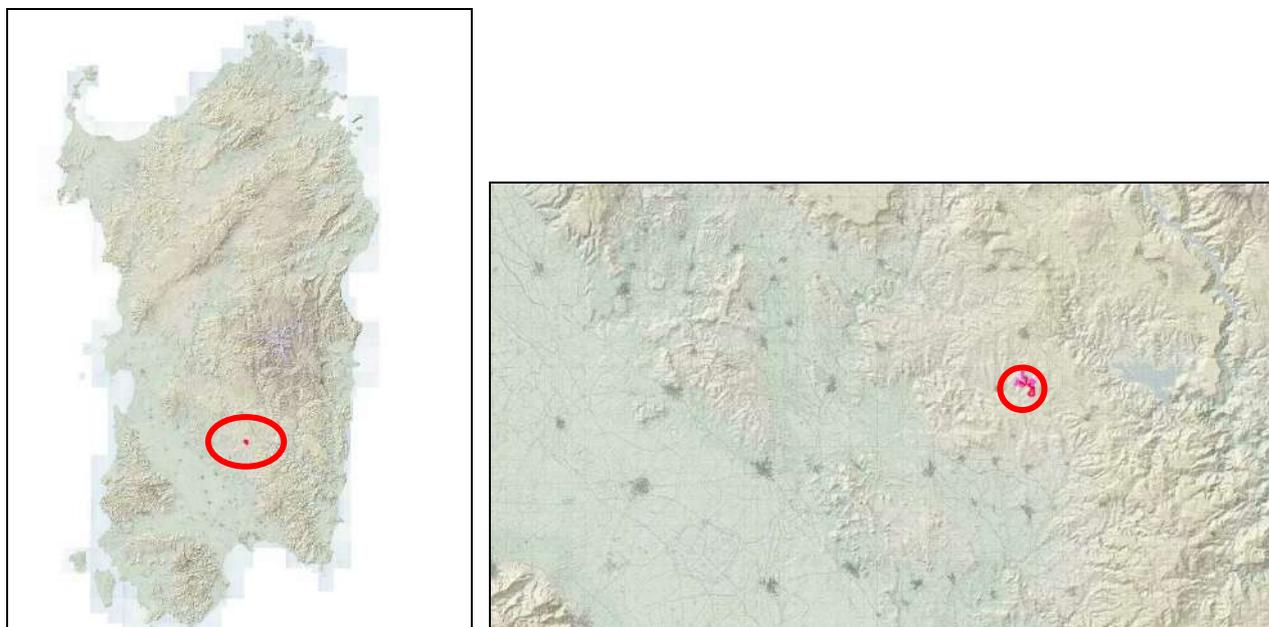
Con il presente capitolo si propone la definizione e la descrizione di tutte le attività progettuali connesse alla futura realizzazione di impianto agrivoltaico per la produzione di energia da fonte solare.

Il progetto prevede la produzione di energia da fonti rinnovabili, la salvaguardia dei servizi ecosistemici e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agropastorale locale; con questo intento prevede che la superficie interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici, per una potenza installata di 26,576 MWp DC integrata a un sistema di accumulo di 10 MW. La connessione dell'impianto prevede la posa di un cavidotto interrato posato parallelamente alla SS 128, della lunghezza di circa 2 km e il collegamento a una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV nel comune di Mandas.

Per la definizione esatta degli interventi in progetto si rimanda agli allegati progettuali – relazione tecnica descrittiva – layout grafici.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE

L'area in esame è situata nel settore sud della Sardegna, esattamente in prossimità del bordo orientale della più ampia Piana del Campidano.



**Figura 9: Area d'intervento – Modello digitale del terreno su base cartografica I.G.M.**

Al fine di caratterizzare in maniera completa e funzionale l'area in studio è stata rilevata una superficie comprendente diverse aree di versante collinare (impostate sulle formazioni appartenenti alla Successione Sedimentaria Oligo Miocenica del Campidano Sulcis), caratterizzanti il settore compreso tra gli abitati di Mandas (SU), Gesico (SU) e Siurgus Donigala (SU). Le aree pianeggianti presenti (Loc. Planu Seuni - Calavrigus etc etc) sono invece interessate principalmente dalla presenza delle coltri eluvio colluviali.

La quasi totalità delle forme di versante risulta essere abbastanza dolce, con rotture di pendio maggiormente accentuate in corrispondenza degli affioramenti litologici lapidei, i quali si presentano più resistenti nei confronti dell'azione modellatrice degli agenti esogeni. L'assetto morfologico dell'intera zona è ben strutturato in due unità con caratteristiche omogenee: la fascia collinare e la fascia pianeggiante.

La prima risulta costituita da differenti litologie riconducibili alle formazioni sedimentarie oligo - mioceniche del Campidano - Sulcis e rappresentate da: calcari bioclastici - biocostruiti, arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche e marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato.

Tali litologie conferiscono all'area in studio la tipica morfologia delle aree interessate da formazioni sedimentarie di tipo calcareo - marnoso. La fascia collinare, inoltre, è modellata dall'idrografia superficiale, che nel corso del tempo ha trasmesso all'area un aspetto particolare, definito, in letteratura geomorfologica, "maturo". Le numerose diaclasi presenti nelle suddette litologie ne hanno governato fortemente l'evoluzione

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

morfologica in quanto, essendo zone di maggiore debolezza, hanno consentito agli agenti meteorologici di esplicare un elevato potere erosivo.

La fascia pianeggiante, invece, è caratterizzata da una bassa inclinazione determinata anche dal deposito, alla base dei rilievi, dei prodotti limosi e sabbiosi di alterazione dei vari litotipi di origine sedimentaria oligo-miocenica. Sono presenti, inoltre, sedimenti e suoli di età quaternaria. L'erosione di tipo selettivo fa sì che gli agenti esogeni agiscano in maniera differente a seconda del litotipo presente, provocando, in tal modo, cambiamenti anche bruschi del contesto morfologico.

Nelle litologie sopra menzionate, appare evidente che il ruscellamento superficiale sia assai più rilevante dell'infiltrazione, in quanto le argille e i limi, fungendo da letto impermeabile, impediscono la penetrazione delle acque meteoriche.

La macchia mediterranea, inoltre, presente per notevoli estensioni, assolve tuttavia al compito, seppure parziale, di regimazione delle acque meteoriche.

Per quanto riguarda l'idrografia, il bacino idrografico di riferimento è quello appartenente al corpo idrico superficiale Riu Anguiddas, affluente di destra del più importante Riu Mannu 041 (quest'ultimo affluente del Riu Lanessi).

Oltre ai sistemi morfologici naturali e ai conseguenti processi geomorfologici agenti, sui quali non ci soffermeremo oltre, si evidenziano, in tutto il settore, frequenti modificazioni del paesaggio indotte dall'azione antropica, quest'ultima in continua evoluzione. In definitiva, l'area in esame è contraddistinta da una totale assenza di fenomeni geomorfologici legati alla dinamica dei versanti.

