



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
COMUNI DI VILLASOR E DECIMOPUTZU  
Provincia del Sud Sardegna (SU)**



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO  
AGROVOLTAICO AVANZATO DENOMINATO VILLASOR Z**

Loc. "Sartu Is Coccus" 09034 Villasor (SU) e Loc. Mitza Cannas 09010 Decimoputzu (SU) - Sardegna, Italia  
Potenza Nominale: Impianto FV 62'080,98 kWp

	<b>Committente - Sviluppo progetto FV:</b>  <b>Apollo Villasor S.r.l.</b> Viale della Stazione n. 7 - 39100 Bolzano (BZ) P.IVA 03167130214, PEC: apollovillasor@legalmail.it	<b>Gruppo di lavoro La SIA S.p.A.</b> Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico Giulio Alberto Arca - Archeologo Marta Camba - Geologo Francesco Paolo Pinchera - Biologo  <b>Progettazione Agronomica (La SIA S.p.A.)</b> Agr. Stefano Atzeni - Agronomo Agr. Franco Milito - Agronomo  <b>Progettazione Elettrica</b> Ing. Silvio Matta – Ing. Elettrico
	<b>Coordinamento Progettisti</b>  <b>Innova Service S.r.l.</b> Via Santa Margherita n. 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaserviceca@pec.it	
	<b>Coordinamento gruppo di lavoro</b>  <b>La SIA S.p.a.</b> Viale Luigi Schiavonetti n. 286 – Roma (RM) P.IVA 08207411003, PEC: direzione.lasia@pec.it	

Elaborato

**RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

<b>Codice elaborato</b> REL_SP_IDRO			<b>Scala</b> -	<b>Formato</b> A4
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>ESEGUITO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>
00	Maggio 2024	Geol. Marta Camba	Innova Service S.r.l.	Apollo Villasor S.r.l.

Note

INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
1.1 Normative di riferimento.....	2
1.2 Bibliografia e studi.....	3
<b>2. Inquadramento Geografico .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Inquadramento Climatico generale .....</b>	<b>8</b>
3.1 Precipitazioni.....	10
3.2 Temperature .....	13
<b>4. Inquadramento Geologico e Geomorfologico .....</b>	<b>16</b>
4.1 Litologie significative all'area di progetto .....	19
4.2 Tettonica e caratteristiche geostrutturali.....	19
<b>5. Inquadramento Idrogeologico .....</b>	<b>21</b>
5.1 Idrografia superficiale.....	21
5.2 Idrografia sotterranea .....	23
<b>6. Considerazioni Idrogeologiche.....</b>	<b>28</b>

## 1. PREMESSA

In supporto al progetto definitivo per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico avanzato in località "Sartu Is Coccus" nel Comune di Villasor (SU) e loc. Mitza Cannas nel Comune di Decimoputzu (SU), la Dott.ssa Geol. Marta Camba, iscritta all'Ordine dei Geologi della Sardegna sez.A n°827, sede legale in via delle fontane n°11, 09012 Capoterra (CA), P.Iva 03920410929, è stata incaricata per la redazione della Relazione Idrogeologica, con l'obiettivo analizzare le caratteristiche idrogeologiche e idrografiche dell'area interessata dal suddetto lavoro.

### 1.1 Normative di riferimento

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

- Norme Tecniche di Attuazione PAI approvate con la Deliberazione del comitato istituzionale n. 15 del 22/11/2022 ed entrate in vigore con la pubblicazione sul B.U.R.A.S. n.55 del 01/12/2022

## 1.2 Bibliografia e studi

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

### Regione Autonoma della Sardegna:

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

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

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

## 2. Inquadramento Geografico

L'impianto in progetto ricade all'interno del territorio comunale di Villasor e di Decimoputzu, comuni della provincia del Sud Sardegna. Si trovano al centro del Campidano di Cagliari, distano dal capoluogo circa 20-25 km e vi è collegamento tramite la linea ferroviaria Cagliari-Golfo Aranci e la strada statale 196.

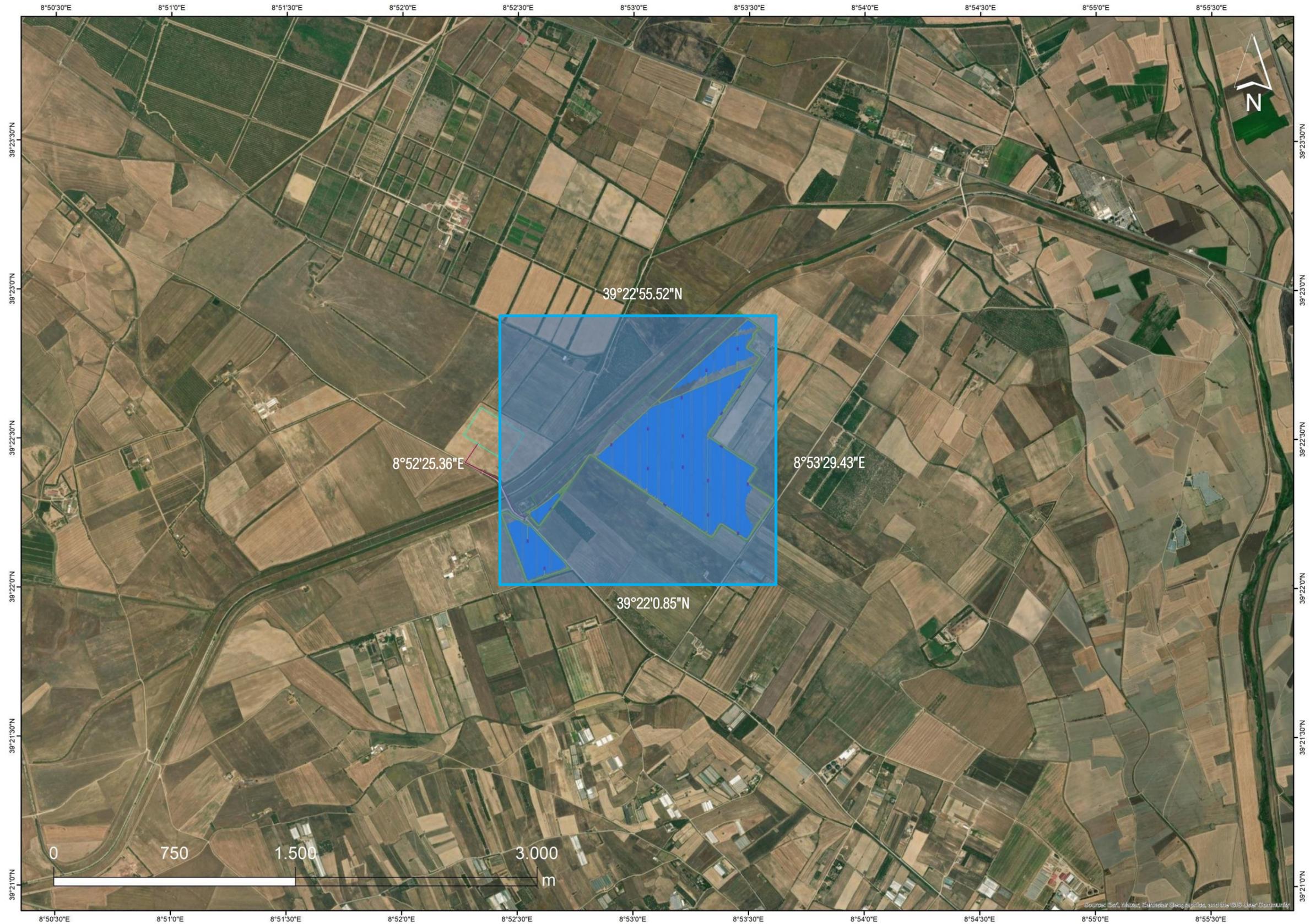


Nello specifico, si riporta l'inquadramento cartografico dell'area oggetto di intervento:

- I.G.M. Serie 25 foglio **556 I** "Villasor"
- CTR – scala 1:10000 – sez. **556030** "Cantoniera Sa Doda";
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – foglio **225** "Guspini"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:50.000 – foglio **556** "Assemini"

Le coordinate WGS84 dell'area interessata dal progetto:

Latitudine Nord	Latitudine Sud	Longitudine Ovest	Longitudine Est
39°22'55.52"N	39°22'0.85"N	8°52'25.36"E	8°53'29.43"E







### 3. Inquadramento Climatico generale

Il Clima della Sardegna viene generalmente classificato come Mediterraneo Interno, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Dal punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura.

Per quanto riguarda l'analisi delle **temperature**, la media annuale dei valori massimi di temperatura per la Sardegna è di 20.4°C; il mese più caldo è solitamente luglio (media delle massime 30.5°C). Le temperature minime annue sono mediamente 10.5°C, il mese più freddo gennaio (temperatura minima media del mese 4.9°C). Differenze rilevanti si possono registrare in regioni microclimatiche dell'isola: le aree del Campidano e del Sulcis raggiungono valori di temperatura mediamente più alti rispetto al resto della Sardegna, con temperature massime in agosto quasi mai al di sotto dei 34°C. La regione è caratterizzata da un numero medio di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 30,1 °C (SU95p) che varia tra 5 e 55, con picchi di circa 55 giorni/anno a sud, mentre il numero medio di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera al di sotto di 0 °C (FD) varia tra 0 e 12, con picchi di circa 12 giorni/anno sull'area montuosa centrale.

