

SCALA N.A.	SEDE PROGETTO CAGLIARI		FORMATO A4						
REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO					
00	02/10/2023	Ing. R. Sacconi	Innova ServiceS.r.l Arch. G. R. Porpiglia	DS Italia 14 S.r.l.					
DATA 02/10/2023	TIPO DI EMISSIONE Prima Emissione								
Committente- Sviluppo progetto FV: DS Italia 14 S.r.l. Via del Plebiscito n. 112 - Roma (RM) P.IVA 16380571006 		Studio di progettazione: LA SIA S.p.A. Viale L. Schiavonetti, 28600173-Roma (RM) P.IVA 08207411003 							
PROGETTO Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Bonorva-Mores” della potenza di picco di 36.079,5 kWp e potenza di immissione di 29.830 kW e delle relative opere di connessione alla RTN nei comuni di Bonorva e di Mores (SS)									
TITOLO ELABORATO		RELAZIONE IDROGEOLOGICA							
Coordinamento Progettisti: INNOVA SERVICE S.r.l. Via Santa Margherita, 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaservicecca@pec.it									
GRUPPO DI LAVORO: per INNOVA SERVICE S.r.l. Giorgio Roberto Porpiglia - Architetto Silvio Matta - Ingegnere Elettrico Aurora Melis - Geometra Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico Marta Camba - Geologo					per La SIA S.p.A. Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile Stefano Cherchi - Archeologo Franco Milito - Agronomo Francesco Paolo Pinchera - Biologo Rita Bosi - Dottore Agronomo				
NOME ELABORATO REL_SP_IDRO				REV 00					

Provincia di Sassari

**COMUNE DI
BONORVA-MORES**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO

AGRO-FOTOVOLTAICO

DENOMINATO "BONORVA-MORES"

***IN LOCALITÀ " Ipaduleddas", "Monte Ulumu" e "Chentu Anzones"
nei comuni di Bonorva e di Mores (SS)***

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 Normative di riferimento.....	3
1.2 Bibliografia e studi.....	4
2. Inquadramento Geografico.....	5
3. Inquadramento Climatico	9
3.1 Precipitazioni.....	11
3.2 Temperature	14
4. Inquadramento Geologico e Geomorfologico	17
4.1 Litologie significative all'area di progetto	20
4.2 Tettonica e caratteristiche geostrutturali.....	20
4.3 Geomorfologia significativa al progetto all'area di progetto	22
5. Inquadramento Idrogeologico	24
5.2 Idrografia sotterranea	26
6. Considerazioni Idrogeologiche.....	29

1. PREMESSA

In supporto al progetto per la realizzazione di un impianto Agro - fotovoltaico in località "Ipaduleddas", "Monte Ulumu" e "Chentu Anzones" nei comuni di Bonorva e di Mores (SS), 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 meteoroclimatici
- Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- Piano di Tutela delle Acque
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- SardegnaGeoportale - DTM passo 1 e 10 metri
- SardegnaGeoportale - Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- SardegnaGeoportale - Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000

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

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

2. Inquadramento Geografico

L'impianto in progetto ricade su due territori comunali: Mores e Bonorva. Entrambi sono comuni appartenenti alla provincia di Sassari e pertanto collocati nella Sardegna settentrionale. Mores possiede un'estensione areale di circa 95 Km² mentre Bonorva 149,75 km².

