

PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE
"OLIO E MIELE GAVINESE"
 da 52,89 MWp - San Gavino Monreale (SU)



MRO1
 PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DEL PROGETTO
 DEL VERDE



Proponente

PACIFICO OSSIDIANA S.R.L.
 Piazza Walter Von Der Vogelweide, 8 - 39100 Bolzano



Investitore agricolo superintensivo

OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.
 Via A. Bertani, 6 - 20154 (MI)



Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasè, Arch. Alessandro Visalli
Coordinamento: Arc. Riccardo Festa
Collaboratori: Urb. Patrizia Ruggiero, Arch. Anna Manzo, Arch. Paola Ferraioli
 Agr. Giuseppe Maria Massa, Agr. Francesco Palombo



AEDES GROUP
 ENGINEERING

Progettazione elettrica e civile

Progettista: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto
Collaboratori: Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini



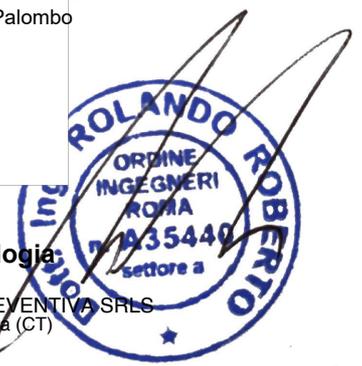
MARE RINNOVABILI

Progettazione oliveto superintensivo

Progettista: Agron. Giuseppe Rutigliano

Consulenza geologia
 Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia
 GEA ARCHEOLOGIA PREVENTIVA SRLS
 Via Ombra, 18 - 95030 Pedara (CT)



	rev	descrizione	formato	elaborazione	controllo	approvazione	
10	2023	00	Prima consegna	A4	Giuseppe Maria Massa	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo Sambiasè
		01					
		02					
		03					
		04					
		05					
		06					
		07					

1. Premessa con intento di sintesi	1
2. Inquadramento territoriale	3
2.1 Area Vasta	3
2.2 Area di sito	9
3. Clima	11
4. Uso agricolo del suolo	17
4.1 Area vasta	17
4.2 Area di sito	21
5. Geo-pedologia	24
5.1 Area Vasta	24
5.2 Area di sito	30
5.3 Capacità di Uso del Suolo	37
6. Idrografia	39
6.1 Area Vasta	39
6.2 Area di sito	41
7. Vegetazione potenziale	43
7.1 Vegetazione area di intervento	45
8. Progetto del verde	46
8.1 Generalità	46
8.2 Impianto di mitigazione	51
8.3 Fascia ripariale	55
9. Oliveto produttivo	60
9.1 Oliveto superintensivo	60
9.2 L'olivicoltura nel Medio Campidano	60
10. Prato e apicoltura	61
10.1 Prato permanente	61
10.2 Apicoltura	63
10.3 Caratteristiche del progetto produttivo	64
11. Conclusioni	66
12. Bibliografia	69

1. PREMESSA CON INTENTO DI SINTESI

Il progetto ambientale mira all'inserimento del parco fotovoltaico sia nel contesto agricolo-paesaggistico che ambientale.

L'idea progettuale è quella di riservare ampi spazi che vadano ad integrarsi con i sistemi naturali presenti e fungano da collegamento tra ambienti adiacenti come "corridoi ecologici", per favorire il trasferimento di micro e macrofauna da un biotopo all'altro, e quindi consolidare il mantenimento e la diffusione delle componenti abiotiche (elementi climatici), merobiotiche (terreno, acqua e loro componenti) e biotiche (forme viventi animali e vegetali) attraverso la realizzazione di *ecotoni*.

La sistemazione a verde intende costituire una copertura vegetale diffusa e variabile, capace di: instaurare l'interconnessione e la cucitura con la componente vegetazionale esterna; rafforzare i punti di contatto tra i vari sistemi quali i corridoi ecologici delle aste fluviali, dei fossi di regimentazione delle acque, del comparto agricolo e del campo fotovoltaico.

Si vuole così perseguire l'obiettivo di aumentare la biodiversità, attraverso la realizzazione di una complessità strutturale ed ecologica che possa autosostenersi nel tempo e continuare a vivere anche oltre la durata dell'impianto fotovoltaico, essendo stata concepita a valle di uno studio di idoneità botanica e fitoclimatica.