Le suddette "Unità Geomorfologiche" presentano caratteristiche omogenee sia nelle forme del rilievo che nella prevalenza di certe dinamiche geomorfologiche sulle altre; tuttavia se scendiamo in dettaglio nell'individuazione degli elementi fisiografici e morfogenetici, al loro interno si potranno individuare subunità più piccole con caratteristiche omogenee. È importante sottolineare che queste "Unità" non rappresentano porzioni di territorio a sé stanti ma sistemi aperti in cui i processi morfogenetici condizionano o sono condizionati da elementi delle aree attigue, in modo tale che le unità tendono a raggiungere condizioni di reciproco equilibrio dinamico nell'evoluzione del rilievo.

Per quanto concerne l'inquadramento geologico, l'area è costituita da diverse formazioni geologiche riferibili principalmente al Cenozoico e al Quaternario.

Il territorio, infatti, è costituito da (in ordine cronologico dal più recente al più antico):

- **Depositi sedimentari quaternari, antichi e recenti (OLOCENE - PLEISTOCENE);**
- **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 MEDIO;**
- **Litofacies nelle MARNE DI GESTURI. Generalmente alla base della formazione, arenarie grossolane e conglomerati. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO;**

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

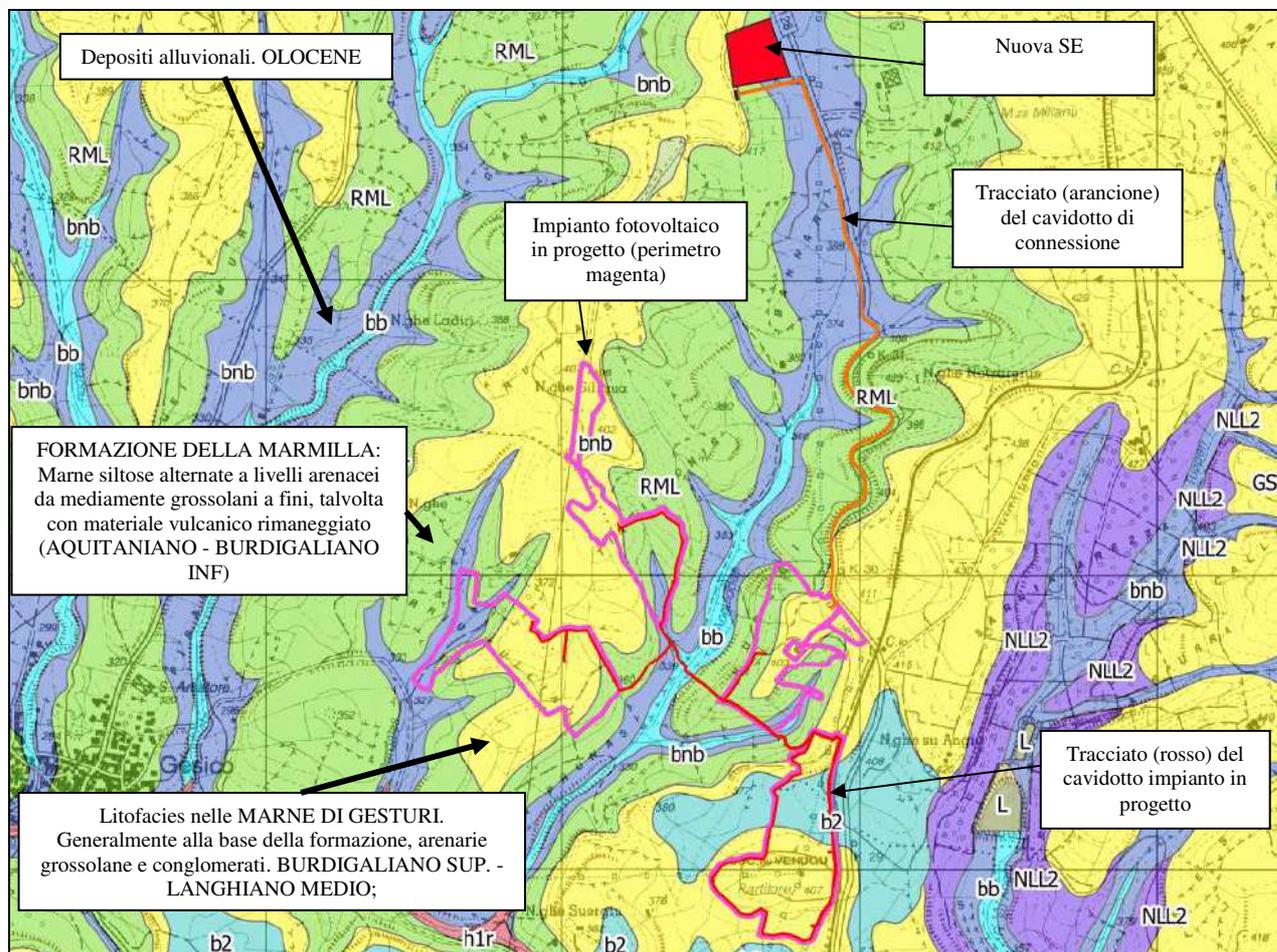


Figura 10: Carta litologica e area d'intervento – Base cartografica I.G.M.

Il Quaternario, che ricopre limitate porzioni del territorio in esame, è rappresentato da depositi pleistocenici e olocenici in facies continentale, i quali danno luogo ad affioramenti continui e di medio – debole spessore. Tali affioramenti risultano di semplice interpretazione nonostante la presenza dei massicci insediamenti agricoli sviluppatasi negli ultimi decenni, con conseguente modificazione dell'assetto morfologico del territorio.

Le alluvioni antiche, spesso terrazzate, hanno una composizione ciottoloso - sabbioso - argillosa ed un colore marrone - giallo scuro. Il colore ed il grado di costipamento variano a seconda dell'età, normalmente le alluvioni più antiche risultano maggiormente costipate. I depositi dell'Olocene attuale sono rinvenibili nei pressi dei corsi d'acqua dell'area indagata e sono costituiti prevalentemente da ghiaie poco addensate o

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

addirittura incoerenti. Sono tuttavia presenti anche depositi sabbioso-limosi, originatisi dal disfacimento di litotipi preesistenti.

Per quanto riguarda il complesso sedimentario del Cenozoico, siamo in presenza di a) arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siltose, appartenenti alla Formazione di Nurallao - Arenarie di Serra Longa e b) alla formazione della Marmilla, quest'ultima rappresentata da marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato.

Nell'area circostante la zona dove è previsto l'intervento, non si evidenziano significativi elementi tettonico – strutturali quali faglie, o piani di sopra o sub scorrimento. Assenti anche fenomeni di subsidenza in atto o potenziali che possono dal luogo a situazioni di instabilità tali da interferire con le opere previste in progetto.