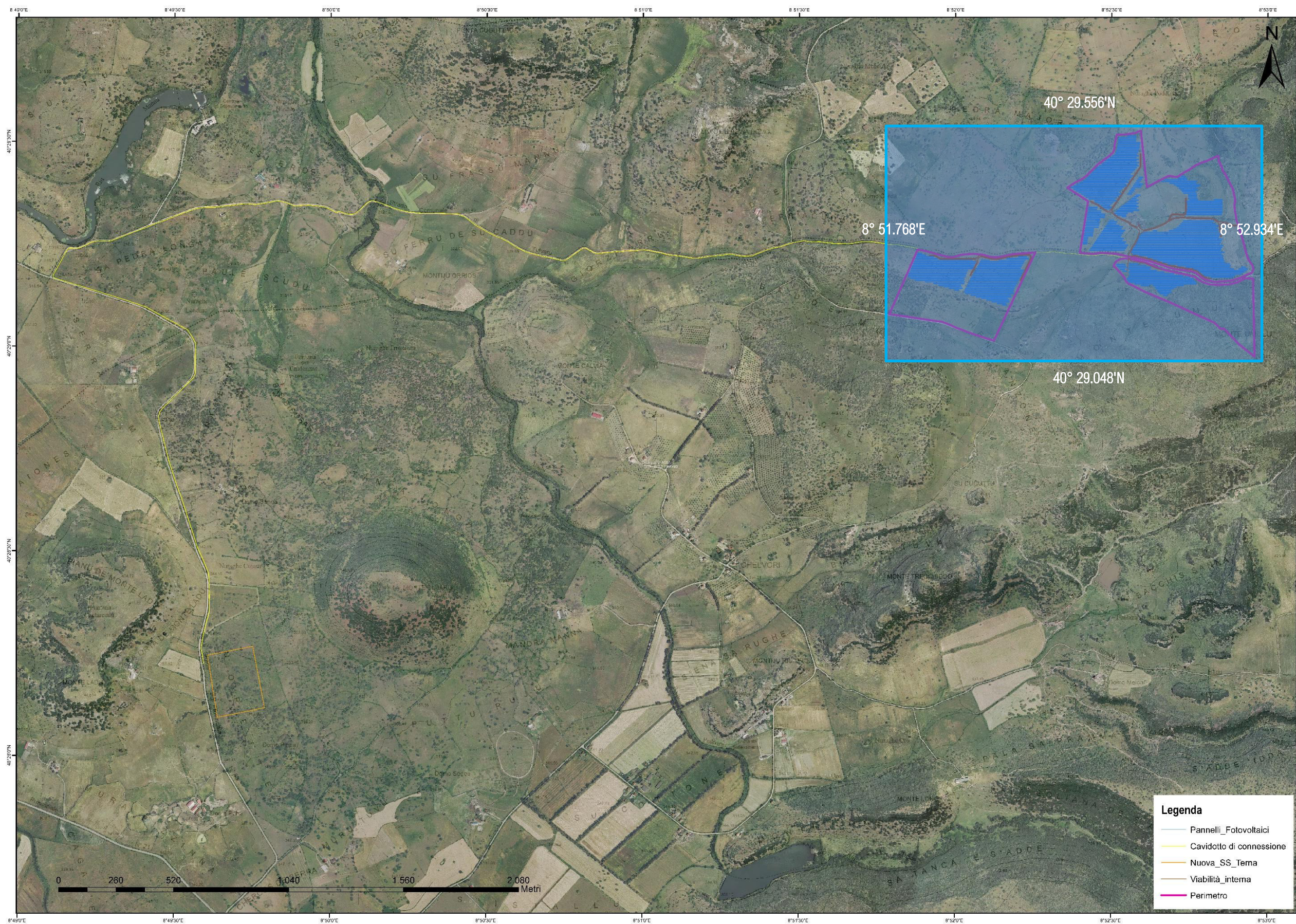


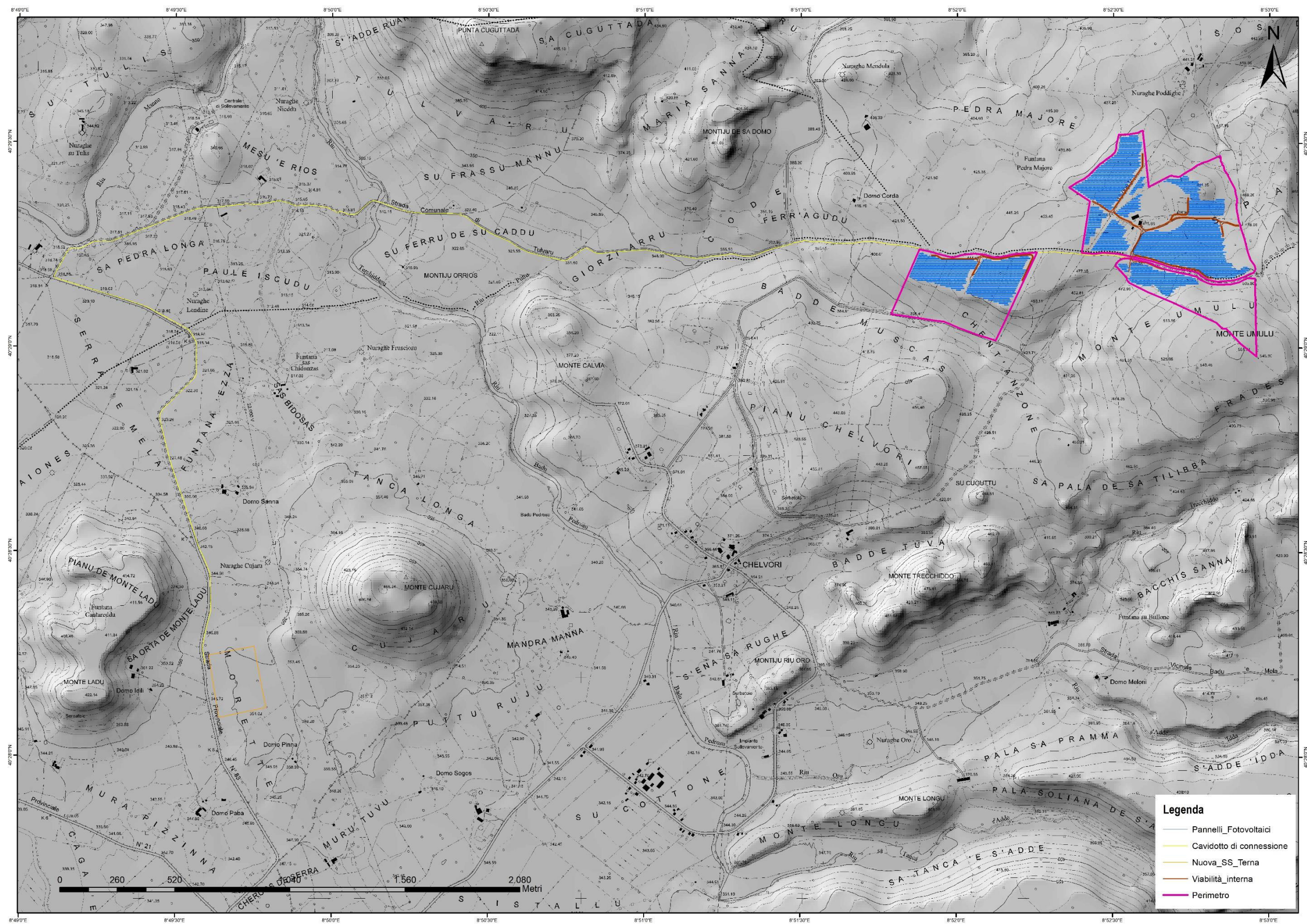
Nello specifico, si riporta l'inquadramento cartografico dell'area oggetto di intervento:

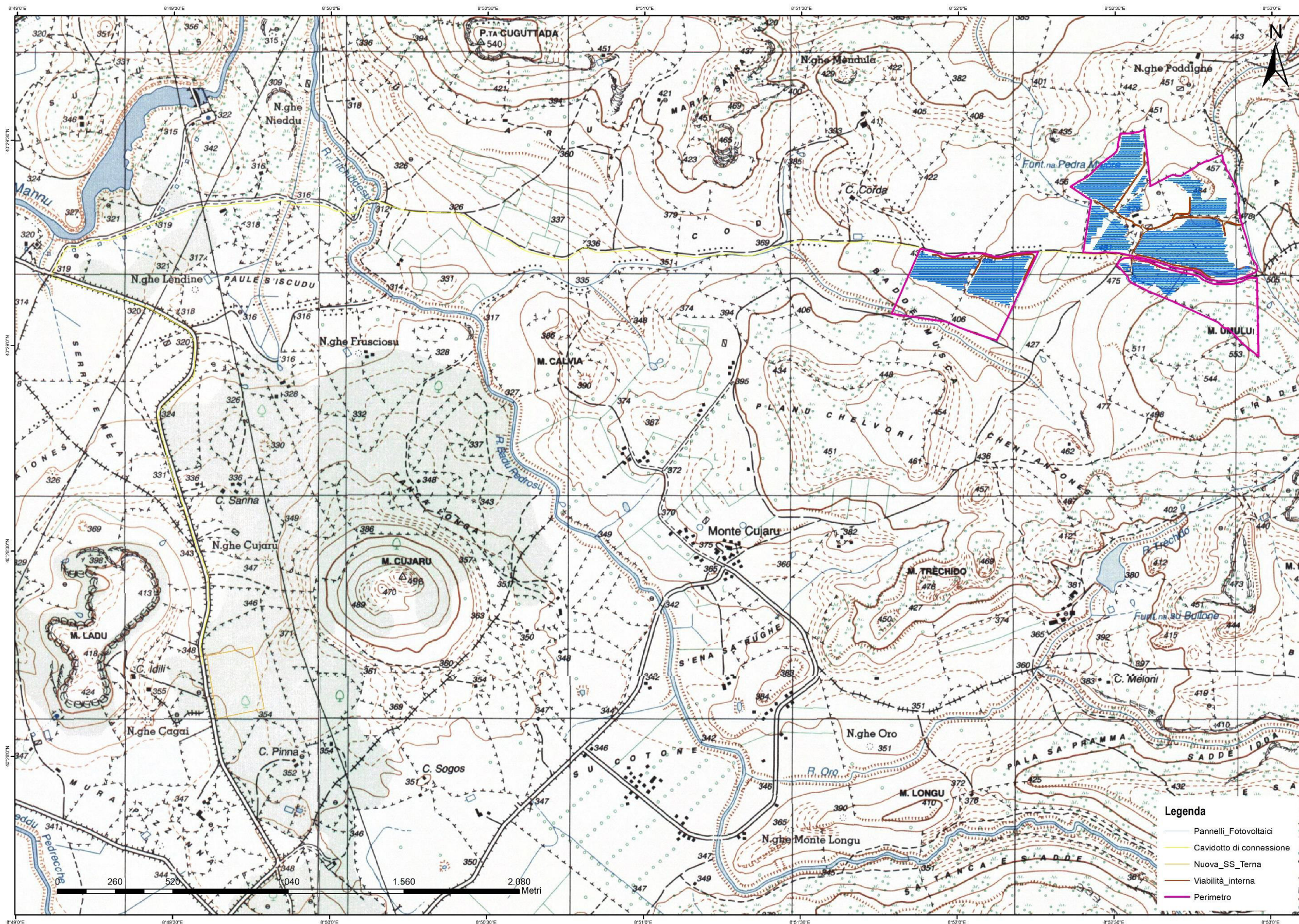
- I.G.M. Serie 25 foglio 480 II "Foresta di Burgos"
- CTR – scala 1:10000 – sez. **480110** "Umulu";
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – foglio **193** "Bonorva"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:50.000 – foglio **480** "Bonorva"

Le coordinate WGS84 dell'area interessata dal progetto:

Latitudine Nord	Latitudine Sud	Longitudine Ovest	Longitudine Est
40° 29.556'N	40° 29.048'N	8° 51.768'E	8° 52.934'E







3. Inquadramento Climatico

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 nei paragrafi seguenti, 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. 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