Il progetto si inserisce perfettamente nell'ottica del "Green Deal" europeo, la nuova strategia di crescita dell'UE volta ad avviare il percorso di trasformazione dell'Europa in una società a impatto climatico zero, giusta e prospera, dotata di un'economia moderna, competitiva, ed efficiente sotto il profilo delle risorse. Il Green Deal prevede un piano d'azione volto a promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare e a ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento. In particolare, nel maggio 2020 la Commissione europea ha adottato la sua proposta di strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030; l'obiettivo della strategia è riportare la biodiversità in Europa su un percorso di ripresa entro il 2030, con conseguenti benefici per le persone, il clima e il pianeta.

Le azioni previste dalla strategia comprendono il rafforzamento delle zone protette in Europa e il ripristino degli ecosistemi degradati attraverso il potenziamento dell'agricoltura biologica, la riduzione dell'uso e della nocività dei pesticidi (lotta integrata) e il rimboschimento. Gli Stati membri hanno riconosciuto la necessità di intensificare gli sforzi contrastando le cause dirette e indirette della perdita di biodiversità e di risorse naturali, ribadendo la necessità di integrare pienamente gli obiettivi in materia di biodiversità in altri settori, come l'agricoltura, la pesca e la silvicoltura, e di garantire un'attuazione coerente delle misure dell'UE in questi settori. In linea con la Strategia, si ritiene che gli elementi caratteristici del paesaggio siano essenziali per la produzione di una serie di externalità positive, i servizi ecosistemici (es. la fornitura di habitat, il contrasto all'erosione del suolo e l'aumento della fertilità, il miglioramento della qualità dell'acqua e l'aumento della sua quantità, la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici) che sarà possibile a valle di una progettazione e scelta di specie sito-specifica¹.



Figura 1 - Principali Servizi Ecosistemici

-
- ¹ European Commission, Directorate-General for Environment, EU biodiversity strategy for 2030 bringing nature back into our lives, Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>

2.INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 AREA VASTA

L'area di intervento è situata nel territorio comunale di San Gavino Monreale, nella provincia di Sud Sardegna, nella regione Sardegna. La Provincia del Sud Sardegna è ente territoriale di area vasta di recente istituzione, 2016, e il suo territorio coincide con il territorio di un elevato numero di Comuni, 107 per l'esattezza. Il territorio provinciale è poi stato organizzato in zone omogenee nell'ambito territoriale delle soppresses Province di Carbonia Iglesias e Province del Medio Campidano; il Comune di San Gavino Monreale ricade nella zona omogenea della provincia del Medio Campidano. La zona omogenea del Medio Campidano comprende i Comuni di seguito elencati: Arbus, Barumini, Collinas, Furtei, Genuri, Gesturi, Gonnosfanadiga, Guspini, Las Plassas, Lunamatrona, Pabillonis, Pauli Arbarei, Samassi, San Gavino Monreale, Sanluri, Sardara, Segariu, Serramanna, Serrenti, Setzu, Siddi, Tuili, Turri, Ussaramanna, Villacidro, Villamar, Villanovaforru, Villanovafranca. La Provincia del Sud Sardegna si trova nella parte meridionale della regione e confina: a Nord-Ovest con la Provincia di Oristano, a Nord-Est con la Provincia di Nuoro, a Sud con la Città metropolitana di Cagliari, mentre a Est è bagnata dal Mar Tirreno e a Ovest è bagnata dal Mar di Sardegna.