L'impianto agrivoltaico in progetto, andrà ad interessare con le sue opere da realizzare e relative fondazioni, le seguenti formazioni litologiche:

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

**- bnb / Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE**

**- GSTc / Litofacies nelle MARNE DI GESTURI: Generalmente alla base della formazione, arenarie grossolane e conglomerati. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO;**

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

## 5. CARATTERI GEOLOGICI E LITO STRATIGRAFICI LOCALI

Ai fini della caratterizzazione litostratigrafica dell'area interessata dal presente studio, è stato realizzato un rilevamento geologico della zona in esame, per un'area totale di 6,5 km<sup>2</sup>. Il suddetto rilevamento ha ricompreso anche parte del settore est rispetto al centro abitato di Gesico e i versanti collinari di Cuccuru Venugu (407,0 m s.l.m.) e Sarria Arezza (427,0 m s.l.m.). Sono stati sottoposti a studio anche le sezioni stradali e gli scavi posti in prossimità del settore in esame.

In questa fase progettuale, non sono state eseguite indagini puntuali (trincee geognostiche – pozzetti geognostici – sondaggi geognostici a carotaggio continuo) per la verifica litostratigrafica locale.



**Figura 11: Area oggetto di intervento caratterizzata da una morfologia collinare e in parte sub pianeggiante - impostata sulla Successione sedimentaria oligo – miocenica del Campidano - Sulcis**

**All'interno del settore oggetto di intervento e a seguito del rilevamento geologico eseguito, si ipotizza la seguente successione lito-stratigrafica. Dall'alto verso il basso, abbiamo:**

- **Suolo superficiale:** costituita da terreno vegetale a tessitura argillosa – sabbiosa. Si presenta con spessore ridotti, ipotizzato in media pari a 0,10 – 0,20 m;

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

- **Depositi alluvionali terrazzati:** Presenti solo in alcuni settori delle aree oggetto di intervento. Costituiti da sabbie con subordinati limi e argille. Spessore ipotizzato pari a circa 2,0 – 3,0 metri. OLOCENE;

**Litofacies nelle MARNE DI GESTURI:** Generalmente alla base della formazione, arenarie grossolane e conglomerati. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO;

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

Gli scavi previsti per la messa in opera degli interventi in progetto (linee elettriche in cavo sotterraneo – cabine elettriche – viabilità interna – container batterie – container controllo – container PCS – recinzione – SKIDs Power Electronics – SE consegna) andranno ad interessare principalmente le suddette formazioni litologiche (arenarie grossolane – marne siltose – livelli arenacei), che caratterizzano l'intera area in esame e si presentano con un discreto – mediocre grado di escavabilità.

Ai fini della progettazione delle opere da realizzare risulta importante mettere in evidenza la presenza non continua di lastre di arenaria – marne arenacee ubicate in prossimità del piano di campagna. I terreni caratterizzati dalla presenza di tali blocchi rocciosi sono stati spesso in passato oggetto di bonifica ai fini agricoli.



**Figura 12: Blocchi di arenaria caratterizzanti i primi metri dei terreni agricoli presenti – Raccolti e accumulati a seguito delle operazioni di bonifica – Località Nuraghe Suergiu**



**Figura 12 bis: Blocchi di arenaria e marne arenacee in sito visibili su taglio stradale - caratterizzanti i primi metri dei terreni agricoli presenti in località Pirixedda**



**Figura 13: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Loc. Nureci**

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**



**Figura 13 bis: Loc. Nureci – Sito caratterizzato dalla presenza suolo argilloso (coltri eluvio colluviali)**

**Per quanto riguarda invece i cavidotti, di seguito il quadro lito-stratigrafico:**

<b>Intervento</b>	<b>Litologia interessata</b>
Cavidotto impianto e di connessione	Materiale antropico – Sequenza pavimentazione stradale – Sequenza banchina stradale A fondo scavo molto probabilmente verranno intercettati i depositi alluvionali argillosi – sabbiosi e ghiaiosi / coltri eluvio colluviali

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**



**Figura 14: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Loc. Cuccuru Venugu**



**Figura 15: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Ruina Sa Prunas**

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**



**Figura 16: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Sarriu Sullinu**

## 6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO: SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA

Lo studio idrogeologico del settore in esame è basato sull'analisi dei fattori che influenzano la dinamica della circolazione idrica sotterranea e superficiale. Essi sono la geologia, la struttura e la giacitura delle varie litologie affioranti, nonché la morfologia, la climatologia e la vegetazione. Anche le opere antropiche possono influenzare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo o facilitarne lo scorrimento superficiale.