L'andamento delle **precipitazioni** varia considerevolmente in differenti microregioni della Sardegna: le zone più piovose sono il Limbara, l'altopiano di Campeda, il massiccio del Gennargentu e l'Ogliastra. Le aree più aride sono le regioni del sud-ovest dell'isola, la Nurra e il Campidano, nonché altre aree spot lungo la fascia costiera. I valori più bassi si registrano solitamente nella parte sud-occidentale dell'isola, dove i cumulati annuali non superano i 380-400 mm; la regione più piovosa è quella del Gennargentu dove quasi sempre si superano i 1200 mm annui. La media climatica per la Sardegna si attesta quindi intorno ai 650/700 mm. Il territorio regionale presenta condizioni siccitose durante il periodo estivo, caratterizzato da un numero massimo di giorni annui consecutivi senza precipitazione (CDD) che varia da circa 60 a 80.

## ***Analisi variabilità climatica della Sardegna***

Per quanto riguarda l'inquadramento climatico, verranno riportati i dati relativi all'ultimo report annuale reso disponibile dall'ARPAS relativo all'annata ottobre 2021-settembre 2022. La climatologia di riferimento utilizzata per i confronti è quella relativa al periodo 1981-2010.

Il report 2021-2022 ha registrato cumulati di pioggia superiori alla media climatica 1981-2010 sulla Sardegna centromeridionale e inferiori alla media sulla Sardegna settentrionale. Sulle zone poco piovose del Nord Sardegna i cumulati sono stati inferiori alla media di oltre il 10% con deficit pluviometrici sino a - 50% nel Sassarese.

Sul Centro-Sud dell'Isola il rapporto tra il cumulato 2021- 2022 e la media climatologica sono risultati compresi tra 1 e 1.25.

Rispetto alla climatologia 1981-2010, le piogge dell'annata confermano l'andamento degli anni successivi al 2017-2018 (un anno particolarmente asciutto), tutti caratterizzati da un'anomalia leggermente positiva. Su gran parte dell'Isola i cumulati hanno superato generalmente i 600 mm.

I cumulati massimi hanno interessato i rilievi principali, con valori anche sopra i 1000 mm su Gennargentu, Montiferru, Limbara e Monti del Sulcis. La località più piovosa dell'annata è stata nel sud Sardegna a Pula Is Cannoneris dove sono caduti 1319.8 mm, seguita da Arzana Sicca d'Erba con 1139.6 mm. Cumulati inferiori ai 600mm si sono avuti nel Sassarese, nella Valle del Coghinas, nell'Oristanese e nel Medio-Basso Campidano.

La stazione meteorologica meno piovosa dell'annata è stata Sassari Università, con 375.4 mm. All'interno dell'annata 2021-2022, l'ultimo trimestre del 2021 è quello che ha mostrato cumulati superiori alla corrispondente media climatica, grazie soprattutto alle abbondanti piogge del mese di novembre, mentre il primo quadrimestre del 2022, cioè la seconda parte della stagione piovosa, ha presentato condizioni di deficit climatico su tutta l'Isola. Le piogge della terza parte dell'annata (maggio-settembre 2022) sono state in linea con la climatologia sia come cumulati sia come caratteristiche dei fenomeni, con un prevalere di precipitazione temporalesche, quindi localizzate e con una forte variabilità spaziale.

Dal mese di febbraio e fino al mese di aprile si è registrato un progressivo calo dei valori con condizioni vicino alla media e moderatamente siccitoso e alcune aree caratterizzate da condizioni molto siccitoso ed estremamente siccitoso (particolarmente in febbraio e marzo).

A partire dal mese di gennaio, invece, si sono registrate condizioni siccitose nel settore Nord-occidentale della Sardegna; nella parte meridionale, invece, a partire da gennaio si sono avute condizioni umide, per via delle piogge superiori alla media dei mesi di marzo, maggio,

agosto e settembre.

Per quanto riguarda le temperature, le medie annuali delle minime risultano in linea o leggermente superiori rispetto alla media climatologica di riferimento, mentre le massime mostrano un'anomalia positiva rispetto alla media climatica decisamente più marcata, con una media di +1.2 °C fino a superare +1.5 °C nella parte Sud-occidentale dell'Isola.

Il mese più freddo è stato gennaio, con medie delle temperature minime negative (fino circa a -2 °C) sul Gennargentu e sui Monti di Alà dei Sardi; nello stesso mese temperature medie prossime a zero si sono registrate sulle Barbagie, nonché sul Marghine e sulle grandi vallate circostanti.

L'anomalia climatica evidenzia un raffreddamento generalizzato fino ai quasi a -2 °C del settore orientale, causato dalle prolungate avvezioni fredde da nord-est che hanno caratterizzato il periodo. La temperatura minima assoluta dell'annata, pari a -8.36 °C, è stata misurata nella stazione di Villagrande Strisaili il 27 gennaio

Le temperature massime hanno iniziato a essere sensibilmente superiori alle corrispondenti medie climatiche già dal mese di maggio, diventando particolarmente elevate nel periodo estivo. Risultano di rilievo le anomalie climatiche del mese di giugno, pari a +4.3 °C come media regionale. Nel periodo maggio-settembre si sono registrati numerosi giorni con temperature massime superiori ai 35 °C, con picchi superiori a 80 giorni in alcune stazioni; si tratta di valori sensibilmente superiori rispetto a quelli dei tre anni precedenti (dal 50% al 75% in più rispetto al numero medio del triennio 2019-21). Le temperature massime giornaliere nel trimestre caldo hanno superato i 40 °C per diversi giorni in alcune località (fino a 18 giorni nella stazione Ozieri c.ra Fraigas), raggiungendo in alcuni casi picchi superiori a 44 °C, nel mese di giugno. (*ARPAS -- Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2021 - settembre 2022*)

### 3.1 Precipitazioni

L'analisi delle precipitazioni che segue (ARPAS) si basa sulle precipitazioni sull'annata e su determinati sottoperiodi. La climatologia di riferimento utilizzata per i confronti è quella relativa al periodo 1981-2010.

In Figura 3.1 si riportano i cumulati totali dell'annata agraria 2021-2022 e il relativo rapporto con la media climatica. I cumulati massimi hanno interessato i rilievi principali dell'Isola, con valori anche sopra i 1000 mm su Gennargentu, Montiferru, Limbara e Monti del Sulcis. La

località più piovosa dell'annata è stata Pula Is Cannoneris dove sono caduti 1319.8 mm; segue Arzana Sicca d'Erba con 1139.6 mm. Su gran parte dell'Isola i cumulati hanno superato generalmente i 600 mm.

Le zone meno interessate dalle precipitazioni sono state il Sassarese, la piana di Ozieri, l'Oristanese e il Medio-Basso Campidano, zona in cui è compresa l'area di progetto. Il cumulato più basso dell'annata, pari a 375.4 mm, è stato registrato nella stazione di Sassari Università.

I cumulati sopra descritti sono stati in media o leggermente al di sopra della media climatica su gran parte della regione, con valori del rapporto compresi tra 1 e 1.25. Sulle zone deficitarie del Nord Sardegna i cumulati sono invece stati inferiori alla media almeno del 10% e localmente anche sotto il 50% nel Sassarese. Nel Sud Sardegna i cumulati sono invece stati