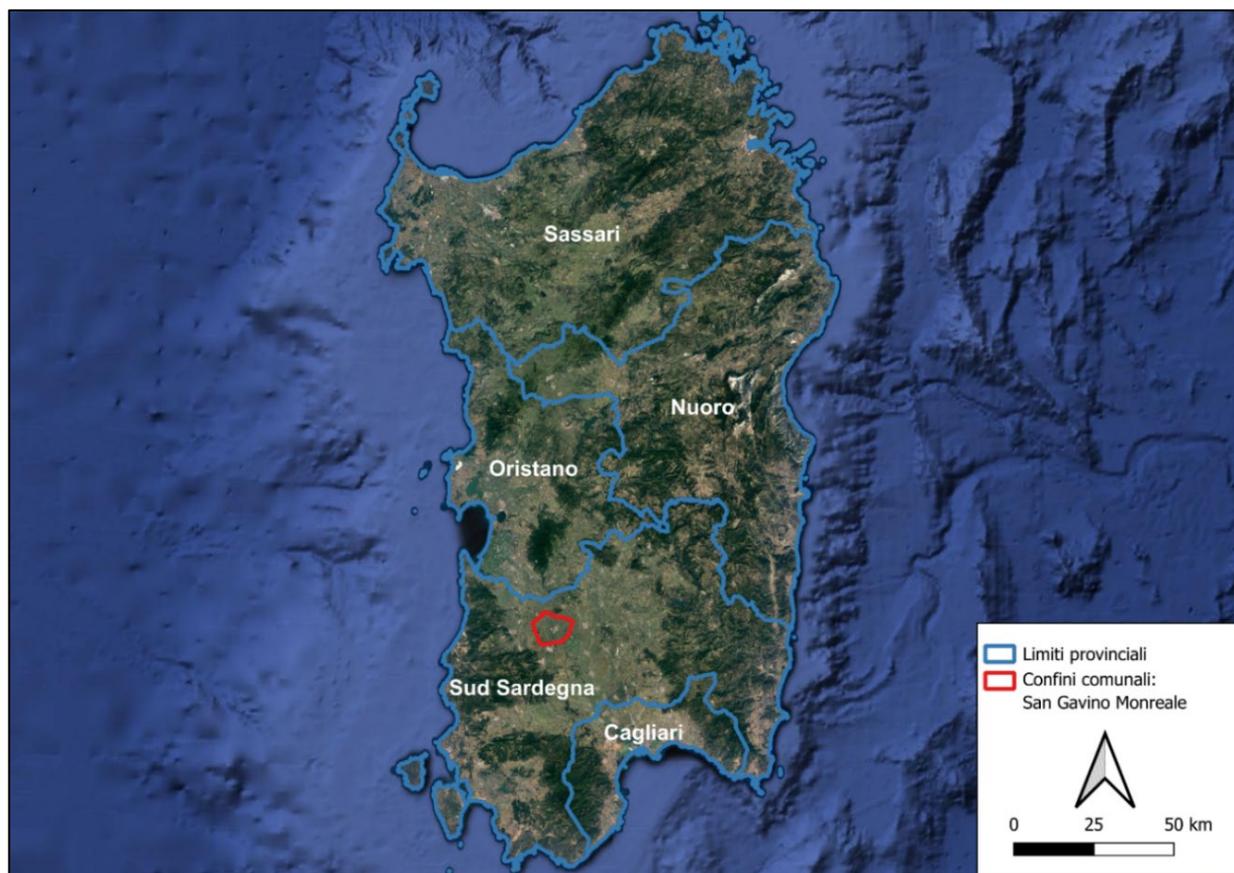


Figura 2 - Inquadramento confini provinciali

Il territorio provinciale del Sud Sardegna con i suoi 6.530 km² è la seconda provincia per estensione della Sardegna, dopo quella di Sassari, e risulta essere l'ottava più estesa in Italia. La popolazione provinciale conta circa 333.621 residenti², e tale numero colloca la provincia in questione al sessantatreesimo posto nazionale delle province più popolate. La media abitante per km² è di 62 residenti, la quinta più bassa d'Italia, e dunque la caratteristica della Provincia del Sud Sardegna è quella di estendersi su un territorio molto vasto, ma scarsamente popolato.

Data la vastità del territorio della Provincia del Sud Sardegna, volendo di seguito evidenziare le peculiarità del quadro territoriale ambientale della Zona agro-ecologica su cui insiste il territorio di San Gavino Monreale, verrà presa in considerazione l'area geografica corrispondente alla Macrozona **"Pianura del Campidano"**, facendo riferimento alla Relazione sul Quadro Territoriale Ambientale (BT02) del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia del Medio Campidano realizzato nel 2012³. I piani della vecchia Provincia del Medio Campidano risultano al momento l'unico documento di pianificazione disponibile per l'area vasta di San Gavino Monreale.

La Macrozona occupa il settore centrale della Zona omogenea del Medio Campidano e corrisponde all'estesa pianura, orientata in direzione NO-SE, che si interpone tra i monti della Macrozona agro-ecologica dell'Arburese-Monte Linas e quella della Marmilla-Treenta. Comprende i territori dei Comuni Sardara, Sanluri, Furti (in minima parte), Serrenti, Serramanna, Samassi, San Gavino Monreale, Pabillonis, Guspini, Gonnosfanadiga e Villacidro.

La Macrozona dove insiste San Gavino Monreale è divisa in due Zone agro-ecologiche, a loro volta divise in più sottozone: l'unità base o primaria di cartografia è costituita dalla "zona agro-ecologica", concepita come "un'area caratterizzata da un ricorrente pattern litologico, morfologico e pedologico legato geneticamente". L'accorpamento di più "Zone agro-ecologiche" forma una "Macro Zona agro-ecologica". Viceversa, la scomposizione di ogni "Zona agro-ecologica" origina "Sottozone agro-ecologiche".