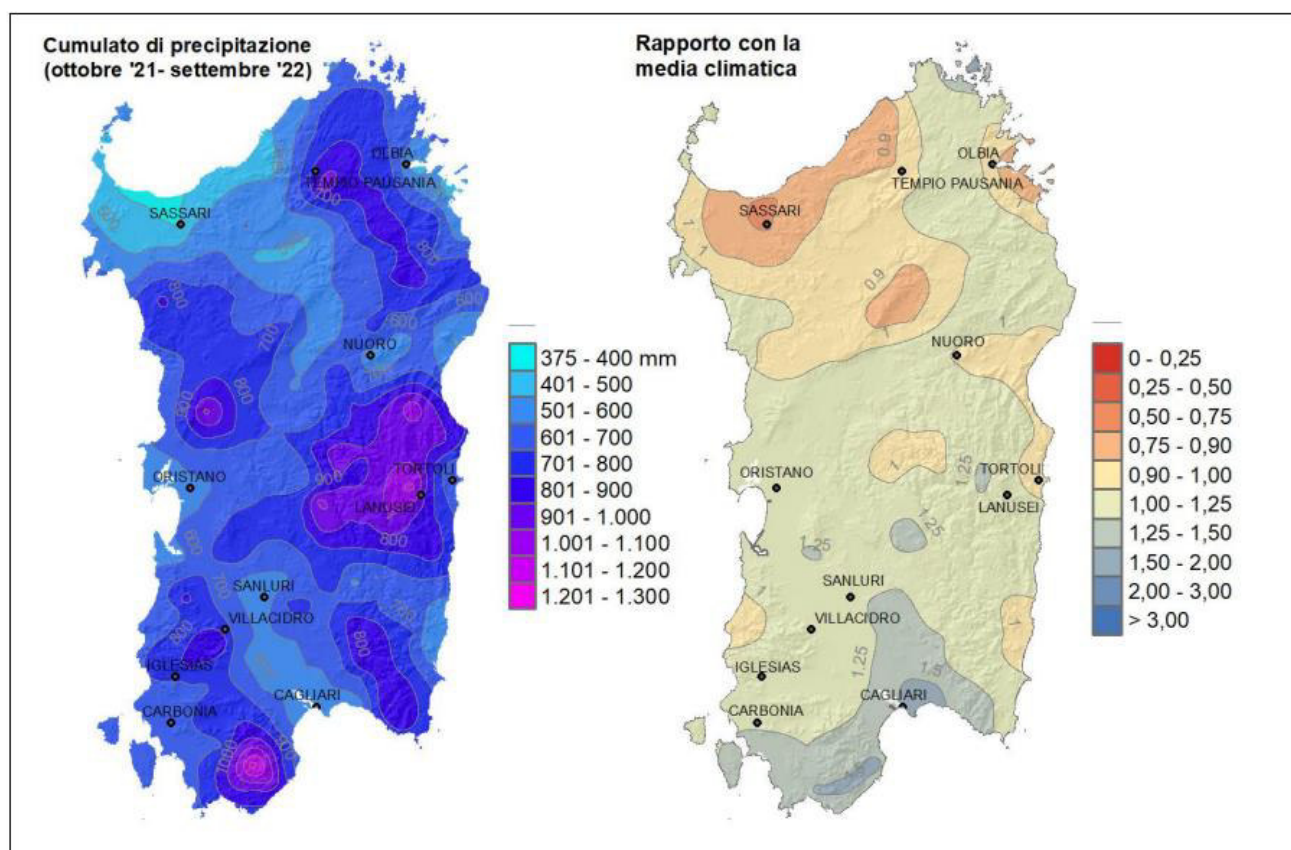


Figura 3-1 : Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2021 a settembre 2022

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.

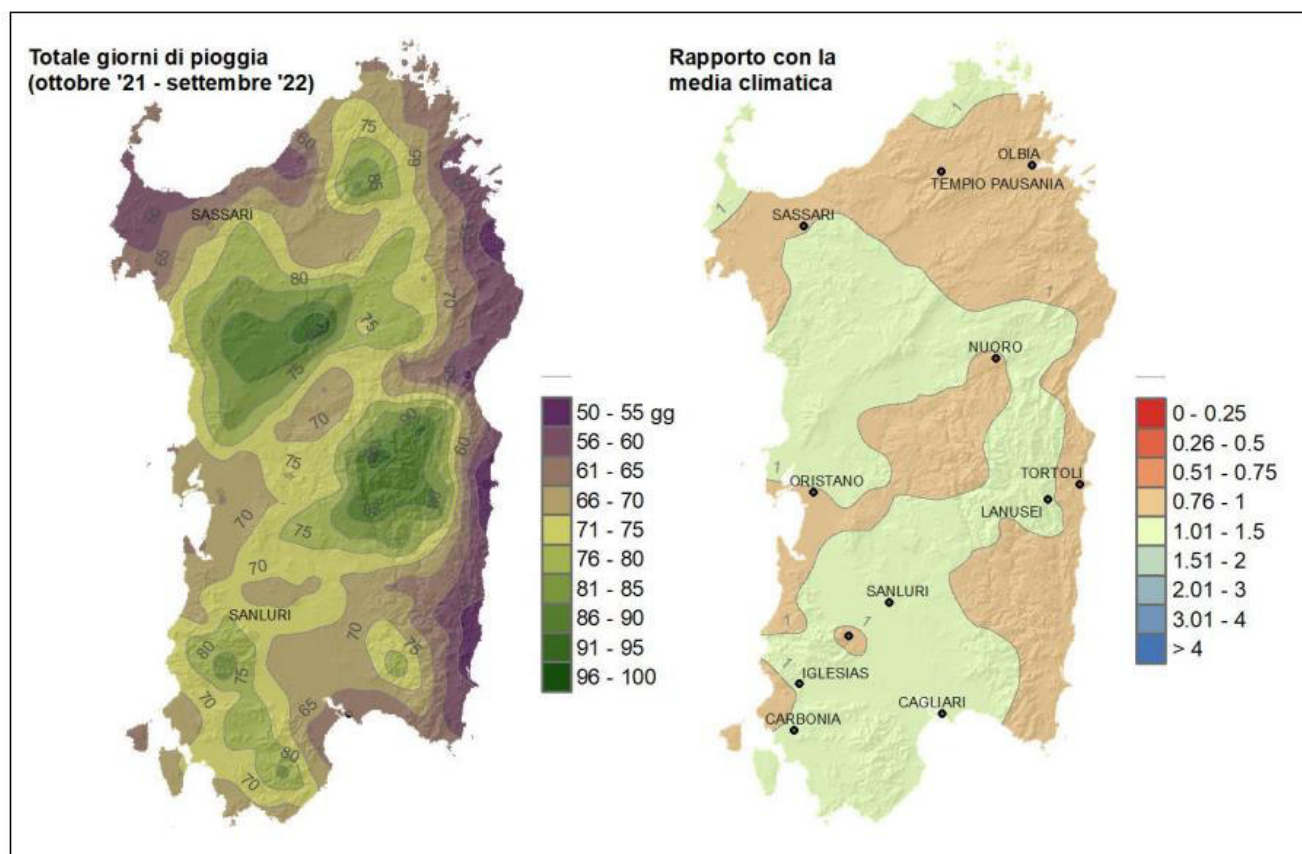


Figura 3-2 Numero di giorni piovosi da ottobre 2021 a aprile 2022 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica

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

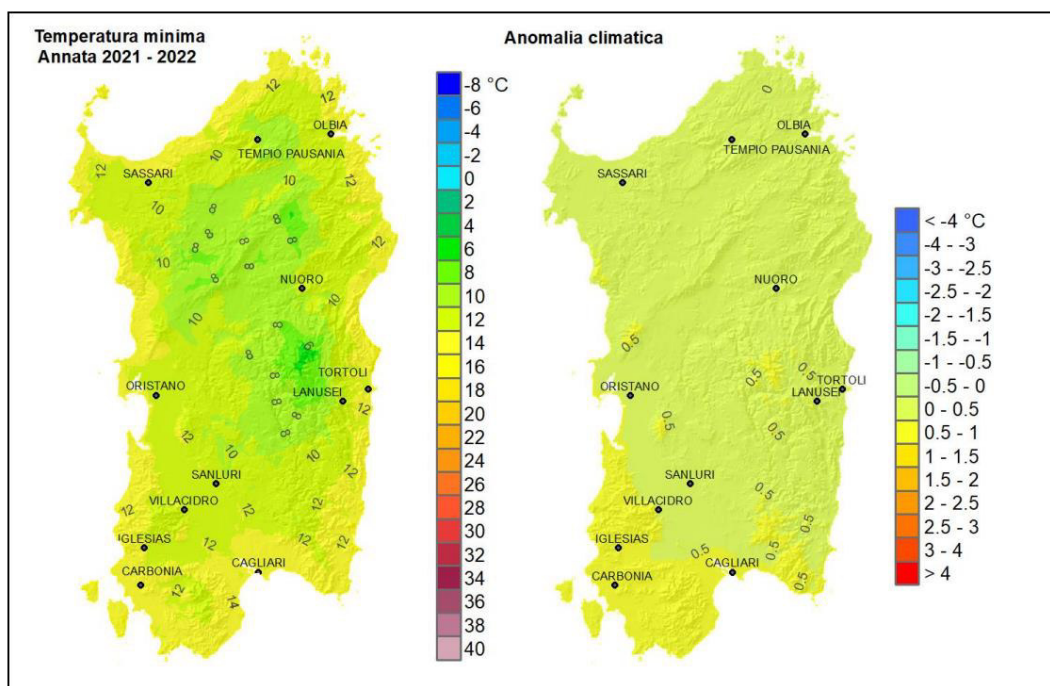


Figura 3-3 Media annuale delle temperature minime 2021-2022

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.