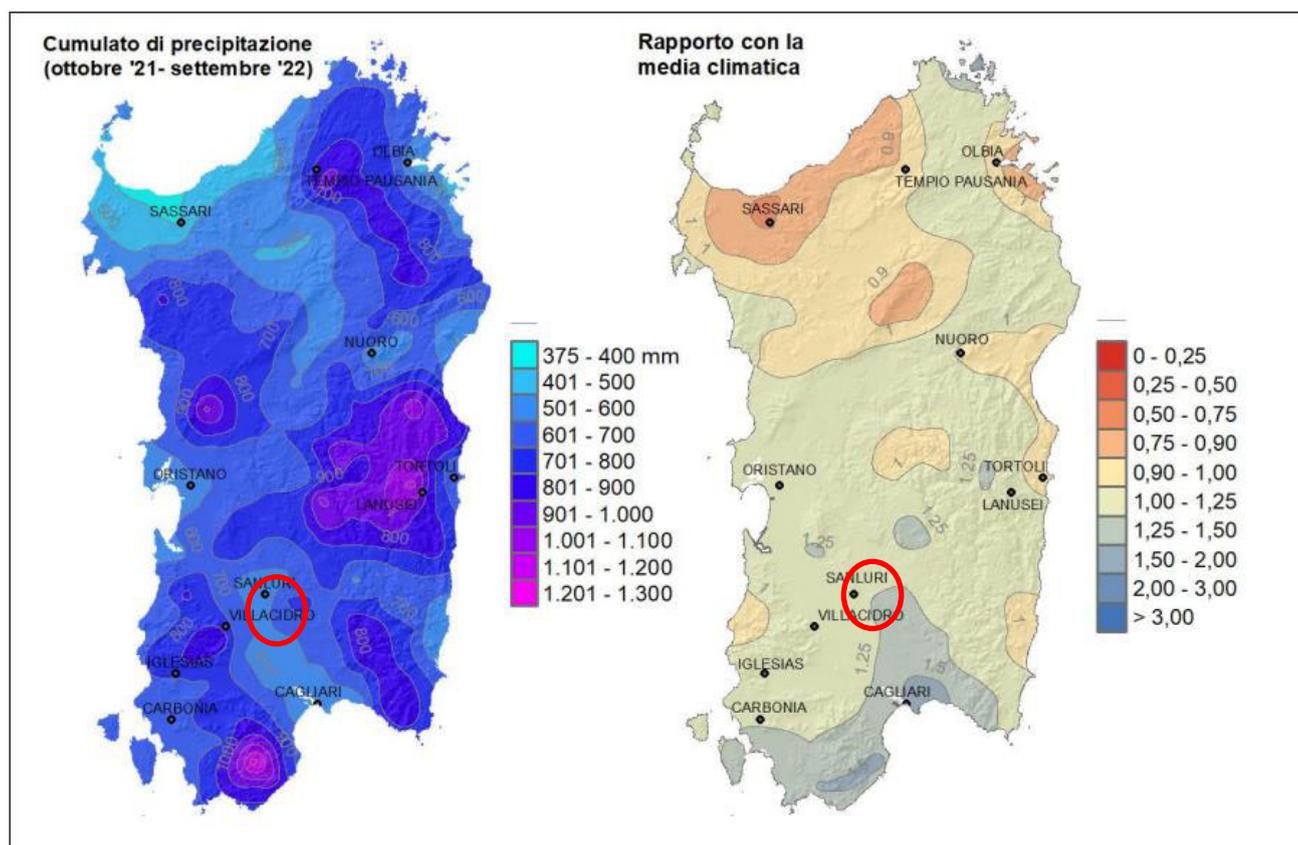


Figura 3-1 : Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2021 a settembre 2022

al di sopra della media, almeno sopra il 25% e localmente sino al 50% in più nel Sulcis e nel Cagliariitano.

La Figura 3.2 mostra la distribuzione dei giorni di pioggia e il relativo rapporto con la media climatica. Nelle regioni centrali e sui rilievi maggiori le precipitazioni sono state frequenti, con valori sino a 100 giorni sul Gennargentu e più diffusamente superiori ai 70 giorni. La costa

orientale con la Nurra e l'Anglona sono state le sub-regioni in cui le precipitazioni sono state meno frequenti, con valori inferiori ai 60 giorni e localmente anche inferiori a 55 giorni. Queste frequenze portano la Sardegna Orientale, Settentrionale e una fascia che va dall'Oristanese a Nuoro passando per la Piana di Ottana a essere in linea o al di sotto della media climatica con valori del rapporto da 0,75 a 1. Le restanti zone hanno invece ricevuto precipitazione con frequenza al di sopra della media, sino al 50% in più.

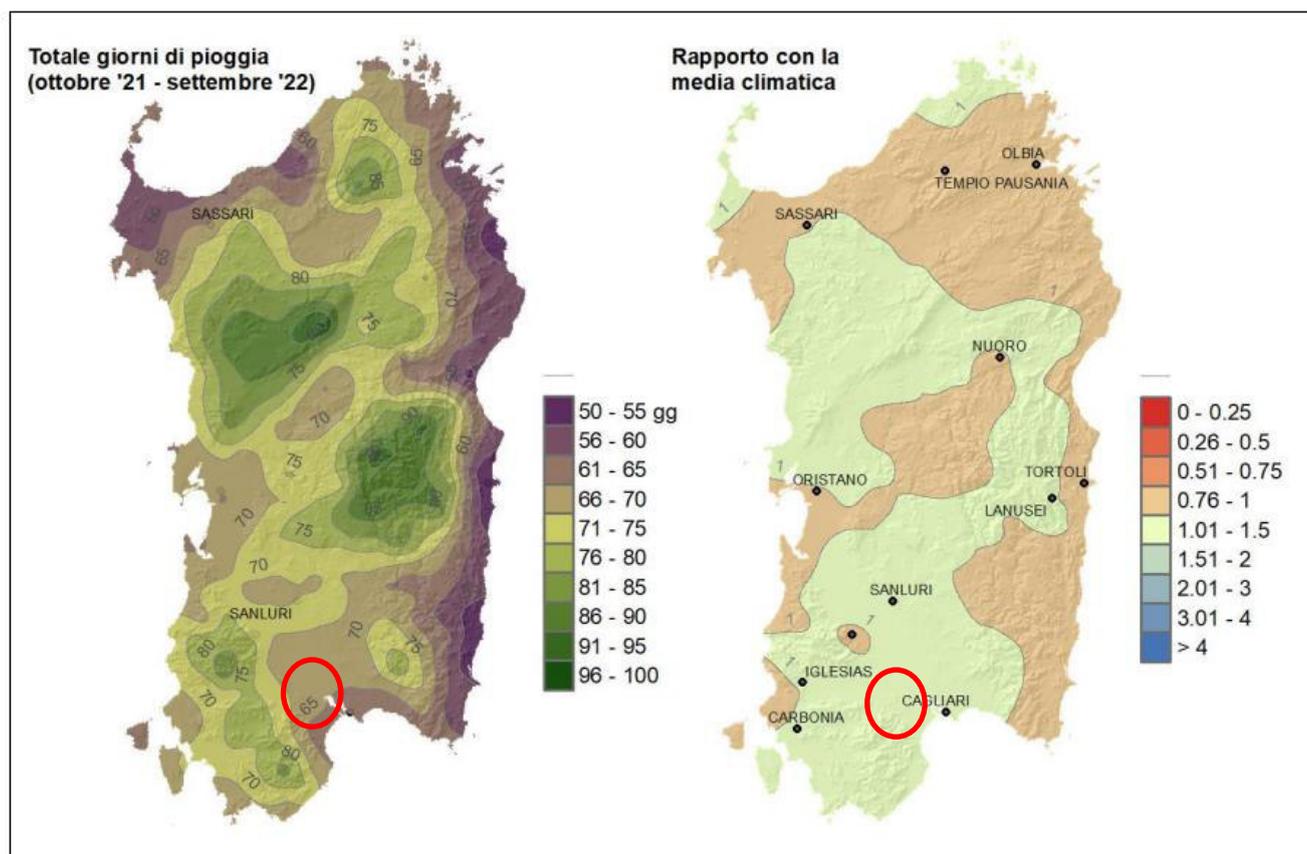


Figura 3-2 Numero di giorni piovosi da ottobre 2021 a aprile 2022 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica

### 3.2 Temperature

L'analisi di dettaglio della situazione climatica della Regione Sardegna, periodo climatico di riferimento 1981-2010, ha permesso di caratterizzare la variabilità climatica osservata a livello locale e di valutare, ad elevata risoluzione, le anomalie climatiche attese in futuro per effetto dei cambiamenti climatici.

L'annata 2021-2022 è stata eccezionale sotto il profilo termico, ed è necessario usare diversi indicatori per mostrarne appieno la particolarità. Un primo indicatore utile è sicuramente la media annuale delle temperature minime, mostrata in Figura 3.3 a sinistra. È evidente il gradiente altimetrico, con i rilievi del Gennargentu che scendono sotto gli 8 °C; solo altre piccole zone condividono queste basse temperature, e tra queste c'è sicuramente da notare come i monti di Alà dei Sardi siano freddi almeno quanto il Marghine, che è più elevato; inoltre spicca l'anomalia fredda di Campu Giavesu e Piana di Santa Lucia, la zona a bassa quota più particolare della Sardegna per il regime termico. Si nota inoltre che Monte Limbara, pur elevato quanto il Marghine e posto più a nord, risulti apprezzabilmente più caldo. Scendendo a quote inferiori le temperature tipiche aumentano, e ampie zone collinari si attestano intorno ai 10 °C. L'effetto mitigatore del mare produce lungo la fascia costiera temperature tipiche intorno ai 12 °C. Infine, l'estensione delle zone con temperature tipiche maggiori di 12 °C, sensibilmente più grande al Sud dell'Isola, è indice dell'influenza della latitudine.

La relativa mappa delle anomalie climatiche (Figura 3.3 a destra) indica per le temperature minime un'annata pienamente allineata con la climatologia, con l'unica eccezione dei rilievi, soprattutto quelli meridionali, che risultano leggermente più caldi della media.