² Bilancio demografico mensile anno 2022 (dati provvisori), demo.istat.it, ISTAT

³http://www.provincia.mediocampidano.it/resources/cms/documents/20120525_PUP_BT02_Relazione_quadro_territoriale_ambientale.pdf

1) Zona Agroecologica Pedemontana

Comprende i bordi occidentali e orientali della pianura del Campidano che raccordano la medesima alle montagne dell'Arburese (ivi compreso il complesso del Monte Lina) e alle colline della Marmilla.

In questa zona agro-ecologica sono distinte altrettante sottozone agro-ecologiche:

a) Sottozona agro-ecologica delle Conoidi coalescenti

Questa sottozona comprende l'estesa banda pedemontana del Campidano occidentale ai piedi del Monte Linas e dei monti dell'Arburese dai quali hanno avuto origine tutta una serie di coni alluvionali. Il più grande di questi coni, per la potenza straordinaria dei depositi, è quello di Villacidro che, con inclinazione verso Est, si estende per circa 4 km in larghezza e 5-6 km in lunghezza. La topografia è caratterizzata da forte convessità e da pendenze variabili tra 5 e 3%. Numerose sono le incisioni che lo solcano, ma il solo corso d'acqua rilevante è il Riu Leni che ha scavato un'ampia valle e si riversa sul Flumini Mannu presso l'abitato di Serramanna. A Nord del cono di Villacidro, a partire dal territorio comunale di Gonnosfanadiga, si susseguono morfologie simili sebbene generate dall'unione di coni di modesta dimensione che ne rende difficile una netta separazione.

Da un punto di vista pedologico si riscontrano suoli policiclici come ben si evince dalla morfologia del profilo che testimonia una genesi esplicatesi in diverse fasi pedoclimatiche anche differenti da quelle attuali. A fasi di *biostasia* durante le quali i processi di alterazione e pedogenesi hanno agito in forma intensa, ne sono seguite altre (*resistasia*) dominate da processi erosivi che hanno troncato o smantellato i suoli formati in precedenza. Attualmente accanto a suoli profondi, ricchi in scheletro e ben drenati, tipici soprattutto della parte apicale del cono di Villacidro, molto vocati per le colture arboree e la agrumicoltura in particolare, se ne incontrano altri e particolarmente tenaci allo stato asciutto con elevate limitazioni d'uso e ristretta gamma delle colture praticabili. In questa sottozona ricadano le aree dei Comuni di Villacidro, Serramanna, Gonnosfanadiga, San Gavino Monreale, Guspini ed un piccolo lembo del Comune di Pabillonis.

b) Sottozona agro-ecologica dei Glacis

Dal termine Glacis (dal francese = "pendio, scarpata") per il quale, in geomorfologia, ci si riferisce ad una superficie debolmente inclinata, di raccordo tra i versanti montuosi e il fondovalle fluviale, formatasi con il deposito di detriti alluvionali. A questi caratteri geomorfologici è ascrivibile la estesa superficie del Campidano di raccordo alla Macrozona agro-ecologica della Marmilla-Trexxenta. La morfologia è caratterizzata da un susseguirsi di deboli rilievi dalle sommità larghe e piane, separati da estese valli, che si protendono con debole inclinazione verso il centro della pianura del Campidano. Le sommità presentano una coltre poco potente di depositi alluvionali, con sensibili tenori di scheletro minuto, che ricoprono il substrato sedimentario costituito prevalentemente da alternanze di marne, arenarie e conglomerati, le quali affiorano lungo i dolci versanti di raccordo ad ampia valle. Queste ultime sono caratterizzate da alluvioni argillose fini e possono raggiungere ampiezze piuttosto consistenti.

Le caratteristiche dei suoli rispecchiano il contesto morfologico prima descritto.

A suoli mediamente profondi nelle sommità dei rilievi, sono associati suoli molto sottili nei versanti molto acclivi, o al contrario di profondità media, laddove le pendenze sono lievi. Nelle valli invece sono presenti suoli molto profondi a tessitura da franca ad argillosa. La dotazione chimica è sempre elevata con eccesso di carbonato di calcio. Soprattutto lungo i versanti si manifestano processi di erosione diffusa favorita anche dalle lavorazioni lungo le linee di massima pendenza.