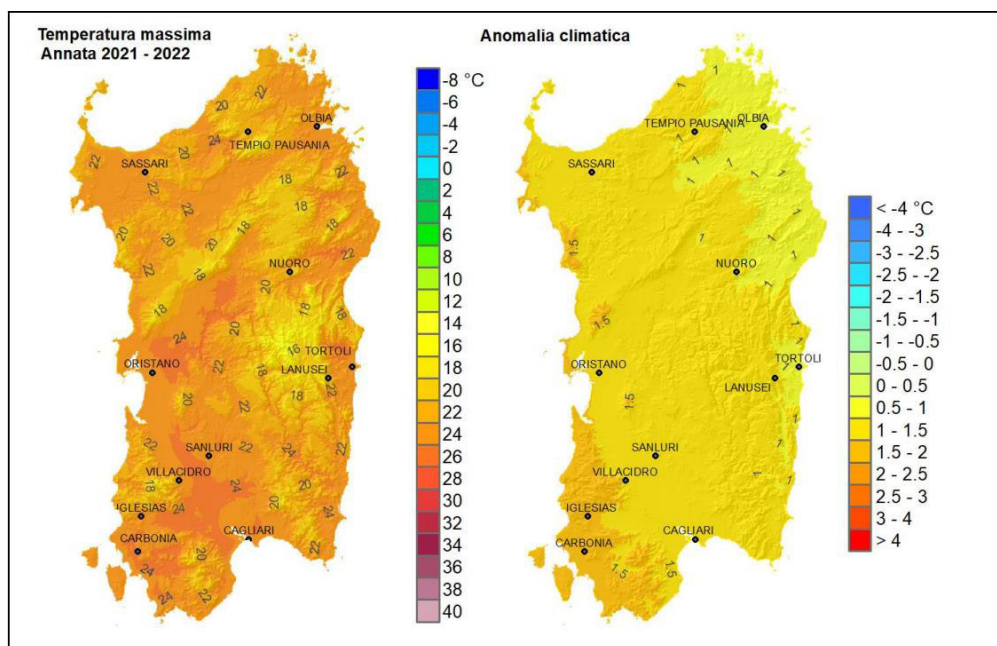


Figura 3-4 Media annuale delle temperature massime 2021-2022

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 $+1.5\text{ }^\circ\text{C}$.

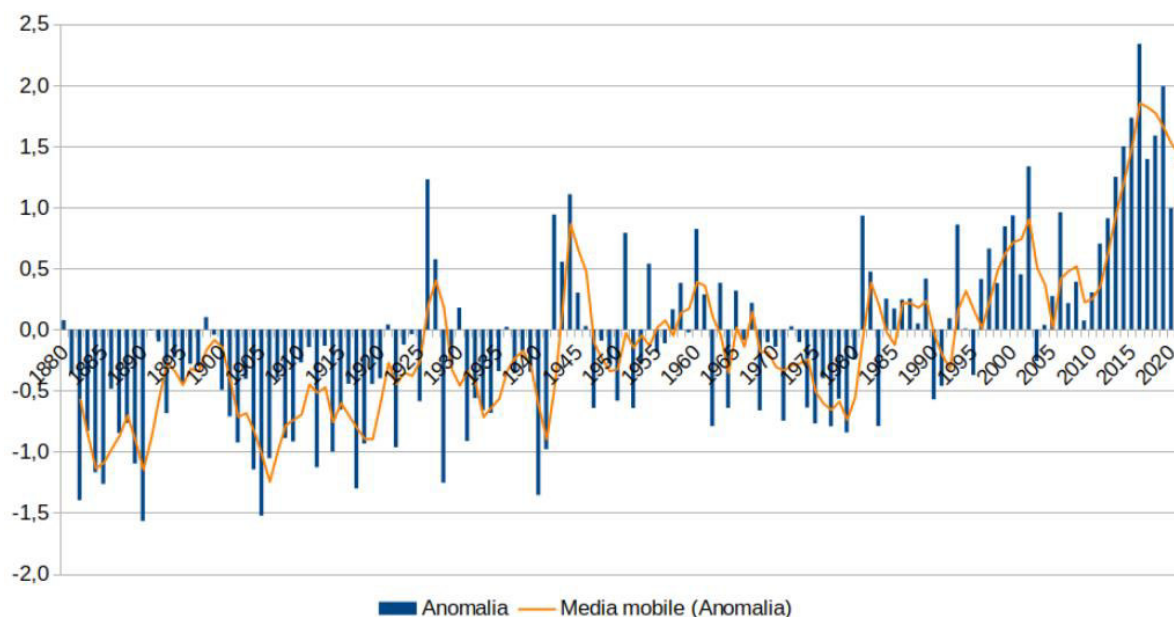


Figura 3-5 Anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 rispetto alla climatologia

4. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

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

b_Depositi alluvionali. OLOCENE

b2_Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

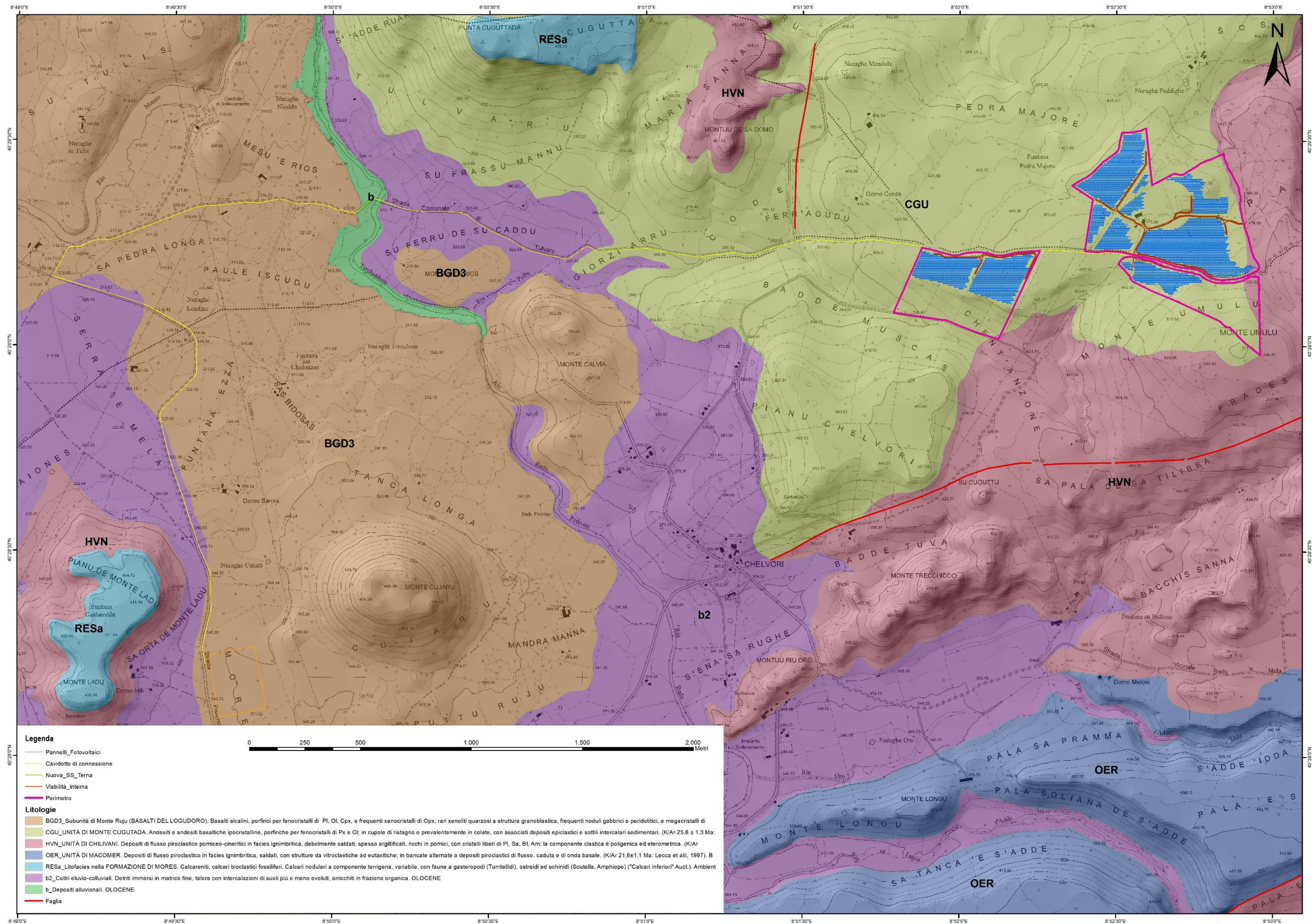
RESa_Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.).