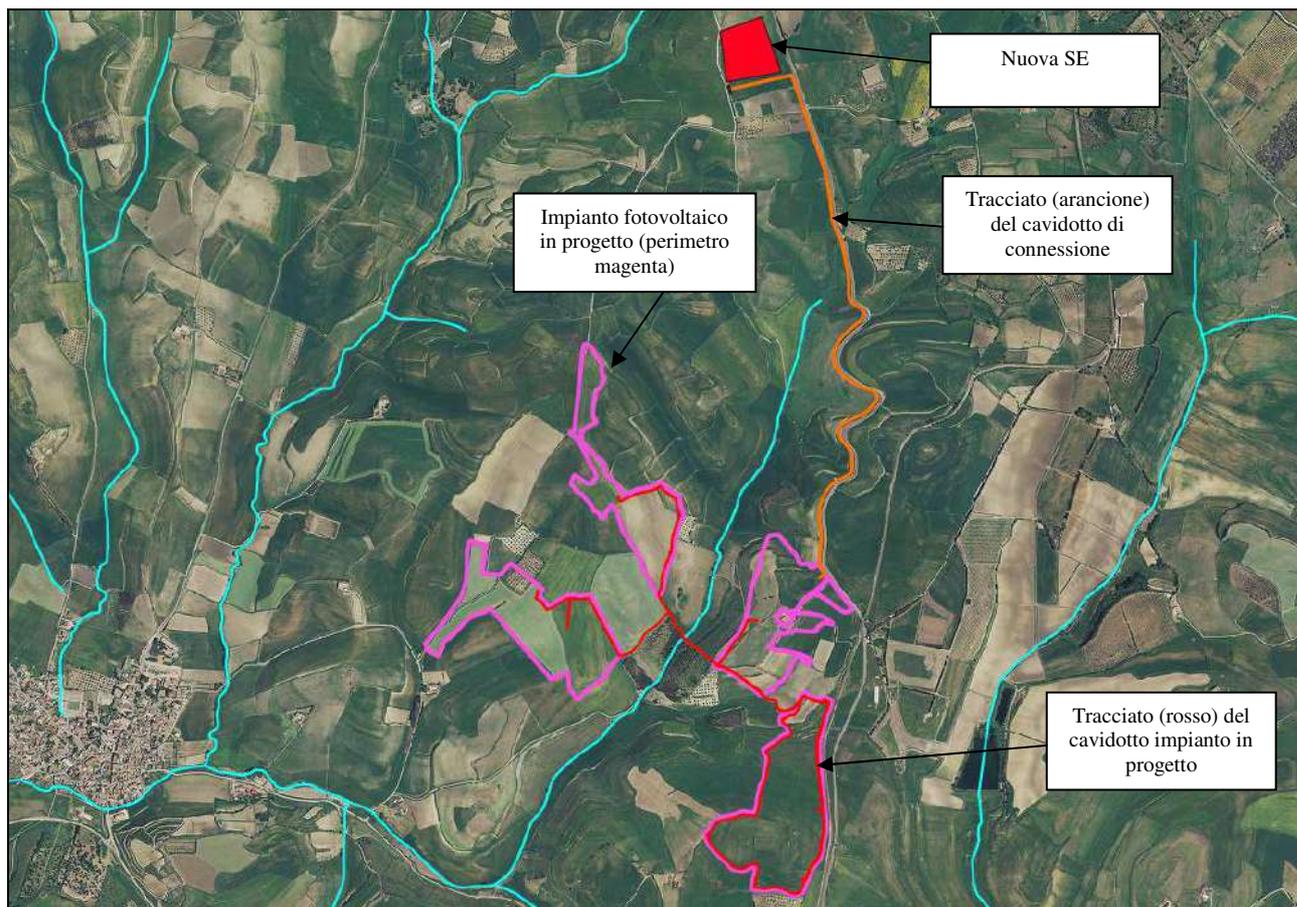


Figura 17: Immagine ortofoto – Area intervento e reticolo idrografico superficiale C.T.R.

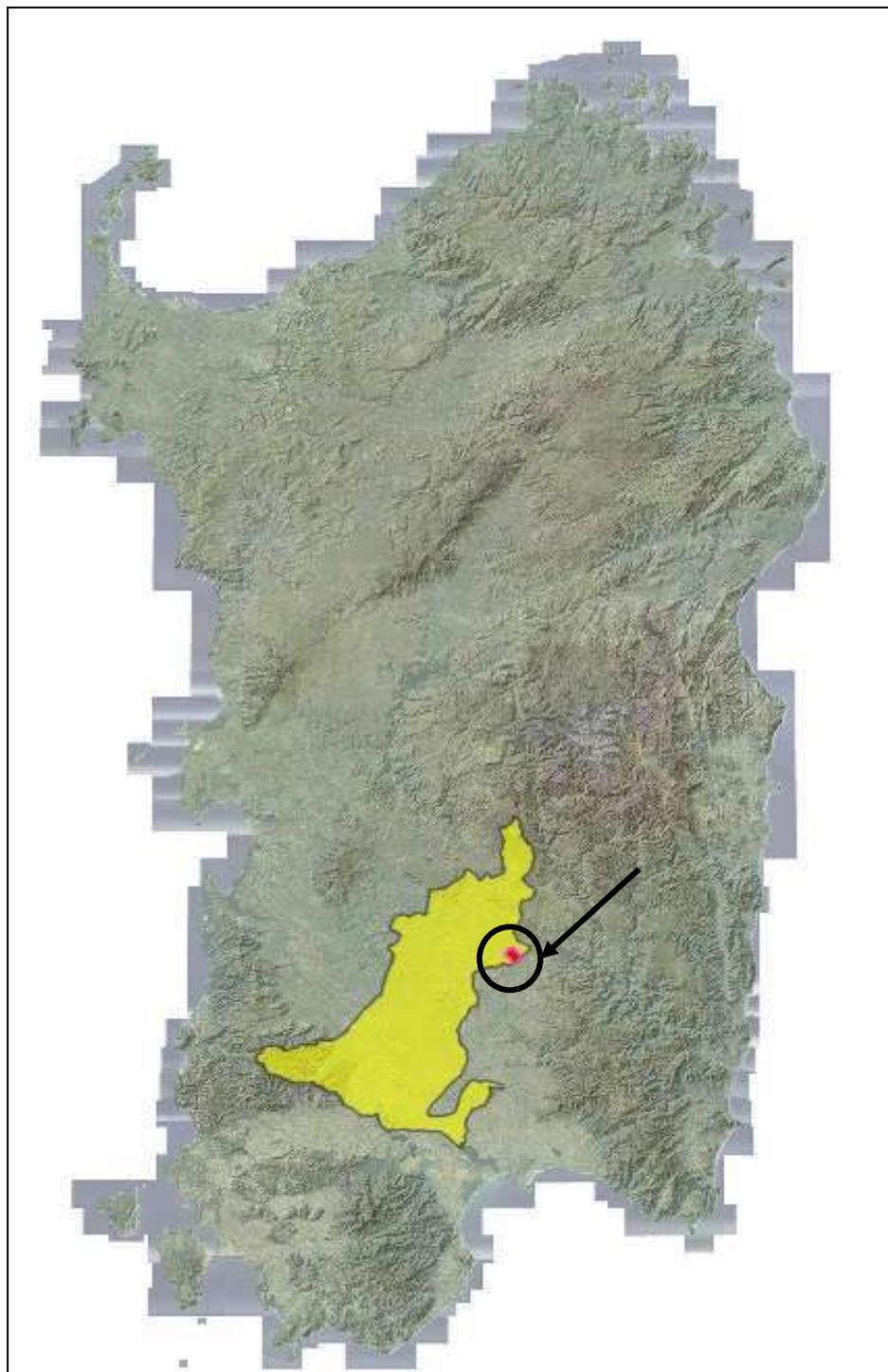
Per quanto riguarda l'idrografia, il bacino idrografico principale generale di riferimento è quello del Flumini Mannu. Numerosi sono gli affluenti ricadenti all'interno dell'area oggetto di intervento.