L'uso prevalente è costituito da seminativi e pascolo e, in subordine, dalla viticoltura e olivicoltura.

c) Sottozona agro-ecologica del rilievo di Monreale

Questa sottozona si riferisce al rilievo di Monreale in Comune di Sardara. Trattasi di un pilastro tettonico paleozoico formato da scisti arenacei, quarziti, argilloscisti molto fissili, talora compatti e resistenti, circondato da terreni paleogenici (terziari) e dai più recenti miocenico-quadernari. Gli scisti sono attraversati da numerosi filoni con direzione variabile, prevalentemente di quarzo spesso mineralizzati a fluorite oggetto di sfruttamento nei tempi passati. Al contatto con gli scisti Paleozoici lungo la vecchia SS 131 ed immediatamente a Sud dell'abitato di Sardara, affiorano arenarie quarzose e conglomerati rossastro-violacei costituiti da clasti di rocce prevalentemente paleozoiche, alternati ad argille siltose ben stratificate. Trattasi di una formazione continentale nota in letteratura come "Formazione del Cixerri". Il rilievo di Monreale è anche conosciuto per la presenza di manifestazioni termali. La sottozona ha scarsa

rilevanza dal punto di vista agricolo in considerazione della sua conformazione morfologica caratterizzata da versanti molto acclivi. Laddove le pendenze si addolciscono in corrispondenza del basso versante, si hanno comunque condizioni favorevoli alle pratiche agricole. Il rilievo è stato oggetto di un rimboschimento.

Zona agroecologica	Sottozona agroecologica	Localizzazione	Uso funzionale	Criticità	Punti di forza	Attitudine
Pedemontana	Conoidi coalescenti	Villacidro, Serramanna, Gonnosfanadiga, San Gavino Monreale, Guspini, Pabillonis	Colture erbacee, Colture arboree, Prot. biodiversità, Prot. idrogeologica, Produzione, Ricreazione, Pascoli/incolti	Vasti tratti con suoli con limitazioni fisicochimiche; Frammentazione fondiaria.	Morfologia sub pianeggiante, Aree con suoli vocati alla arboricoltura, Irrigazione	Agricoltura: prevalentemente colture erbacee e in subordine arboree
Pedemontana	Glacis	Sardara, Sanluri, Serrenti	Colture erbacee	Frammentazione fondiaria	Contesto pedoclimatico; Morfologie sub pianeggiante; Irrigazione	Agricoltura: prevalentemente colture erbacee
Pedemontana	Colline testimone del Rilievo di Monreale	Sardara	Prot. biodiversità; Prot. idrogeologica; Colture erbacee; Produzione; Ricreazione.	Morfologie molto acclivi; suoli sottili	Naturalità; Rilevanza paesaggistica	Protezione biodiversità e idrogeologica; Ecoturismo

Tabella 1 Schema dettagliato per la Zona Agro-Ecologica Pedemontana

2) Zona Agroecologica Della Pianura

Questa zona agro-ecologica occupa il settore centrale del Campidano caratterizzato da morfologia pianeggiante e localmente concava. In essa ricadono aree dei territori dei Comuni di Pabillonis, San Gavino Monreale, Sanluri, Samassi, Serramanna e piccoli lembi di Sardara e Serrenti. In questa zona agro-ecologica sono distinte altrettante sottozone agroecologiche:

a) Sottozona agro-ecologica della Pianura alluvionale

Questa sottozona, proprio nella porzione del Campidano ricadente nella Provincia presenta un lieve dosso, a quote di circa 50-60 m, che funge da linea spartiacque che orienta il drenaggio da un lato a meridione, in direzione del Flumini Mannu di Sammassi-Serramanna, e dall'altro a settentrione, direzione verso la quale si dirigono il Flumini Malu ed il Flumini Bellu che confluiscono, in agro di Pabillonis, a dare origine al Flumini Mannu. Come tutte le grandi piane alluvionali in evoluzione, anche quella del Campidano presenta superfici topograficamente depresse prive di drenaggio naturale dove tendono concentrarsi ed a ristagnare le acque. Solo l'opera dell'uomo, attraverso la realizzazione di drenaggi, ha affrancato queste aree dall'idromorfia

creando così condizioni favorevoli alle pratiche agricole come nel caso dello “stagno di Sanluri” conosciuto anche come “bonifica dell’Opera Nazionale Combattenti”. Altro “stagno” da segnalare è quello di Serrenti, sebbene di dimensioni nettamente inferiori. I depositi superficiali sono composti da alluvioni fini prevalentemente argillose e limose sulle quali si sono sviluppati suoli molto profondi, a tessitura variabile da franca, franco argillosa ed argillosa. Questo contesto morfo-pedologico podologico, grazie anche alla presenza della rete irrigua, ha favorito lo sviluppo dell’agricoltura intensiva tanto da rappresentare una delle aree più produttive dell’intera Sardegna.

b) Sottozona agro-ecologica della Piana del Flumi Mannu

Questa sottozona si riferisce al tratto della piana alluvionale del Flumini Mannu che, a partire dal limite ricadente nella Sottozona agro-ecologica delle Colline, attraversa la Zona Agroecologica della Pianura.