OER_UNITÀ DI MACOMER. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, saldati, con strutture da vitroclastiche ad eutaxitiche; in bancate alternate a depositi piroclastici di flusso, caduta e di onda basale. (K/Ar $21,6 \pm 1,1$ Ma: Lecca et alii, 1997).

HVN_UNITÀ DI CHILIVANI. Depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritici in facies ignimbratica, debolmente saldati, spesso argillificati, ricchi in pomici, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Am; la componente clastica è poligenica ed eterometrica.

CGU_UNITÀ DI MONTE CUGUTADA. Andesiti e andesiti basaltiche ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Px e Ol; in cupole di ristagno e prevalentemente in colate, con associati depositi epiclastici e sottili intercalari sedimentari.

BGD3_Subunità di Monte Ruju (BASALTI DEL LOGUDORO). Basalti alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, e frequenti xenocristalli di Opx; rari xenoliti quarzosi a struttura granoblastica, frequenti noduli gabbrici e peridotitici.



4.1 Litologie significative all'area di progetto

Nello specifico, le litologie interessate dal progetto sono le seguenti:

Nello specifico, la litologia interessata dal progetto è la seguente:

CGU,.UNITÀ DI MONTE CUGUTADA.: Andesiti e andesiti basaltiche ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Px e Ol; in cupole di ristagno e prevalentemente in colate, con associati depositi epiclastici e sottili intercalari sedimentari.

Le andesiti basali affiorano nella zona di Monte Cuguttada e costituiscono la culminazione di un horst block che separa i due sub-bacini. L'attribuzione delle unità andesitiche alla parte basale della successione vulcanica deriva, oltre che dall'età radiometrica, dall'assetto generale delle due unità lungo il versante orientale di Monte Cuguttada. I prodotti iniziali dell'attività vulcanica sono rappresentati da andesiti e andesiti-basaltiche in cupole di ristagno che si caratterizzano per la presenza di laminazioni di flusso, con giaciture variabili da orizzontali a sub-verticali e fratture concentriche e/o radiali; localmente si osservano strutture autoclastiche. L'attività prosegue con l'emissione di numerosi flussi lavici che danno luogo ad una successione di colate, la cui potenza media è di 3 m circa. Le singole colate sono facilmente individuabili, sia per la presenza di porzioni autoclastiche al letto e al tetto, che per livelli epiclastici intercalati. In particolare, in località Planu Chelvori, in prossimità dell'area di progetto, le colate poggiano su un'alternanza di livelli epiclastici, a clasti centimetrici poco elaborati di composizione «andesitica» e a frammenti di cristalli cementati da analcime (A.SAU, L.LECCA, R.LONIS, F.SECCHI, M.L FERCIA, 2005)

4.2 Tettonica e caratteristiche geostrutturali

Dal punto di vista strutturale, l'area in esame è caratterizzata da un sistema di faglie che delimitano un ampio e composito semi-graben sopra un blocco che si estende dal Marghine fino al Logudoro, inclinato verso NW. Il blocco è costituito dal basamento paleozoico, dalle andesiti e da sovrastanti ignimbriti lapidee (WI). In questo semi-graben si accumulano piroclastiti tardive, sedimenti lacustri, conglomerati fluviali e sedimenti marini.

Verso ovest questo ampio semi-graben è limitato da una faglia circa NNW-SSE che si riconosce in modo discontinuo e che costituisce la transizione al M. Frusciu M. Traessu e al dominio del blocco di Montresta.

Come suggerito dallo spessore e dalla diversa distribuzione delle unità vulcaniche cartografate, l'area descritta è suddivisa in due sub-strutture di tipo semi-graben (il bacino di Chilivani-Ardara e quello di Bonorva) limitati dalle master faults e dalle rampe dei tilted blocks.

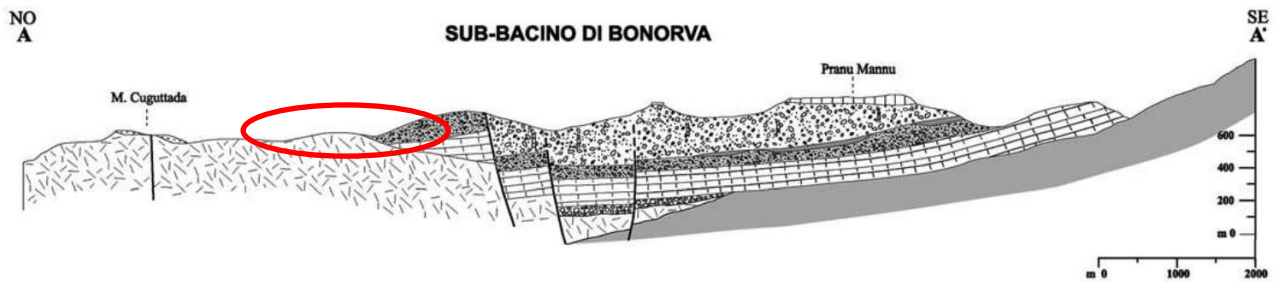
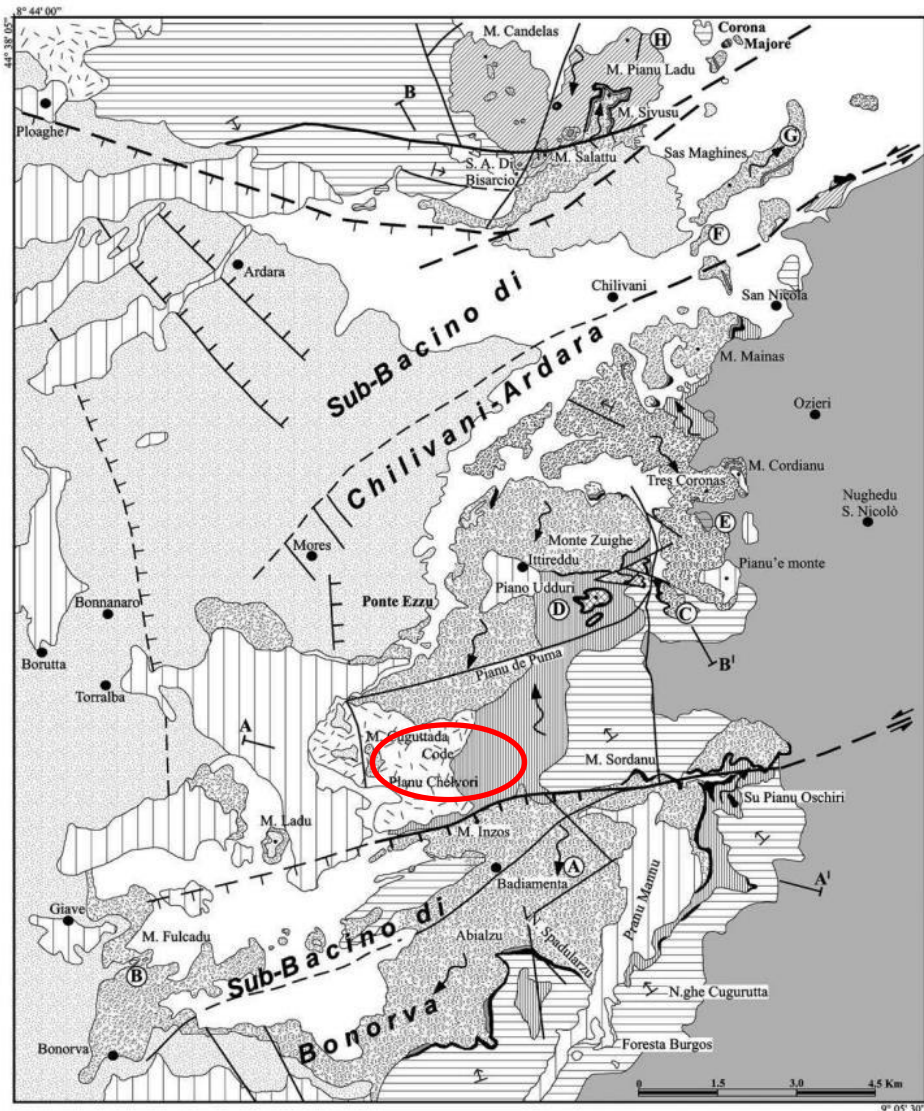