### Flumini Mannu

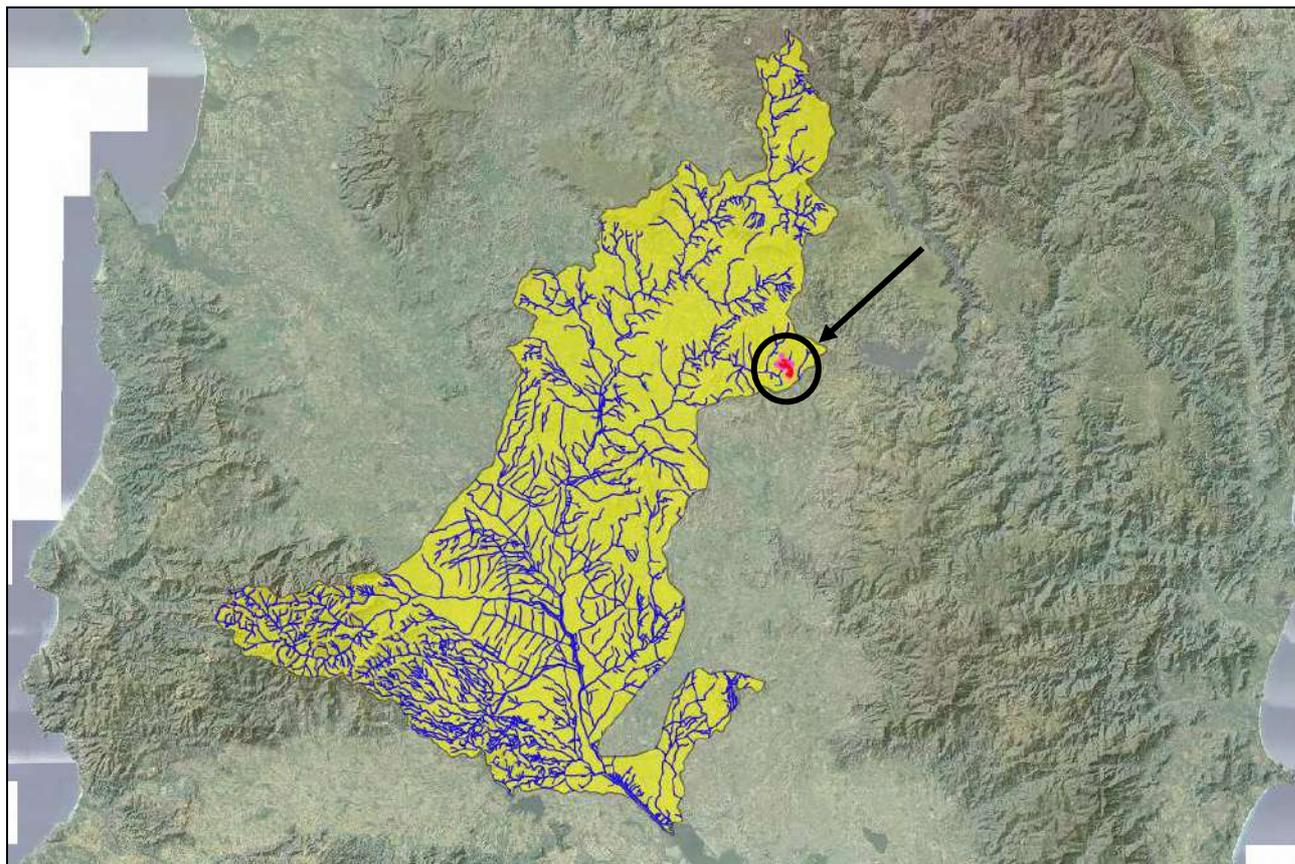
Il Flumini Mannu è il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino e presenta una lunghezza complessiva di circa 105 km, di cui circa 96 km classificati come asta principale. Il tratto principale è ulteriormente suddiviso in una classificazione che distingue il primo macrotratto denominato Flumini Mannu 041 (circa 63 km compresi tra il lago San Sebastiano e Serramanna) dal secondo macrotratto, arginato focivo,

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

che dà il nome all'intera asta. Il Flumini Mannu nasce dal Tacco del Sarcidano ed attraversa, prima di giungere nel Campidano, le regioni della Marmilla e della Trexenta. Trae origine da alcuni rami secondari alimentati da sorgenti presenti nell'altipiano calcareo del Sarcidano, si sviluppa nella Marmilla e, attraversando dapprima la piana del Campidano, sfocia in prossimità di Cagliari nello stagno di Santa Gilla.



**Figura 18: Area d'intervento su Ortofoto e delimitazione del bacino idrografico del fiume Flumini Mannu (area gialla)**



**Figura 18 bis: DETTAGLIO - Area d'intervento su Ortofoto – Reticolo idrografico delimitazione e bacino del fiume Flumini Mannu**

Dal punto di vista idrologico e idraulico l'area risulta fortemente condizionata dalle vicende di una dei più importanti corsi d'acqua della Sardegna, il Flumini Mannu, che drena alla foce, definita dalla sezione 07\_FM\_001 del PSFF, un bacino di 1756 kmq con portate (fonte PSFF) che, tenendo conto dell'effetto di laminazione della diga di Is Barroccus, sono riassunte nella seguente tabella:

Tempo di ritorno	50	100	200	500
Q (mc/s)	3.340	4.060	4.780	5.740

A valle di Serramanna, il corso d'acqua prende il nome di Flumini Mannu, fino alla confluenza nello stagno di Santa Gilla, dopo uno sviluppo di circa 105 km.

Dal punto di vista geomorfologico il riu Flumini Mannu presenta per tutto il tratto d'interesse (dall'abitato di Villasor alla foce) un tipo di alveo monocursale ad andamento rettilineo orientato N-S e si sviluppa interamente in pianura.

L'asta è arginata sia in destra che in sinistra per tutta la sua lunghezza, mantenendo una larghezza stabile e uniforme della sezione di deflusso, con un profilo di fondo a bassa pendenza. La realizzazione delle arginature ha stabilizzato il tracciato planimetrico dell'alveo; al di fuori di esse il rilievo si individuano

numerose evidenze delle piene storiche su entrambe le sponde, come pure le divagazioni storiche sono testimoniate dalle numerose tracce di modellamento fluviale ancora visibili.

Particolare attenzione meritano le confluenze, in sinistra di numerosi affluenti secondari: il Canale riu Malu, il riu Flumineddu, il riu de Giancu Meloni, il riu di Sestu ed il riu Mannu di San Sperate, i quali contribuiscono in maniera significativa all'apporto idrico e solido. I depositi alluvionali recenti localizzati in prossimità delle aree di confluenza sono prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi, ancora in evoluzione e interessati dai processi di trasporto fluviale.

Nel settore prossimo alla foce e prospiciente la laguna di Santa Gilla, l'alveo mostra una sezione progressivamente più larga e meno incisa; tale conformazione è una diretta conseguenza dell' immissione in mare, che frena i processi di erosione di fondo favorendo per contro la deposizione del trasporto solido. Il confronto tra la situazione attuale dell'alveo e quella riportata sulla cartografia I.G.M. risalente agli anni '40 dello scorso secolo, non evidenzia variazioni significative del tracciato dell'alveo.

#### Analisi geomorfologica

Nel tratto terminale, ora considerato, il Flumini Mannu scorre entro la piana alluvionale del Campidano in direzione nord-sud e sfocia nello Stagno di Cagliari.

La pianura campidanese costituisce un graben strutturale di forma allungata che si estende per un centinaio di chilometri con direzione NW-SE, delimitato ai lati da grandi faglie di età alpina, conseguenza della formazione del rift oligo-miocenico del Mediterraneo occidentale, in seguito alla rotazione antioraria della microplacca sardo-corsa. Le lineazioni strutturali che delimitano la pianura ai lati sono state parzialmente riattivate durante il Plio-Quaternario. Nel corso del Miocene il graben fu interessato dalla trasgressione marina che lasciò potenti accumuli sedimentari, mentre i depositi continentali che costituiscono attualmente gli strati geologici superiori della pianura sono costituiti da alluvioni accumulate nel corso del Quaternario, in seguito allo smantellamento dei rilievi circostanti. Durante il Quaternario, l'attività erosiva ha prodotto il materiale detritico che ha colmato la fossa campidanese a partire da una serie di formazioni geologiche appartenenti ad un arco temporale ristretto che va dall'Oligocene sino al quaternario recente: alluvioni antiche terrazzate (rappresentano la base di tutte le formazioni sedimentarie quaternarie del Campidano settentrionale); alluvioni medie rimaneggiate (dal disfacimento delle alluvioni antiche cementate); suoli argillosi e palustri recenti ed attuali delle aree palustri bonificate, testimonianza della presenza ormai quasi cancellata di una serie di specchi d'acqua interni costituenti talvolta bacini areici e talvolta veri e propri laghi oggi totalmente prosciugati; alluvioni attuali.