La media annuale delle temperature massime, mostrata in Figura 3.4 a sinistra, mostra

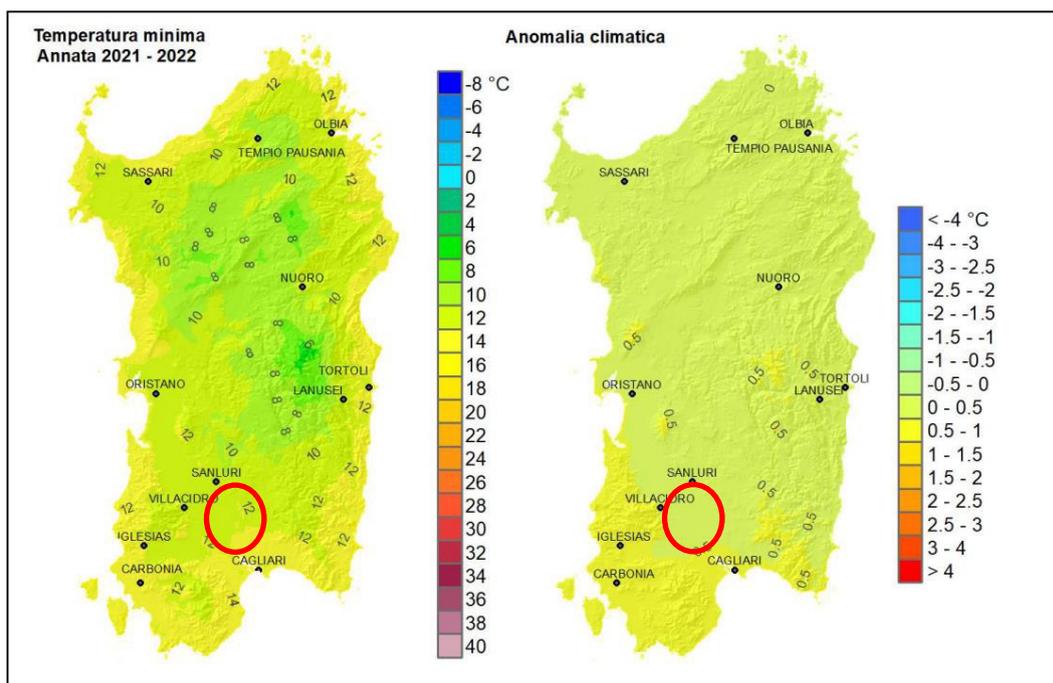


Figura 3-3 Media annuale delle temperature minime 2021-2022

anch'essa una chiara distribuzione altitudinale, con le vette montane frequentemente sotto i 18 °C, che si innalzano fino ai 22 °C comuni sulle coste. L'influsso mitigatore del mare, meno evidente che nella distribuzione delle minime, riesce comunque a confinare nell'entroterra le zone più calde, con la notevole eccezione della costa sulcitana, dove la stazione marina di Porto Pino registra spesso temperature eccezionalmente alte. In questa distribuzione di massime mediate è chiaro anche il gradiente longitudinale, con il Nord più fresco del Centro e il Centro più fresco del Sud, anche se bisogna notare che le temperature massime di picco sono spesso più alte a Settentrione, specie nella Valle del Coghinas. E le vallate interne sono appunto le uniche aree a salire sopra i 24 °C.

Lo scostamento di questo campo termico rispetto alla media climatica è mostrato in Figura 3.4 a destra, e conferma la tendenza al riscaldamento. Gallura e Baronia risultano più calde della media di oltre 0.5°C; il Sulcis e la Costa Verde sono più caldi di quasi 2°C; in mezzo c'è tutto il resto dell'Isola, più caldo della media di quasi 1.5°C. Anche quest'annata ha avuto quindi massime decisamente sopra la media, e ciò è dovuto principalmente al contributo delle onde di calore estive, frequenti, persistenti e che hanno colpito soprattutto i due terzi occidentali dell'Isola. Il settore Nord-orientale si è scaldato relativamente poco a causa delle avvezioni da nord-est, gelide tra novembre e marzo, e relativamente fresche nel resto dell'annata.

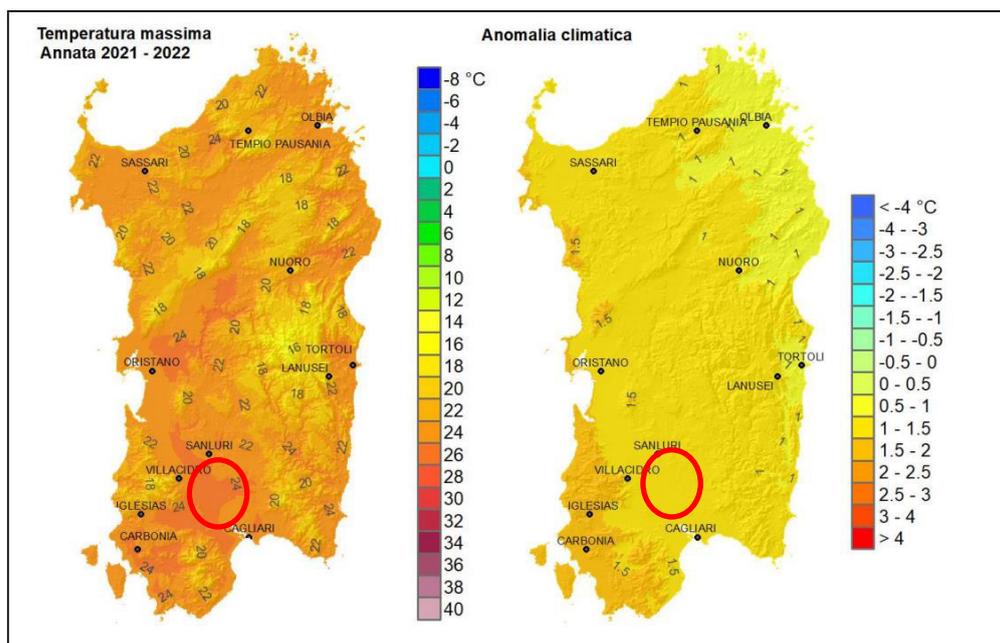


Figura 3-4 Media annuale delle temperature massime 2021-2022

Allargando la prospettiva temporale alla scala secolare, è importante vedere come è variata negli anni la differenza delle temperature massime registrate in Sardegna dal 1880 rispetto a una climatologia di riferimento (qui si è usata quella del trentennio 1971-2000). L'andamento di questo indice è mostrato in Figura 3.5, che evidenzia tre periodi: un quarantennio freddo (1880-1920) con massime costantemente inferiori alla media, spesso di oltre un grado; un settantennio altalenante (1920-1990) con massime talvolta inferiori, talvolta superiori alla media, ma con una anomalia più piccola, generalmente inferiore in valore assoluto a  $1\text{ }^\circ\text{C}$ ; e infine un trentennio caldo (1990-oggi) con massime costantemente sopra la media climatica, con scostamenti che in anni recenti hanno raggiunto e superato i  $+2\text{ }^\circ\text{C}$ . L'annata 2021-2022 si colloca pienamente in quest'ultima tendenza, con un'anomalia che sfiora i  $+1.5\text{ }^\circ\text{C}$ .

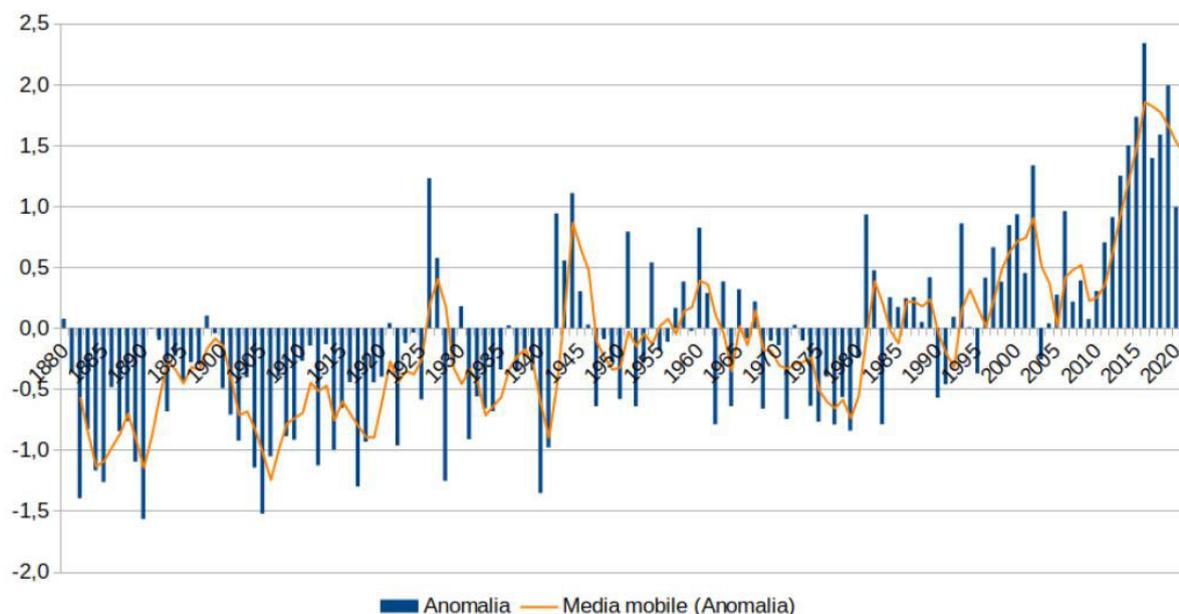


Figura 3-5 Anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 rispetto alla climatologia