È occupata da suoli molto profondi, moderatamente ben drenati, con tessitura da franca a franco argillosa. La fertilità chimica è elevata come pure la capacità di ritenzione idrica. Sussistono comunque severe limitazioni d’uso a causa del rischio idrogeologico che, in annate particolarmente piovose, è riconducibile all’esonazione dell’omonimo fiume e conseguente compromissione dei raccolti, soprattutto nei territori di Samassi e Serramanna.

Zona agroecologica	Sottozona agroecologica	Localizzazione	Uso funzionale	Criticità	Punti di forza	Attitudine
Pianura	Pianura alluvionale	San Gavino, Pabillonis, Samassi, Serramanna, Serrenti	Colture erbacee	Frammentazione fondiaria.	Contesto pedoclimatico; Morfologie sub pianeggiante; Irrigazione	Agricoltura: prevalentemente colture erbacee (in particolare carciofi, pomodori, foraggere, etc.)
Pianura	Pianura alluvionale Flumini Mannu	Villamar, Furtei, Sanluri, Samassi, Serramanna	Colture erbacee	Rischio di inondazioni che possono compromettere il raccolto	Morfologie pianeggianti, Contesto pedoclimatico con suoli particolarmente fertili	Agricoltura: prevalentemente colture erbacee (in particolare carciofi, pomodori, foraggere, etc.)

Tabella 2 Schema dettagliato per la Zona Agro-Ecologica Pianura

2.2 AREA DI SITO

San Gavino Monreale è un comune italiano di circa 8.033 abitanti⁴ della provincia del Sud Sardegna, la superficie comunale si estende per circa 87,4 km² e confina con i comuni di Gonnosfanadiga (SU), Pabillonis (SU), Sanluri (SU), Sardara (SU) e Villacidro (SU).



Figura 2 - Posizione Comune di San Gavino Monreale rispetto alla Provincia Sud Sardegna

San Gavino Monreale nella classificazione delle zone rurali rientra nelle “Aree rurali intermedie (C)”, secondo la classificazione delle aree rurali proposta dalla Rete Rurale Nazionale 2014-2020, avendo una densità abitativa complessiva inferiore ai 150 ab/km², nello specifico di 92,03 ab/km², ma essendo sede di uno sviluppo intermedio (urbanizzati di collina e di montagna, significativamente e prevalentemente rurali di collina centro-settentrionale, relativamente rurali di montagna).⁵ Il territorio comunale di San Gavino Monreale sorge nel cuore del Medio Campidano ai piedi del castello di Monreale, equidistante sia da Cagliari che da Oristano (circa 55 km).

⁴ Bilancio demografico mensile, Marzo 2023, Istat

⁵ Nota metodologica aree rurali, luglio 2014, Rete Rurale Nazionale 2014-2020, MIPAAF

Si tratta di un importante centro agricolo inserito in un territorio prevalentemente pianeggiante, il centro storico-abitativo si sviluppa ad un'altitudine di 54 m s.l.m. L'area particolarmente fertile e ricca di acqua, presenta un profilo geometrico vario, con differenze di altitudine appena accennate. L'industria è costituita da imprese che operano nel comparto alimentare (lattiero caseario), del vetro, dei materiali da costruzione, dei laterizi, metalmeccanico, della fabbricazione di strumenti ottici fotografici, cantieristico, dei mobili, della gioielleria e oreficeria ed edile. Il terziario si compone di una sufficiente rete distributiva e dell'insieme dei servizi. La buona posizione, nel cuore del Campidano, attira numerosi turisti. Le strutture ricettive sono numerose e il turismo è anche di tipo storico-archeologico e culturale: nel territorio esistono persistono testimonianze prenuragiche, nuragiche, fenicio puniche e romane. Il centro del Comune è attraversato dalla ferrovia Cagliari-Golfo Aranci. Il Comune è ubicato lungo la Strada Statale 197, attraverso la quale è collegata ai centri di Guspini e Sanluri. Altre strade provinciali collegano il paese ai centri di Villacidro, Pabillonis e Sardara. Nel dettaglio l'area d'intervento (in verde in figura 3) è costituita da diversi lotti localizzati nel territorio comunale, tra la SS197 a Nord (Strada Statale di San Gavino e dei Flumini), la SP61 a Est, la SS196 (Strada Statale di Villacidro) a Sud e la SP57 a Ovest (figura 4).