Figura 4-1 Sezioni geologiche schematiche dei sub-bacini di Chilivani-Ardara e Bonorva. Ubicazione in fig. 3. (1) Vulcaniti del ciclo anorogenico Plio-Quaternario; 2-9: ciclo vulcanico e sedimentario Oligo-miocenico: (2) coperture sedimentarie prevalentemente deltaico-marine postvulcaniche (Burdigaliano sup.-Langhiano); (3) Unità di Chilivani (CH); (4) Principale livello epiclastici (EVL); (5) Unità di Pianu de Puma (IC) e Pianu Ladu (PL); (6) ignimbriti saldate e reomorfiche (WI); (7) conglomerati fluviali (presunti); (8) domi e colate andesitiche s.l.; (9) basamento paleozoico; (10) faglie

4.3 Geomorfologia significativa al progetto all'area di progetto

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

Le quote più alte più prossime all'area di progetto si raggiungono nel Pianu Bidure (602 metri) Monte Umulu (551 metri) e Punta Cuguttada (550 metri). La circolazione idrica interna è poco sviluppata e non sono evidenti forme derivanti dallo scorrimento superficiale delle acque.

Pianu Bidure è una piana costituita da depositi di flusso piroclastico mentre sul Rilievo di Punta Cuguttada affiorano circoscritti i calcari della formazione di Mores.

Dall'analisi della carta delle pendenze riportata in fig. 4-2 si evince che l'area di progetto possiede una pendenza verso NNO dovuta presumibilmente dalla messa in posto della colata lavica. Tuttavia le aree dove verranno installati i pannelli presentano delle pendenze medie di circa il 6%. La sua esposizione determina un ottimo irraggiamento solare e condizioni di umidità dei suoli conseguentemente basse.

Il substrato roccioso è per lo più affiorante e ne consegue una scarsa frazione di suolo e una vegetazione quasi del tutto rada.

Nonostante la sua conformazione morfologica, l'area in oggetto non ha indizi di franosità censiti dal progetto IFFI (Fig. 4-3)

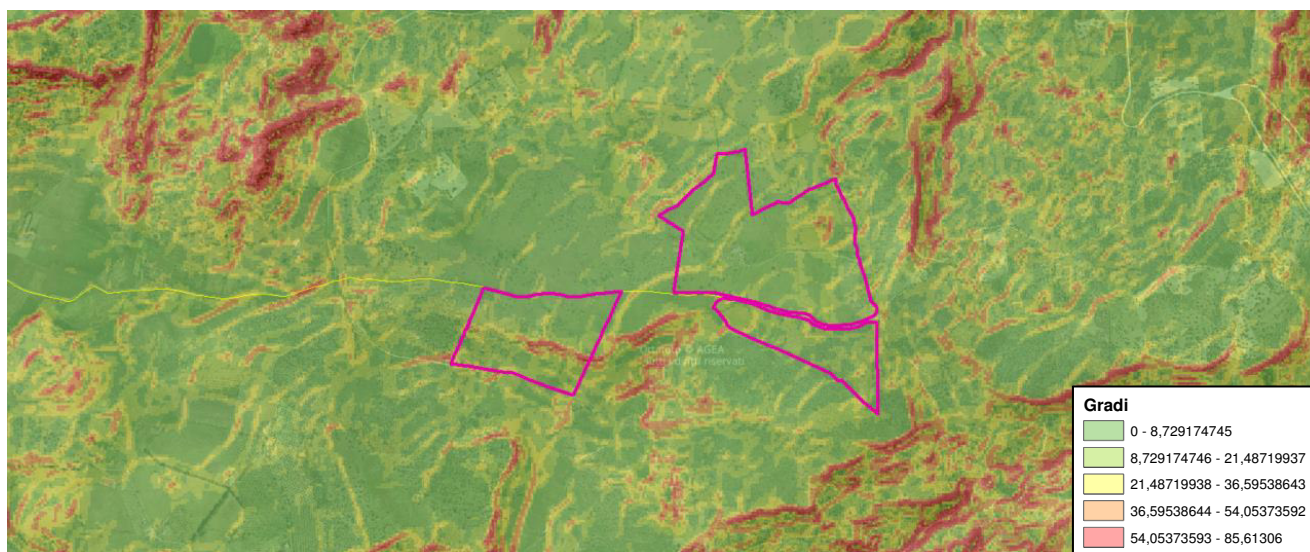


Figura 4-2 Carta delle pendenze

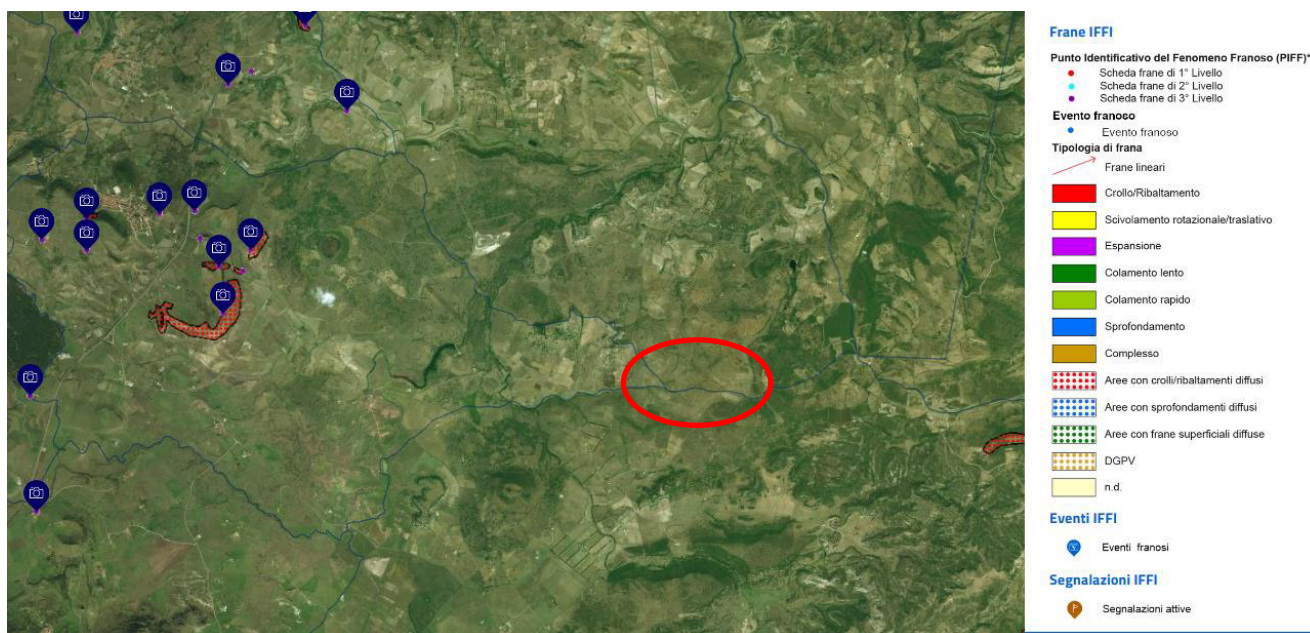


Figura 4-3 Censimento frane_Progetto IFFI (ISPRA)

5. Inquadramento Idrogeologico

Secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, l'area oggetto di studio, ricadente nel territorio comunale di Bonorva e Mores, è inclusa nel Sub – Bacino n°3 Coghinas Mannu Temo.