Proprio a causa della sua posizione morfologicamente ribassata e trasversale rispetto ai terreni più antichi che costituiscono i rilievi laterali del Sulcis-Iglesiente e della Marmilla-Trexenta, la pianura campidanese costituisce un naturale collettore dei principali corsi d'acqua che drenano questi settori dell'isola, alcuni dei quali, scorrendo verso sud, arrivano a sfociare dentro la laguna di Santa Gilla, che separa la pianura dal mare.

### **Schema della circolazione idrica sotterranea**

La natura litologica dei terreni affioranti nell'area indagata influenza in maniera netta il carattere idrogeologico della zona interessata dallo studio. I corsi d'acqua presentano generalmente alvei irregolari e incisi, con andamento sub parallelo e sub angolare, marcando le direttrici tettoniche principali che influenzano le direzioni di decorso superficiale, e spesso anche di quella sotterranea.

Per quanto riguarda l'idrografia, il bacino idrografico di riferimento è quello appartenente al corpo idrico superficiale Riu Anguiddas, affluente di destra del più importante Riu Mannu 041 (quest'ultimo affluente del Riu Lanessi).

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dalla media permeabilità della unità costituita dalle coltri eluvio colluviali del Quaternario e dalla medio bassa permeabilità relativa alla potente Formazione della Marmilla (marne siltose).

Queste condizioni si riscontrano sia nell'idrografia superficiale che in quella sotterranea.

Le acque piovane, a causa dell'impermeabilità dei rilievi, giunte in pianura vengono assorbite in notevole quantità dai materiali permeabili alluvionali, alimentando, in tal modo, le falde freatiche ed eventuali falde profonde.

In base a studi eseguiti in zone limitrofe all'area d'intervento, e in base alla misura del livello della falda idrica freatica (compreso tra 2,0 e 4,0 m da p.c.) rilevato in pozzi e laghetti superficiali ubicati in prossimità del settore in esame, si può confermare la presenza di un acquifero freatico superficiale esclusivamente impostato sulle alluvioni sabbiose – ghiaiose - limose ubicate anche in prossimità del reticolo idrografico.

Tale valore rappresenta il livello statico medio della falda idrica nei periodi di minor apporto idrico da parte delle precipitazioni medie stagionali, ed essendo freatica risente in maniera più o meno rapida delle infiltrazioni delle stesse.

In assenza di dati ricavati da prove di emungimento e/o di portata eseguibili su pozzi prossimi all'area in studio, e in assenza di risultati da prove di laboratorio realizzate su campioni di terreno indisturbati, sono stati assunti dei parametri medi di conducibilità idraulica (capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo), tipici di queste formazioni, al fine di valutare le caratteristiche idrogeologiche delle unità litologiche riscontrate durante i numerosi sopralluoghi.

Per quanto riguarda la formazione sedimentaria, rappresentata dalle coltri eluvio colluviali caratterizzanti l'area d'intervento, si è risaliti ad un valore di conducibilità idraulica K compreso tra  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  cm/s.

Per quanto concerne invece la Formazione della Marmilla, si è risaliti ad un valore di conducibilità idraulica K compreso tra  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  cm/s.

**In definitiva, sono stati riconosciuti due complessi idrogeologici principali facente parte del complesso sedimentario del Quaternario e della formazione cenozoica della Marmilla – marne siltose.**

Nel secondo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde, probabilmente non verranno intercettate acque sotterranee durante le fasi esecutive del progetto. La formazione della Marmilla (marne siltose), invece, in linea generale si presenta con circolazione idrica scarsa o assente.

Per quanto concerne invece le falde idriche freatiche superficiali, probabilmente è presente la superficie piezometrica entro i primi 2,0 - 4,0 metri di profondità all'interno dei sedimenti alluvionali – coltri eluvio colluviali.

Una medio bassa percentuale di umidità, dovuta alla presenza di acqua igroscopica e pellicolare, potrà invece essere riscontrata nella zona di aerazione costituita dagli orizzonti pedologici e dalle porzioni superficiali di alterazione presenti (orizzonte compreso tra 1,00 – 2,0 m da p.c. interessato dalla messa in opera di fondazioni superficiali e cavidotti).

#### **Interferenza con il reticolo idrografico superficiale:**

Per quanto concerne infine i cavidotti in progetto, si ribadisce che verrà interessato il reticolo idrografico superficiale in alcuni punti del suo tracciato. Verranno attraversati in modalità sotterranea sub – alveo (tramite TOC o in alternativa scavo a cielo aperto).