Figura 3 - Inquadramento area di intervento

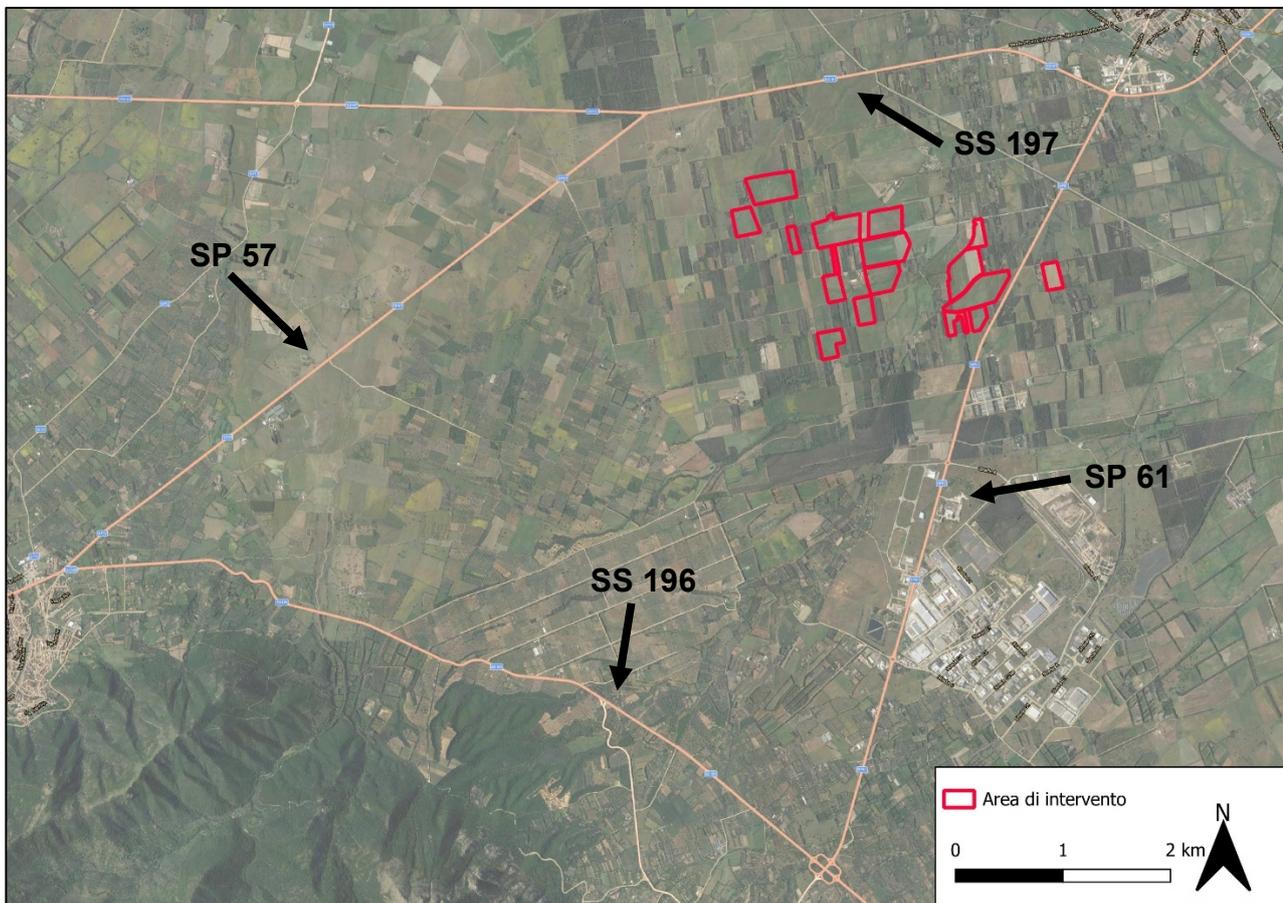


Figura 4 - Inquadramento principali infrastrutture viarie

3. CLIMA

L'indagine meteo-climatica sul Comune di San Gavino Monreale è iniziata con la consultazione della carta fitoclimatica della Regione Sardegna (figura 5). La mappa mostra come quasi tutta la regione possa essere classificata nel Macrobioclina Mediterraneo, ma come anche il clima Temperato e Submediterraneo abbiano una piccola rappresentatività nelle aree più montuose della regione come il Gennargentu, il Limbara e alcune piccole aree nel Goceano. L'interrogazione di tale carta ha riportato come bioclina il numero 6 "termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico attenuato"⁶, alla fascia bioclimatica termomediterranea

-
- ⁶ Canu S., Rosati L., Fiori M., Motroni A., Filigheddu R., Farris E. 2015. Bioclimate map of Sardinia (Italy). Journal of Maps (Taylor and Francis eds.), Volume 11, Issue 5, pages 711-718. - DOI: 10.1080/17445647.2014.988187