Il Coghinas è considerato il terzo corso d'acqua della Sardegna dopo Tirso e Flumendosa. Il bacino, con superficie di poco meno di 2500 km², ha una forma vagamente triangolare in cui il basso e medio corso del Coghinas, del riu Mannu di Mores e del riu di Berchidda ne costituiscono le bisettrici, oltre che i principali assi drenanti.

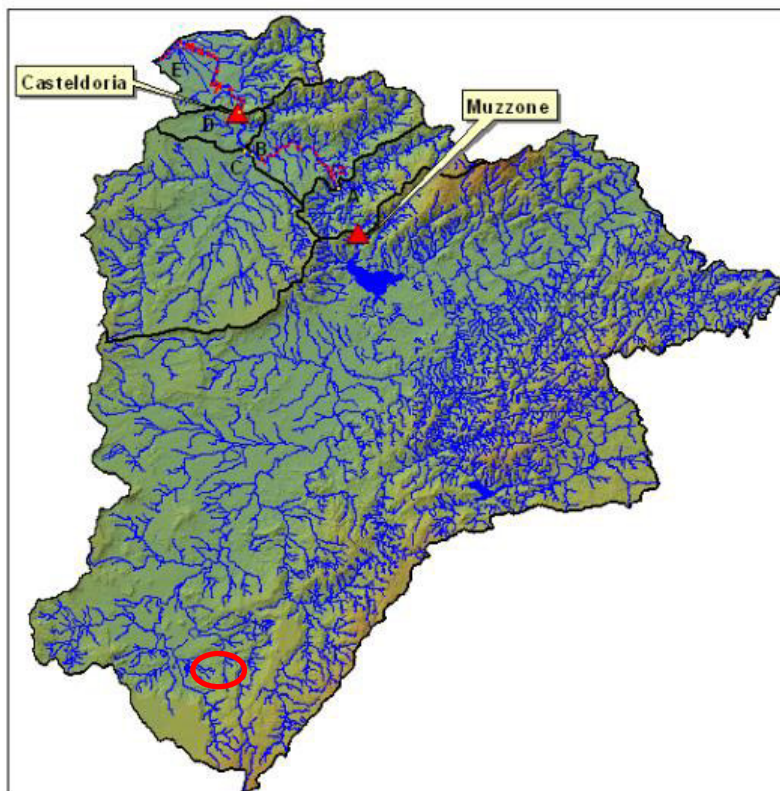


Figura 5-1 Bacino idrografico del Coghinas

Dal punto di vista geologico è possibile distinguere due aree il cui limite segue all'incirca l'asse del basso corso del Coghinas. A Est di tale linea ideale affiorano essenzialmente rocce facenti parte del complesso intrusivo del basamento ercinico, ad Ovest di tale limite sono presenti vulcaniti del ciclo vulcanico Oligo_Miocenico e formazioni sedimentarie mioceniche.

Da un punto di vista strutturale si evidenzia soprattutto una sorta di graben, con asse OSO-ENE, che attraversa l'intero bacino e funge da asse preferenziale per le valli dei due principali immissari del lago del Coghinas, ovvero i riu Mannu - riu Berchidda e riu Mannu di Mores.

Il bacino del Coghinas è un'area caratterizzata dalla presenza di colline e basse montagne, all'interno delle quali vi sono alcune limitate piane alluvionali. La foce avviene in corrispondenza di una piana formata dai depositi alluvionali del Coghinas stesso e chiusa

verso il mare da una duna costiera continua, in parte stabilizzata, ma per lo più ancora attiva, dell'altezza di 15-20 m.

In tale contesto la rete idrografica corre per lo più all'interno di valli incise nel substrato, con la classica sezione a "V", salvo che in corrispondenza delle piane alluvionali interne o costiere, dove le incisioni vallive hanno modo di allargarsi e le aste fluviale possono assumere forme più mature con alvei pluricursali o meandriformi. La pendenza dell'asta fluviale del Coghinas è circa dello 0,25 % nel tratto vallivo di indagine e scende repentinamente allo 0,05% nella piana costiera.

L'area di progetto si inserisce in prossimità dell'estremità su del bacino idrografico del Coghinas. Le acque del settore di interesse drenano verso ovest e vanno ad alimentare il rio Badu Pedrosu il quale scorre tra Pianu Chelvori e Monte Cujaru. Nella tavola sottostante viene messo in evidenza lo schema dell'idrografia locale la quale possiede un pattern di tipo dendritico.

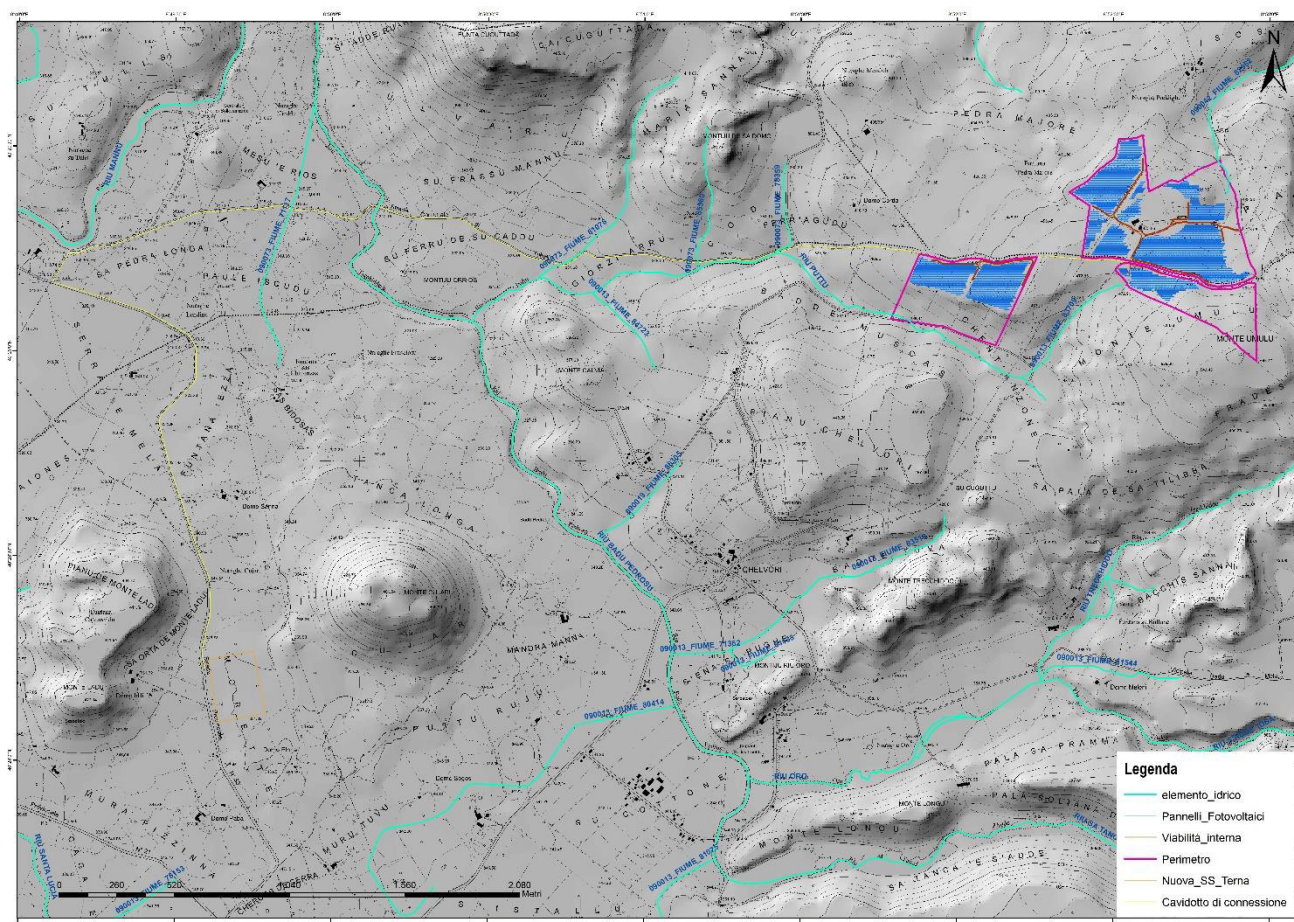


Figura 5-2 Carta dell'idrografia locale

Si riportano nella tabella seguente, per i bacini individuati, le seguenti caratteristiche geografiche, fisiografiche e morfometriche: superficie del bacino S (km²), altitudine massima Hmax (m s.m.), altitudine media Hmedia (m s.m.), altitudine minima (altitudine sezione di chiusura), Hmin (m s.m.), lunghezza dell'asta L (km) e pendenza media dell'asta i (m/m).