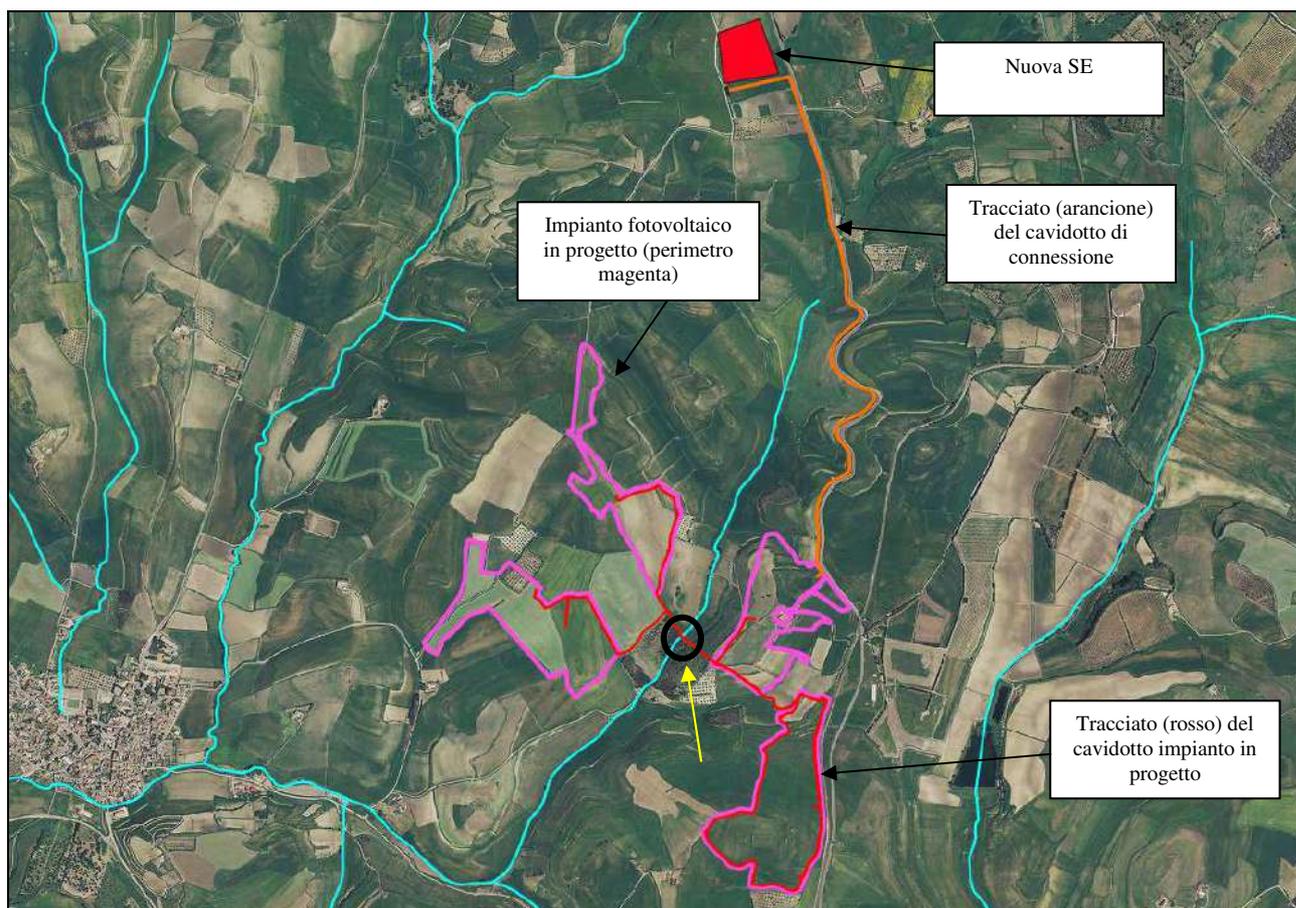


Figura 19: Area d'intervento su ortofoto – Tracciato dei cavidotti e relativo attraversamento del corso d'acqua

## 7. INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE

Il rischio sismico è definibile come l'incrocio tra dati di pericolosità (definizione delle strutture sismogenetiche e capacità di caratterizzazione dell'eccitazione sismica ad esse associata), di vulnerabilità (capacità degli oggetti esposti di resistere alle sollecitazioni) e di esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio).

Il sistema della classificazione sismica (e le mappe da esso previste) è finalizzato a fornire un livello di riferimento convenzionale delle forze sismiche rispetto al quale i manufatti vanno progettati per poter rispondere alle sollecitazioni senza collassare.

Detti criteri sono riportati nell'allegato al D.M. 17 gennaio 2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" come già nella versione (NTC 2008) e dell'O.P.C.M. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" nella quale venivano individuate 4 zone sulla base dei 4 valori di accelerazioni orizzontali (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico indicati nelle Norme Tecniche (allegati 2, 3,4 ). Secondo la normativa sismica indicata nel D.M. 14.01.2018 si deve far riferimento alle locazioni delle opere riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale.

La sismicità della Regione Sardegna risulta molto bassa, sia i dati storici che quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base, pertanto, nelle NTC 2008 (cfr. Allegato B, Tabella 2) si ritiene ragionevole assumere per l'intera isola un valore uniforme di accelerazione orizzontale massima al bedrock (ag), come riportato in Tabella:

**TABELLA 2: Valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.**

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardinia, Lampedusa, Linosa, Ponza, Fannarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,256	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,88	0,371	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,243	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,832	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,59	0,400	0,661	2,50	0,490	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,59	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,320	2,70	0,400	0,538	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Galina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Nella tabella viene indicata la pericolosità sismica sui suoli rigidi tramite i parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per vari tempi di ritorno (TR).

- $a_g$  = accelerazione massima orizzontale del sito;
- $F_0$  = 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.

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone" all'allegato 1.A sono individuate quattro zone sismiche con accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.

L'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 classifica l'intero territorio nazionale dal punto di vista sismico, includendo tutta la Sardegna all'interno della zona 4. A tale zona corrisponde un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni inferiore a 0,05 (ag/g). Questo si traduce in un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,05 (ag/g) riferita a suoli molto rigidi.

<b>Zona</b>	<b>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a<sub>g</sub>/g]</b>	<b>Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a<sub>g</sub>/g]</b>
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

**Poichè tutta la Sardegna ricade all'interno della zona 4, anche il sito in progetto rientra all'interno della medesima classe.**

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV (Meletti C. e Valensise G., 2004). Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro maggiormente completo e aggiornato a livello nazionale.



*Zonazione Sismogenetica*

L'analisi dei risultati riportati nella ZS9 evidenzia che il settore studiato non è caratterizzato da alcuna area sorgente di particolare rilievo, che l'accelerazione sismica potenziale di base è inferiore a 0.08 m/sec mentre l'intensità sismica ricade nel IV° grado della scala MCS.

## **8. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE**

### **Acque superficiali e sotterranee**

#### Fase di cantiere

L'intervento in progetto rispetto a corpi idrici superficiali e acque sotterranee non genererà nessun tipo d'inquinamento e consumo.

Con la costruzione dell'impianto non verrà modificata la morfologia del terreno né sarà alterato il normale decorso delle acque meteoriche e non si prevede l'esecuzione di sbancamenti, di riporti e di eventuali interventi e/o opere di sistemazione complessiva dell'area interessata dall'impianto stesso.

Non saranno prodotti scarichi di nessun tipo, né di natura civile, né industriale. Inoltre l'impianto, non prevedendo impermeabilizzazioni di nessun tipo, non comporta variazioni in relazione alla permeabilità e regimazione delle acque meteoriche. La costruzione dell'impianto dunque non comporterà alcuna perturbazione dell'attuale regime naturale di assorbimento del suolo, e di deflusso delle acque meteoriche verso gli attuali recettori naturali e non produrrà alcun impatto contaminante sulle acque superficiali e sotterranee.

#### Fase di esercizio

Questa condizione resterà invariata anche durante la fase di esercizio, in quanto l'acqua piovana scorrerà lungo i moduli fotovoltaici che eseguono spostamenti rotazionali giornalieri programmati, per poi ricadere sul terreno alla base dei moduli stessi. L'approvvigionamento idrico per la pulizia dei moduli fotovoltaica verrà effettuato mediante autobotte contenente acqua demineralizzata senza uso di detergenti.

Inoltre, i moduli saranno montati su delle strutture metalliche. La distanza tra le stringhe è indicata nelle tavole progettuali. La distanza prevista sarà tale da permettere un regolare deflusso delle acque anche sulla superficie permeabile (si eviterà la concentrazione di scarichi idrici, che potrebbe generare erosione incanalata – si avrà un regolare e omogeneo deflusso laminare sulla superficie permeabile). Le stradine interne saranno realizzate in materiali permeabili, che permette un regolare deflusso delle acque meteoriche, anche in questo caso impedendo la formazione di fenomeni d'erosione incanalata.