#### 4. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

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

**ba**\_Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE

**bb**\_Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE

**bc**\_Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE

**bna**\_Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE

**bnb**\_Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE

**bnc**\_Depositi alluvionali terrazzati. Limi ed argille. OLOCENE

**f1**\_Travertini. Depositi carbonatici stratificati, da compatti a porosi, con tracce di resti vegetali e gusci di invertebrati. Derivano in parte da acque termali. OLOCENE

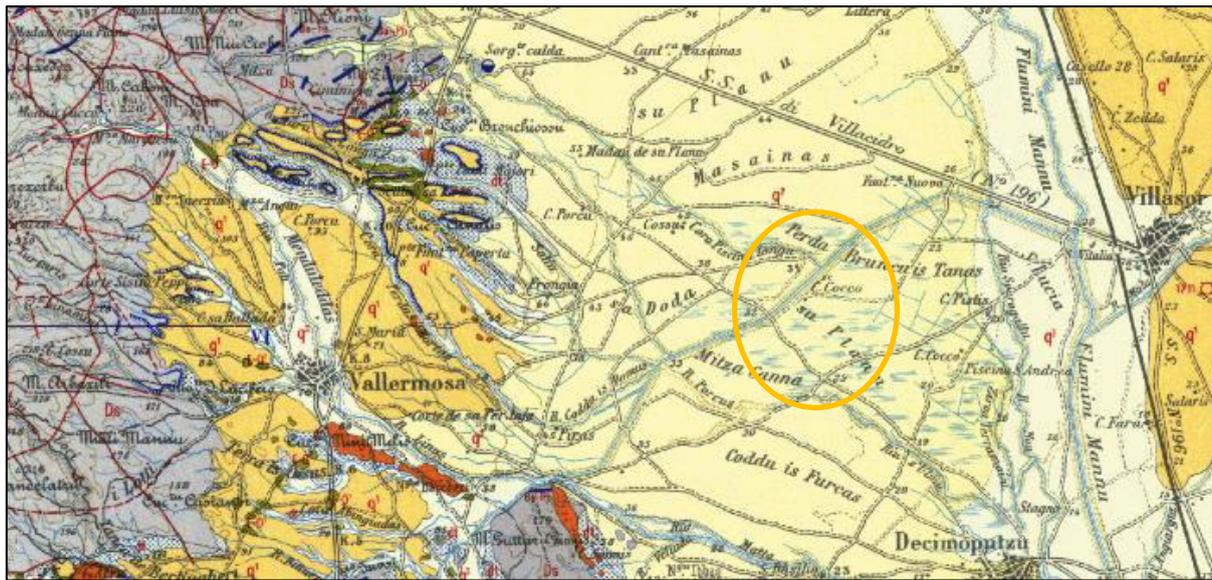
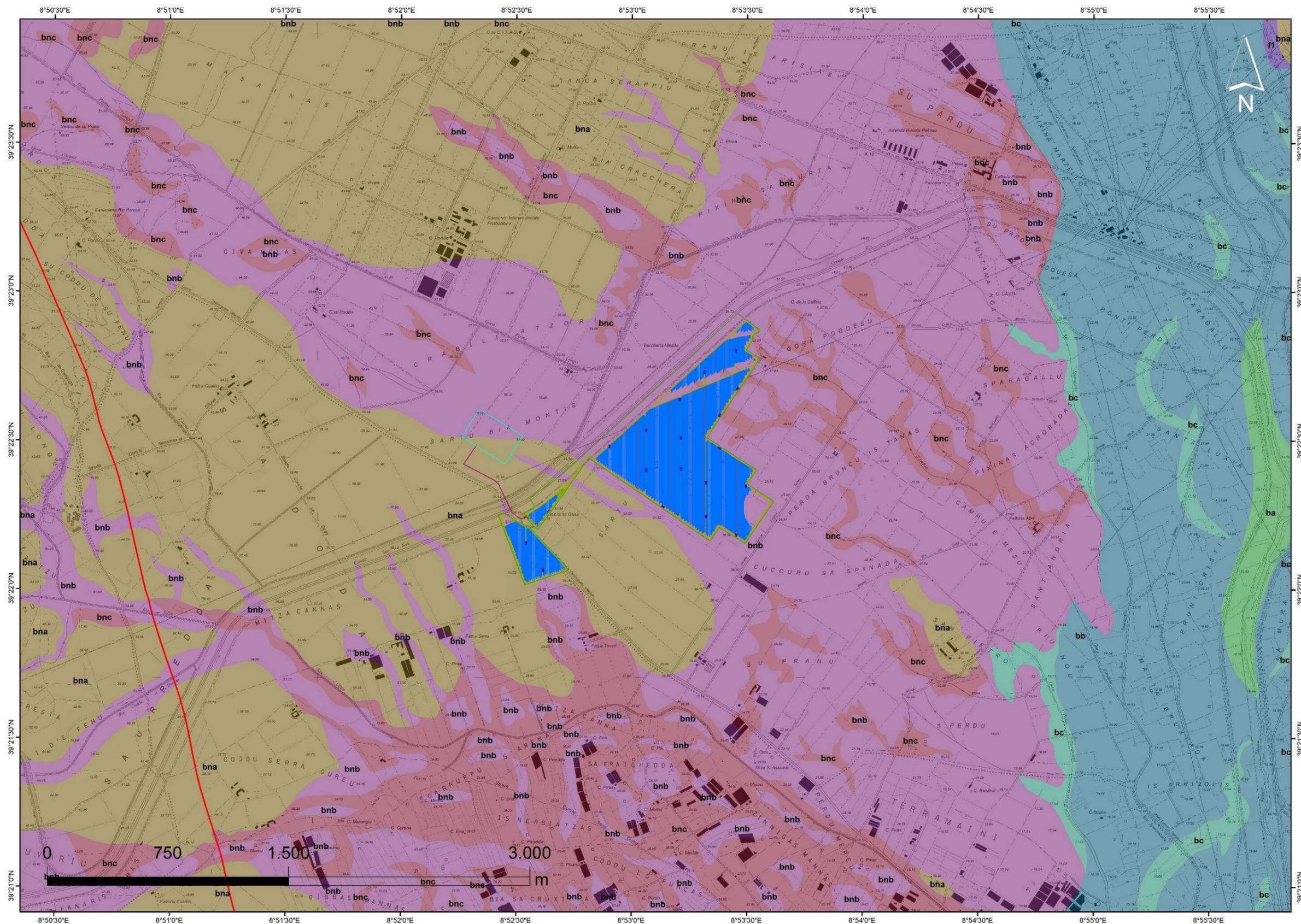


Figura 4-2 Stralcio Carta geologica 1:100.000 foglio 225 GUSPINI



Figura 4-1 Stralcio Carta Geologica 1:50.000 foglio 556 ASSEMINI



## Legenda

### Litologie

	ba_Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
	bb_Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE
	bc_Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE
	bnA_Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
	bnb_Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE
	bnc_Depositi alluvionali terrazzati. Limi ed argille. OLOCENE
	f1_Travertini. Depositi carbonatici stratificati, da compatti a porosi, con tracce di resti vegetali e gusci di invertebrati. Derivano in parte da acque termali. OLOCENE
	Faglia

#### 4.1 Litologie significative all'area di progetto

Nello specifico, il progetto interessa le tre diverse facies dei depositi alluvionali terrazzati Olocenici:

***bnA*** Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE

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

***bnc*** Depositi alluvionali terrazzati. Limi ed argille. OLOCENE

Sono depositi posti ai lati dei letti attuali o dei tratti di alveo reimati ed in genere non interessati dalle dinamiche in atto. Tratti limitati di questa unità potrebbero essere interessati da dinamiche alluvionali durante eventi idrometeorici eccezionali.

#### 4.2 Tettonica e caratteristiche geostrutturali

In riferimento alle caratteristiche geostrutturali, nell'area in questione non sono emersi dei caratteri tettonici significativi all'opera interessata dall'intervento. L'area è inserita all'interno del graben del Campidano il quale è costituito da una serie di faglie distensive che hanno appunto provocato lo sprofondamento della crosta terrestre e formazione della fossa.

Questo movimento tettonico viene fatto risalire all'intervallo di tempo geologico medio Pliocene – inizio Pleistocene, circa da 4 a 2 milioni di anni fa e fu associato a importanti eventi effusivi. In seguito la fossa fu interessata da fenomeni di sedimentazione alluvionale che portarono uno spessore di circa 600 metri di sedimenti continentali e deltizi ed il seppellimento del sistema di faglie presenti all'interno della fossa del campidano.

I lineamenti geomorfologici dell'area vasta in esame sono strettamente correlati alle litologie affioranti e alle caratteristiche geostrutturali che hanno interessato questo settore della Sardegna. L'azione combinata di questi due fattori ha conferito al paesaggio una

morfologia articolata dovuta prevalentemente alla differente vulnerabilità del substrato affiorante nei confronti degli agenti geomorfodinamici più incidenti in quest'area.