5.2 Idrografia sotterranea

L'area interessata dal progetto secondo quanto definito dal PTA (Piano di tutela delle acque) è compresa nell'Unità Idrogeologica Omogenea del Fiume Coghinas la quale possiede un'estensione di circa 2551 Km² ed è delimitata a Sud dalle catene del Marghine e del Goceano, ad Est dai Monti di Alà e dal M.Limbara, ad Ovest dal gruppo montuoso dell'Anglona e a Nord dal Golfo dell'Asinara.

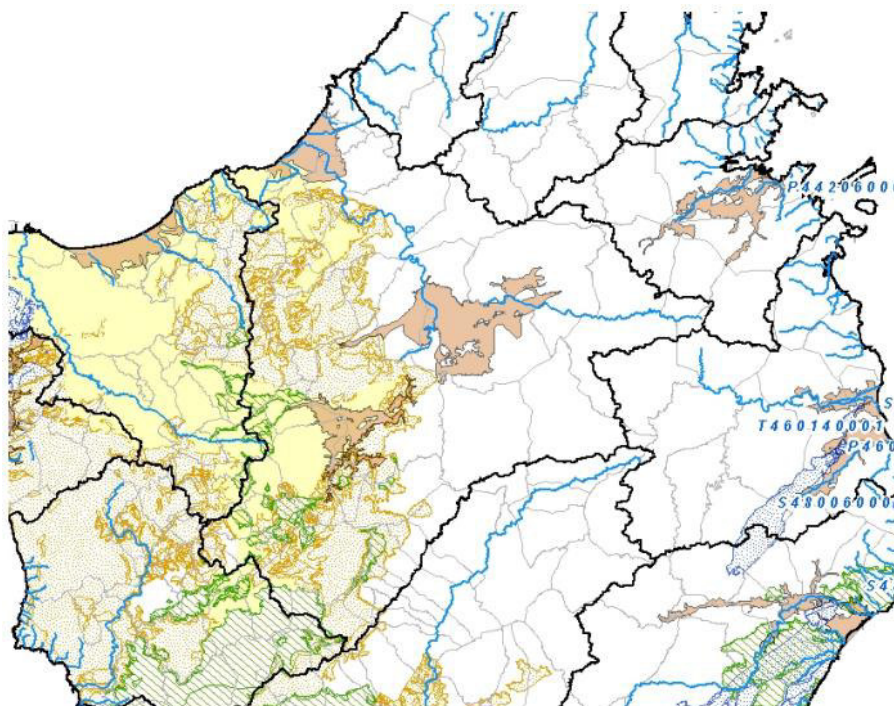
Sulla base del quadro conoscitivo attuale, sono stati individuati, per tutta la Sardegna, 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee.

Di seguito, si riportano gli acquiferi che interessano il territorio della U.I.O. del Coghinas (Figura 1-3).

- Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese
- **Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale**

Permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbrici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici e epiclastici.

- Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro
- Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale
- Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Chilivani-Oschiri
- Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Valledoria



La litologia interessata dal progetto possiede un tipo di permeabilità di secondo grado per fratturazione. 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. Si evince dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) che la permeabilità dell'area in studio è prevalentemente medio bassa per fratturazione **MBF**.

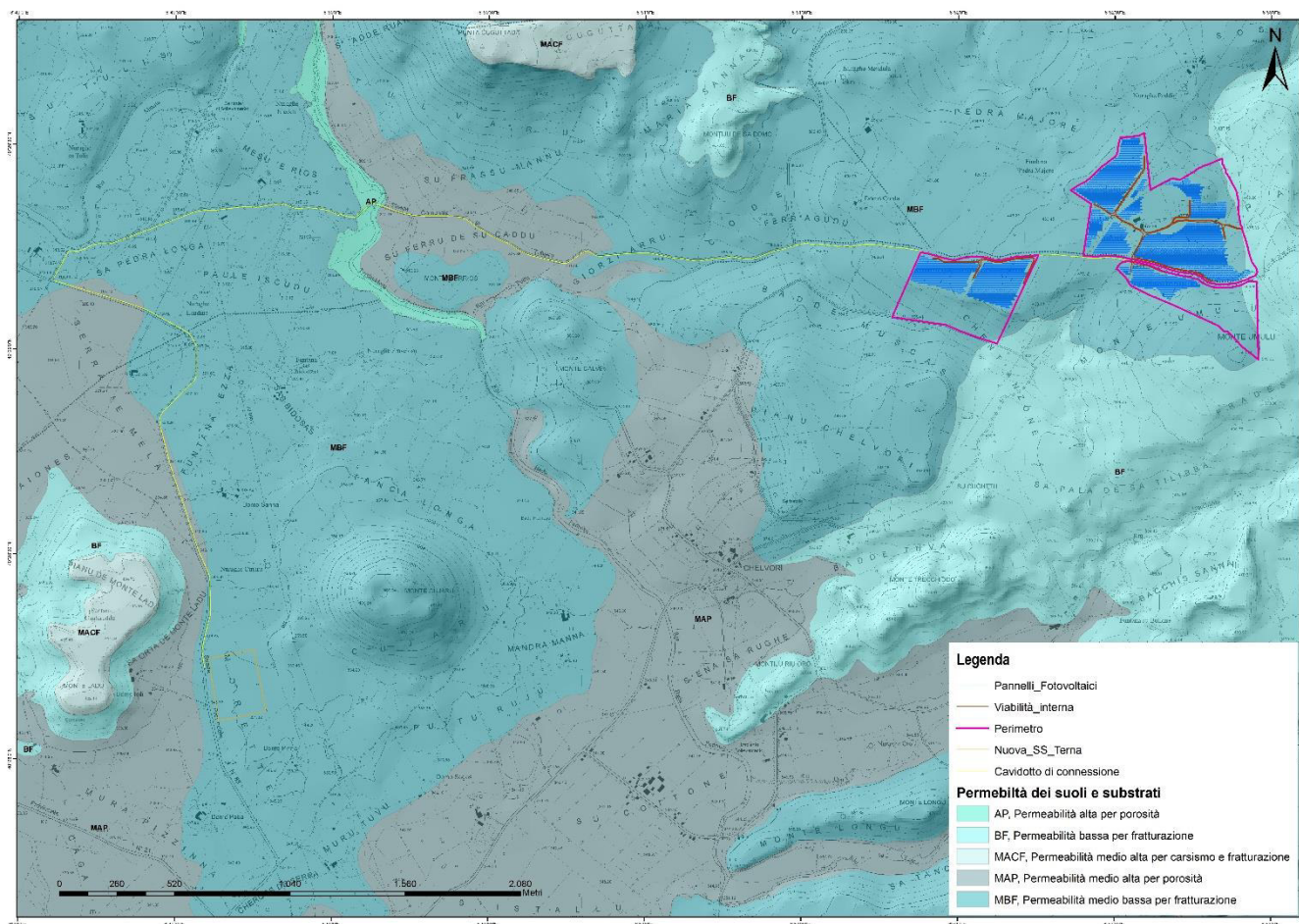


Figura 5-3 Carta delle permeabilità dei suoli e substrati

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'area in cui sorgerà il progetto è collocata in un contesto in cui la circolazione idrica superficiale risulta essere poco sviluppata.

Tuttavia durante la fase di cantiere è prevista, l'individuazione di 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, nell'area in questione il substrato costituito da andesiti basaltiche aventi permeabilità medio bassa per fratturazione, dalle informazioni disponibili non risulta essere sede di acquifero superficiale, pertanto non si evidenziano possibili interferenze in riferimento alla componente acque sotterranee.

Si evince dalla carta della permeabilità dei suoli e dei substrati (RAS) che la permeabilità dell'area in studio è prevalentemente medio bassa per fratturazione

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