**In definitiva per la componente ambientale Acqua, non si individuano impatti significativi.**

### **Suolo e sottosuolo**

#### Fase di cantiere

Con la realizzazione dell'impianto in progetto avremo un consumo temporaneo e reversibile del suolo.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla meccanica delle terre/rocce, Lo studio geotecnico del terreno e le prove di trazione e spinta laterali daranno il valore più giusto della profondità a cui infiggere i

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

profili. Queste prove saranno realizzate in tutta l'area occupata dai pannelli fotovoltaici (tracker) al fine di considerare tutte le variazioni e caratteristiche del terreno stesso.

Fase di esercizio

Nel corso della vita operativa dell'impianto, i terreni sui quali sorgerà l'installazione, saranno del tipo prato permanente.

Nel dettaglio, l'installazione dell'impianto fotovoltaico a terra in progetto avrà un'estensione territoriale pari a circa 40,0 ha (coperti dalle stringhe fotovoltaiche). Per il fissaggio delle strutture di supporto al suolo non si prevede la realizzazione di nessuna struttura permanente di fondazione. La struttura di supporto sarà fissata al terreno per mezzo di profili metallici infissi direttamente fino ad una profondità sufficiente per ottenere la stabilità e la resistenza adeguata.

L'effetto d'impermeabilizzazione prodotto dall'impianto riguarderà solo una percentuale limitata di suolo, considerando che i pannelli scaricheranno le acque di pioggia a terra, dunque l'impatto sarà dovuto esclusivamente alle cabine elettriche di dimensioni ridotte.

Non si prevedono movimenti terra che possano alterare la forma attuale del terreno. Saranno effettuati degli scavi per il posizionamento dei cavidotti che verranno poi rinterrati e per l'alloggiamento del basamento della cabina elettrica.

**In definitiva per la componente ambientale Suolo e Sottosuolo, non si individuano impatti significativi.**

### 9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area in esame, di futura realizzazione dell'Impianto agrivoltaico, è ubicata all'interno del territorio comunale di Mandas (SU) e Gesico (SU). Precisamente nella zona agricola ubicata in prossimità nel settore est dei due territori comunali. La suddetta area dista dal centro abitato di Mandas circa 2,43 km e circa 0,95 km dal centro abitato di Gesico. Anche il tracciato dei cavidotti in progetto interessa i due suddetti territori comunali.

Sul piano vincolistico PAI – PGRA - PSFF, l'area in oggetto riferita all'Impianto agrivoltaico in progetto è situata all'interno del Sub-bacino n.7 “Flumendosa – Campidano - Cixerri”. Di seguito il quadro territoriale e vincolistico completo:

<b>Intervento</b>	<b>Territorio comunale interessato</b>	<b>Vincolo PSFF</b>	<b>Vincolo PGRA</b>	<b>Vincolo PAI Hi</b>	<b>Vincolo PAI Hg</b>	<b>Vincolo PAI Art. 30 ter</b>	<b>Vincolo PAI Hg Art.8 c.2 Gesico</b>	<b>Vincolo PAI Hi Art.8 c.2 Gesico</b>	<b>Vincolo PAI Comune Mandas idraulico Hi e franoso Hg</b>
Cavidotto impianto	Mandas Gesico	-	-	-	-	Classe Hi4 molto elevata Comune Gesico	Hg0 Hg1 Hg2 Hg3	-	-
Impianto agrivoltaico	Mandas Gesico	-	-	-	-	-	Hg0 – Hg1	-	-

Per quanto concerne invece il tracciato del cavidotto di connessione e l'area della Stazione Elettrica di consegna, non risultano interessato da classi di pericolosità idraulica PAI - PAI Art. 30 ter e da classi di pericolosità geologica geotecnica.

L'area in esame, sottende un complesso geologico di età quaternaria e cenozoica, costituito dalle alluvioni terrazzate del Quaternario (Olocene – Pleistocene), dalle coltri eluvio colluviali e dalla **SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL CAMPIDANO-SULCIS** (Marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato).

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, sono stati riconosciuti due complessi idrogeologici principali, riferiti al Quaternario (alluvioni – coltri eluvio colluviali), al Cenozoico (marne siltose – arenarie).

Nel secondo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde, probabilmente non verranno intercettate acque sotterranee durante le fasi esecutive del progetto. La formazione della Marmilla (marne siltose), invece, in linea generale si presenta con circolazione idrica scarsa o assente.

Per quanto concerne invece le falde idriche freatiche superficiali, probabilmente è presente la superficie piezometrica entro i primi 2,0 - 4,0 metri di profondità all'interno dei sedimenti alluvionali – coltri eluvio colluviali. Una medio bassa percentuale di umidità, dovuta alla presenza di acqua igroscopica e pellicolare, potrà invece essere riscontrata nella zona di aerazione costituita dagli orizzonti pedologici e dalle

**Impianto agrivoltaico GR\_MANDAS della potenza di 26,576 MWp DC (26,025 MW AC in immissione)  
Comuni di Mandas (SU) e Gesico (SU)**

porzioni superficiali di alterazione presenti (orizzonte compreso tra 1,00 – 2,0 m da p.c. interessato dalla messa in opera di fondazioni superficiali e cavidotti).

I lavori di scavo previsti potrebbero quindi interessare la suddetta falda freatica o gli orizzonti interessati da una media percentuale di umidità.

Infine bisogna mettere in evidenza che le coltri eluvio colluviali di alterazione delle marne, a componente principale limosa argillosa, possono dare origine ad eventuali accumuli superficiali di acqua (pozze d'acqua nei periodi interessati da eventi pluviometrici intensi) e relativi ristagni. L'acqua tenderà poi a infiltrarsi naturalmente nel suolo e nel terreno sottostante.

Come illustrato nei paragrafi precedenti, a seguito della analisi preliminare prevista, i lavori in esame riguardano litologie caratterizzate nel complesso da sufficienti condizioni di stabilità. Lo studio e le considerazioni esposte mostrano che il progetto, in fase di elaborazione del SIA (Studio di Impatto Ambientale), è compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area studiata.

Infine, relativamente alle fasi esecutive, di seguito alcune precauzioni da adottare:

- In fase di apertura degli scavi, che potranno essere eseguiti con le normali macchine di movimento terra, si avrà cura di non abbandonare a lungo il fronte aperto. Dovrà essere inoltre preventivamente realizzato a monte delle zone di sbancamento un fosso di guardia per evitare, in caso di piogge insistenti, ruscellamenti verso lo scavo che potrebbero causare smottamenti superficiali;

- Gli scavi, seppure di modesta entità, verranno messi in sicurezza durante le lavorazioni e verranno colmati per interrare i manufatti realizzati;

- Si consiglia la realizzazione dell'intervento in progetto nei mesi estivi e quindi in presenza di precipitazioni scarse o assenti.

Settembre 2023

Dott. Geologo Nicola Demurtas