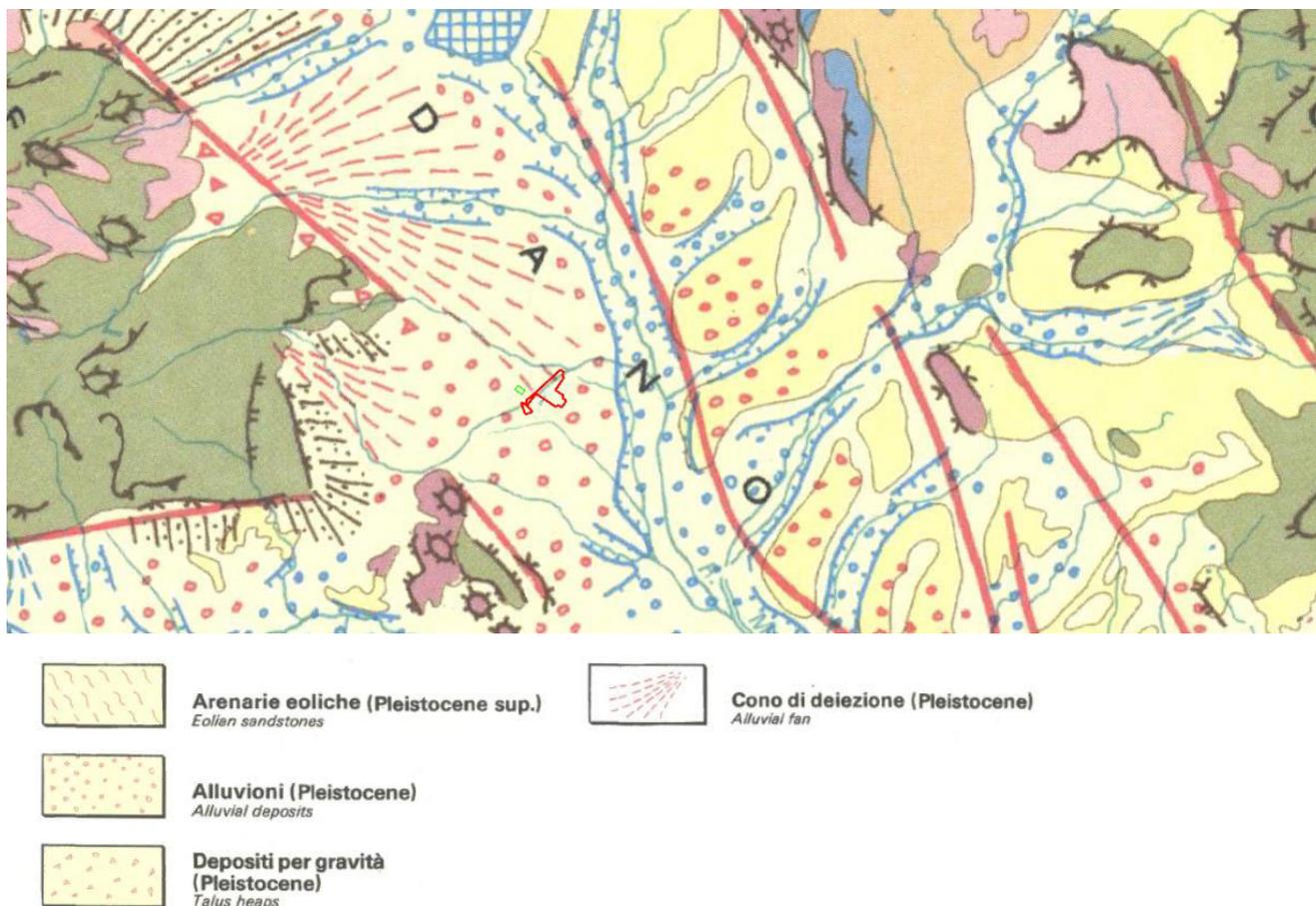


Figura 4-3 Stralcio carta geomorfologica della Sardegna

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

L'area di progetto è inserita nella piana del campidano, contesto geomorfologico prettamente sub pianeggiante e dominato da dinamiche fluviali. Durante le piogge, le basse pendenze combinate alla presenza di suoli a bassa permeabilità, favoriscono la formazione di un velo superficiale d'acqua uniforme, il quale defluendo lentamente lungo le linee di maggior pendenza, asporta il materiale incoerente determinando così la formazione di tanti piccoli rivoli.

Si riporta di seguito un'immagine satellitare presa da Google Earth (data di acquisizione 24/04/2023), in cui sono ben visibili le geomorfologie descritte.



Figura 4-4 Dettaglio morfologie ruscellamento superficiale

## 5. Inquadramento Idrogeologico

### 5.1 Idrografia superficiale

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, ricadente nel territorio comunale di Villasor e Decimoputzu, è inclusa nel Sub – Bacino n°7 Flumendosa-Campidano-Cixerri. Nello specifico è compreso nel sub bacino del Rio Flumini Mannu 041.

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.

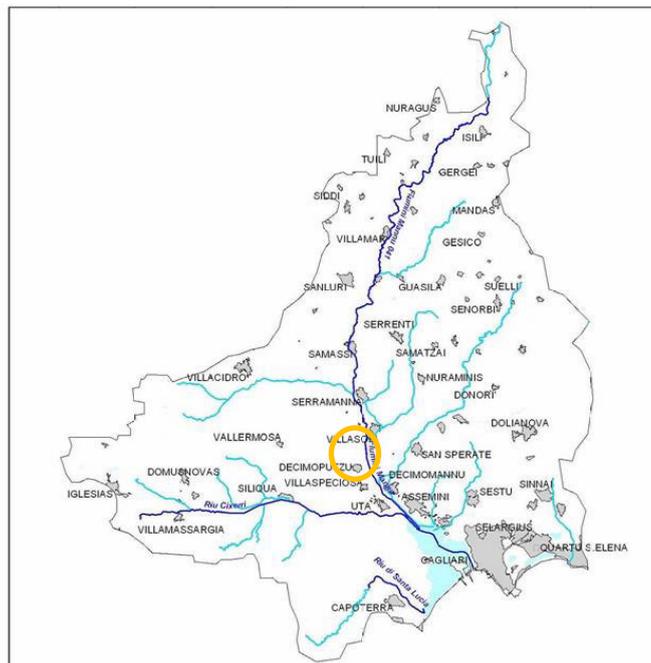


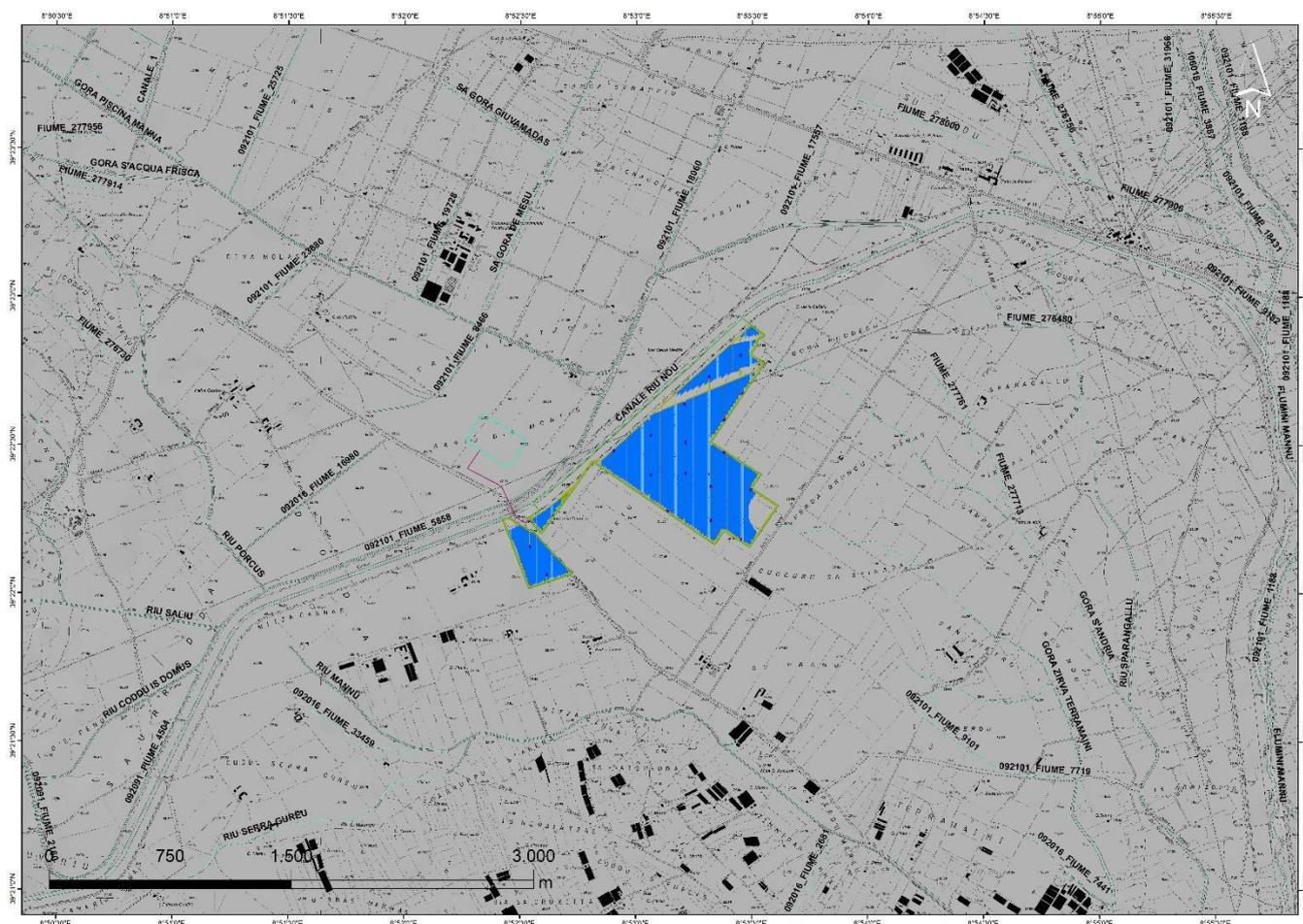
Figura 5-1 Bacino idrografico del Flumini Mannu

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 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.

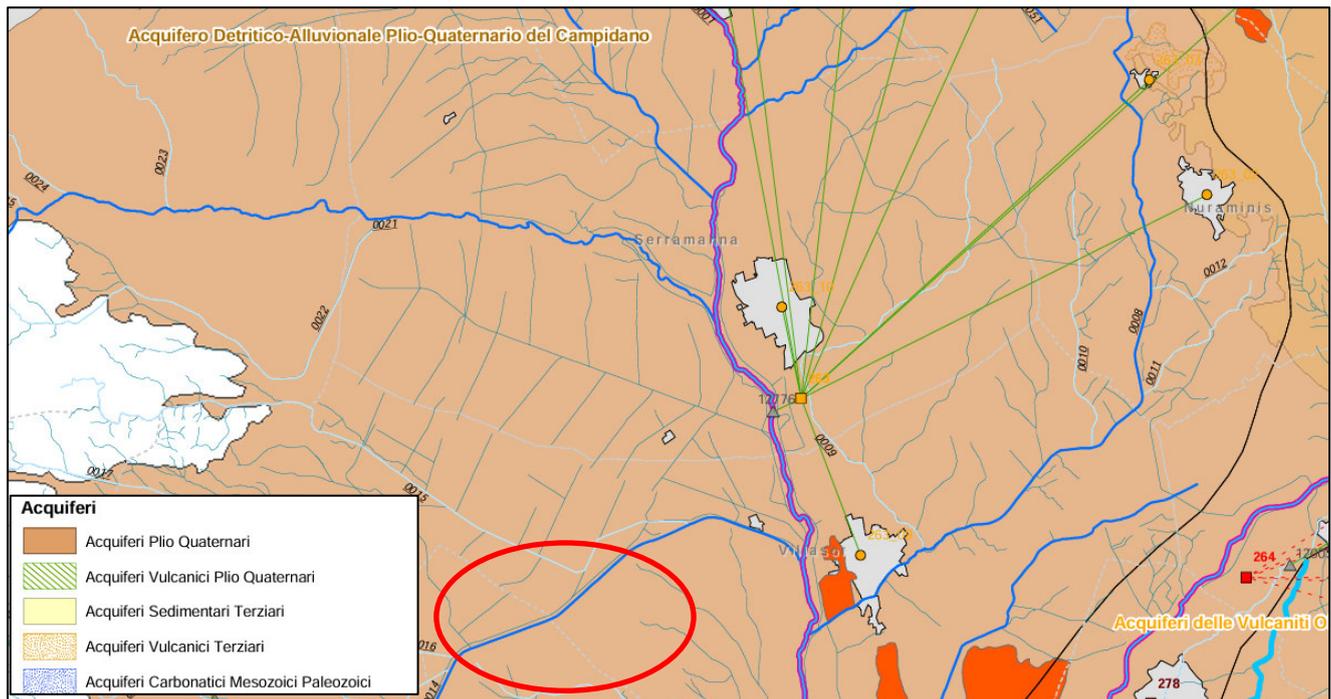
I depositi alluvionali recenti localizzati in prossimità delle aree di confluenza sono prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi, ancora in evoluzione e interessati dai processi di trasporto fluviale. Nel settore prossimo alla foce e prospiciente la laguna di Santa Gilla, l'alveo mostra una sezione progressivamente 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.

L'elemento idrico più prossimo al progetto è il canale Riu Nou, affluente destro del riu Fluminu Mannu. Ad Est dell'area di interesse sono presenti diverse linee di drenaggio superficiale locale individuate nello shapafile elementi idrici della regione. Scorrono con direzione prevalente da NW SE e drenano le acque che ricadono nella porzione topografica compresa tra il canale Riu Nou ed il Flumini Mannu.



## 5.2 Idrografia sotterranea

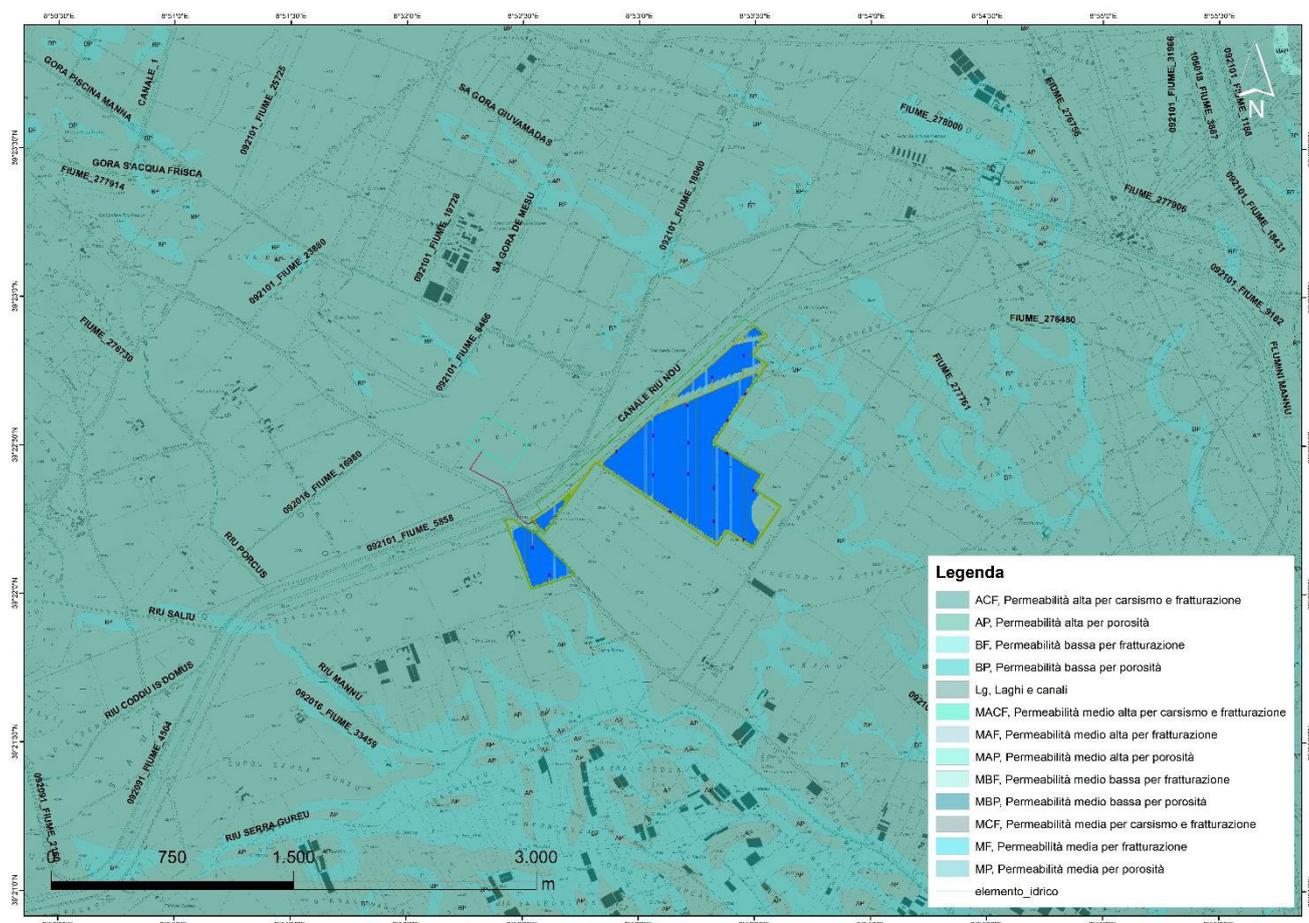
Il progetto ricade all'interno dell'Unità Idrogeologica Omogenea (UIO) del Rio Flumini Mannu – Cixerri, la più estesa tra le UIO individuate con i suoi 3.566 kmq di superficie. Essa comprende, oltre ai bacini principali del Flumini Mannu e del Cixerri, aventi un'estensione rispettivamente di circa 1779,46 e 618,14 kmq, una serie di bacini minori costieri della costa meridionale della Sardegna, che si sviluppano lungo il Golfo di Cagliari, da Capo Spartivento a ovest, a Capo Carbonara, a est.



La litologia interessata dal progetto possiede un tipo di permeabilità di primo grado per porosità. Tuttavia, il grado di permeabilità è funzione della presenza della quantità di materiale argilloso il quale potrebbe essere presente in percentuali variabili sul suolo e in caso di una presenza cospicua in alcune zone si può arrivare anche all'impermeabilità.

Per tale motivo si osservano nella carta delle permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) alcune zone sulle quali la permeabilità è di tipo basso, localizzate nei punti in cui sono presenti meandri abbandonati e/o circolazione idrica superficiale di bassa dinamica la quale favorisce il deposito di materiale fine come limi e argille.

Tuttavia si apprende dalla cartografia che la permeabilità dell'area in studio è prevalentemente alta per porosità **AP**.



Questi depositi di tipo alluvionale, presentano delle intercalazioni di livelli più o meno permeabili, caratteristici di ambienti di sedimentazione fluviale, all'interno dei quali possono individuarsi livelli piezometrici differenti su aree limitate, pertanto in definitiva si può parlare di un acquifero multifalda i quali livelli più profondi sono confinati da orizzonti impermeabili e sono di tipo artesiano. Il più superficiale è verosimilmente di tipo freatico connesso alla rete idrografica e ai regimi pluviometrici.

Essendo stati stabiliti i collegamenti verticali e orizzontali tra i vari livelli si può parlare su scala regionale di un'unica falda multistrato.

Nell'area di Villasor e Decimomannu la falda, che presenta un deflusso generale da NW a SE, ha come basamento impermeabile la formazione di Samassi e le marne mioceniche. Il gradiente idraulico è mediamente dello 0,5 ‰ ma nel settore meridionale diminuisce ulteriormente.

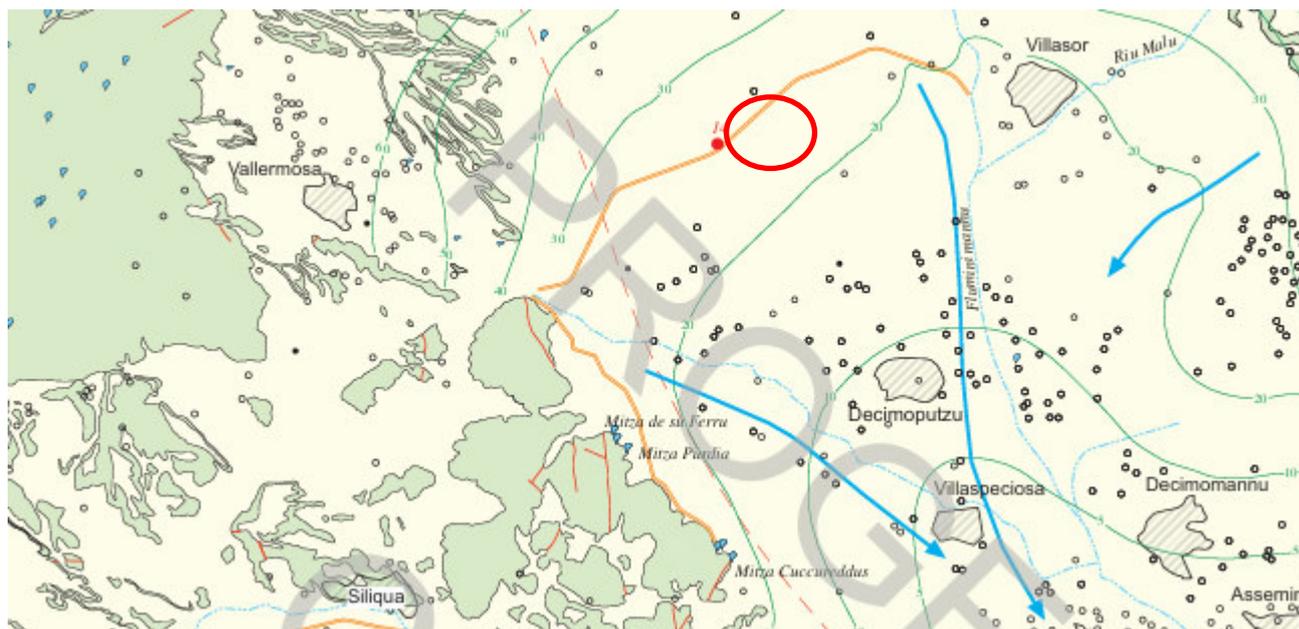


Figura 5-2 Stralcio carta isopiezometriche Foglio Assemini CARG.

L'elemento più rilevante evidenziato dalla carta delle isopiezometriche soprariportata, è la forte concavità verso l'alto delle curve lungo l'asse del rio Flumini Mannu che ne evidenzia la condizione di drenaggio. Si tratta di un acquifero di tipo alluvionale in cui appunto le acque sotterranee alimentano i deflussi superficiali.

In riferimento ai dati di trasmissività e impermeabilità, dalle note illustrative del CARG del foglio assemini, si apprende che nel pozzo n°14, collocato in prossimità dell'area di progetto, i depositi alluvionali ghiaiosi, che appartengono ancora all'area di sedimentazione del Torrente Leni, hanno una permeabilità di  $3 \times 10^{-6}$  m/s che è inferiore a quella delle aree più a S, probabilmente per una maggiore costipazione dei depositi alluvionali e per una maggiore presenza di matrice argillosa (Note illustrative CARG foglio Assemini).

Sono state estrapolate dall'archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (ISPRA) delle schede relative a delle perforazioni effettuate in prossimità dell'area di progetto. Il sondaggio codice 195805, ubicato a circa 200 metri dall'impianto, è stato spinto sin ad una profondità di 95 metri dal piano campagna e riporta una stratigrafia caratterizzata da alternanza di livelli argillosi sabbiosi e ghiaiosi. Su tutta la verticale sono state rinvenute 3 falde impostate sui livelli permeabili. La falda più superficiale è stata rinvenuta da una profondità di 5 metri dal p.c per uno spessore di 0,5 metri.

Sugli altri sondaggi, la falda più superficiale è stata rinvenuta a profondità poco più elevate.



195805		FALDE ACQUIFERE		
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	
1	5,00	5,50	0,50	
2	30,00	31,00	1,00	
3	66,00	67,00	1,00	
MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/1995	5,00	10,00	5,00	3,000

195804		FALDE ACQUIFERE		
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	
1	18,00	18,30	0,30	
2	40,00	40,50	0,50	
POSIZIONE FILTRI				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	50,00	51,00	1,00	110
MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/1989	7,00	50,00	43,00	2,000

183478		<b>FALDE ACQUIFERE</b>		
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	
1	34,00	35,00	1,00	
3	132,00	138,00	6,00	
2	124,00	125,00	1,00	
<b>POSIZIONE FILTRI</b>				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	140,00	140,00	250
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/1996	2,00	20,00	18,00	13,000

## 6. Considerazioni Idrogeologiche

In base alle osservazioni effettuate nei paragrafi precedenti si riportano una serie di considerazioni riguardo l'idrogeologia, idrografia superficiale e possibili interferenze con il suddetto progetto.

Per quanto riguarda la componente idrica superficiale, L'elemento idrico più prossimo al progetto è il canale Riu Nou, affluente destro del riu Fluminu Mannu. Ad Est dell'area di interesse sono presenti diverse linee di drenaggio superficiale locale le quali scorrono con direzione prevalente da NW SE e drenano le acque che ricadono nella porzione topografica compresa tra il canale Riu Nou ed il Flumini Mannu. Durante le piogge intense, le basse pendenze combinate alla presenza di suoli a bassa permeabilità, favoriscono la formazione di un velo superficiale d'acqua uniforme, il quale defluendo lentamente lungo le linee di maggior pendenza, asporta il materiale incoerente determinando così la formazione di tanti piccoli rivoli.

Durante la fase di cantiere verrà individuata un'area circoscritta da adibire alla posa delle attrezzature e materiali e la realizzazione di momentanee trincee drenanti appositamente studiate e dimensionate al fine di una corretta regimazione delle acque superficiali.

In riferimento alle acque sotterranee, substrato costituito da depositi alluvionali terrazzati aventi permeabilità alta/bassa per porosità, sono sede di un acquifero multistrato il quale più

superficiale risulta collocato a profondità tali da non interferire con le opere in progetto. Tale aspetto verrà confermato in sede esecutiva mediante l'esecuzione di pozzetti esplorativi/sondaggi geognostici. In tale fase non si evidenziano possibili interferenze in riferimento alla componente acque sotterranee.

Alla luce di quanto si è osservato dal presente studio, si attesta la compatibilità dell'impianto con la componente idrografica e idrogeologica senza significative alterazioni dell'equilibrio idrogeologico e variazioni dell'assetto idrogeomorfologico del terreno.

***Dott.ssa Geol. Marta Camba***

Firmato digitalmente