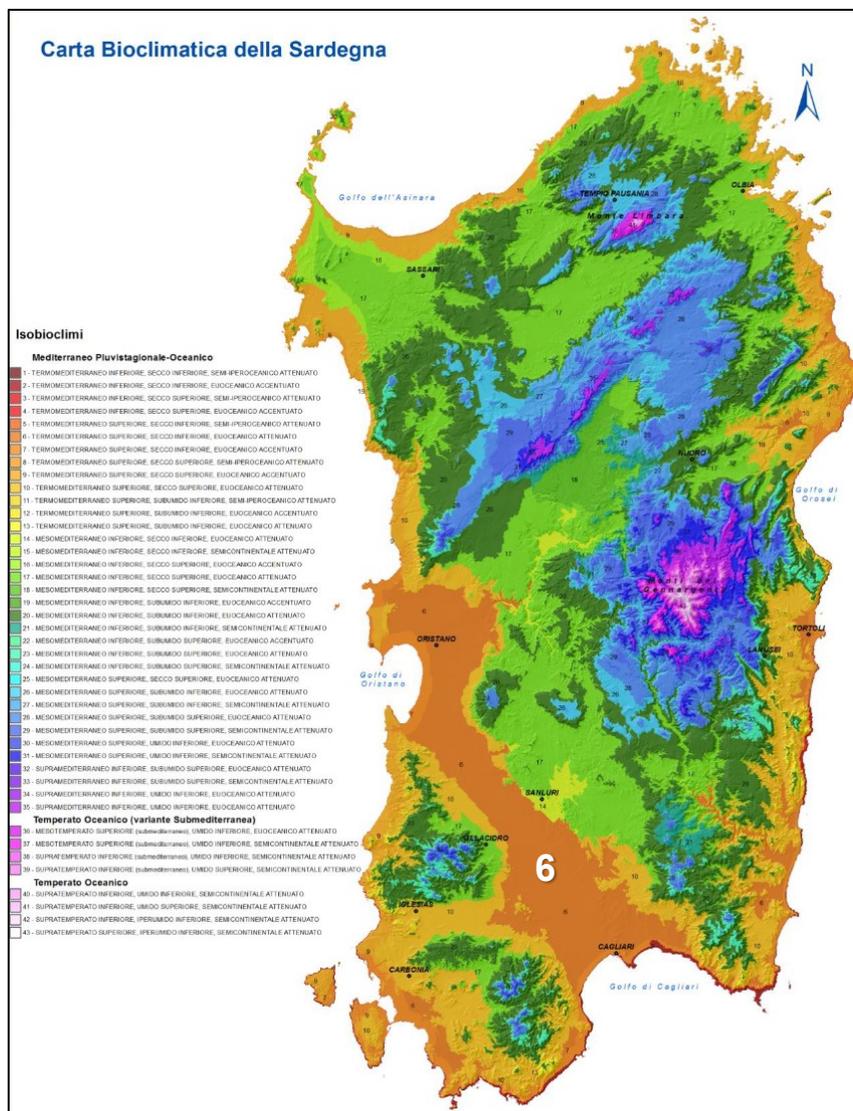


Figura 5 Carta fitoclimatica Regione Sardegna

superiore dove trovano il loro optimum alcuni tipi di boschi termofili a caducifoglie (*Oleo-Quercetum virgilianae*, *Erico-Quercetum virgilianae*), come pure leccete (*Pistacio-Quercetum ilicis*, *Erico-Quercetum ilicis*) e sugherete (*Stipo bromoidis-Quercetum suberis*, *Genisto aristatae-Quercetum suberis*). La media delle temperature mensili si evince dalla figura 6, dove la media delle temperature massime giornaliere che si riscontra nei mesi di luglio e agosto, è di 34 C°, mentre tra maggio e ottobre oscilla dai 24 ai 30 C°, riducendosi fino ad un minimo di 14 C° nel mese di gennaio e febbraio. Invece, per quanto riguarda la media delle temperature minime giornaliere il dato più basso si riscontra nei mesi di febbraio dove si raggiungono i 6 C°, poi oscilla da 7° a 15 C° nel corso dell'anno, a esclusione dei mesi estivi (giugno, luglio, agosto, settembre), in cui la temperatura minima raggiunge un massimo di 20 C° in agosto. Come si evince dal grafico, sempre in figura 7, le precipitazioni sono distribuite più o meno uniformemente durante il periodo autunno-primaverile con un massimo nel mese di novembre, con circa 56 mm; mentre nei mesi estivi da giugno ad agosto le precipitazioni sono inferiori ai 20 mm. La piovosità media si aggira su circa 400-500 mm di pioggia all'anno.

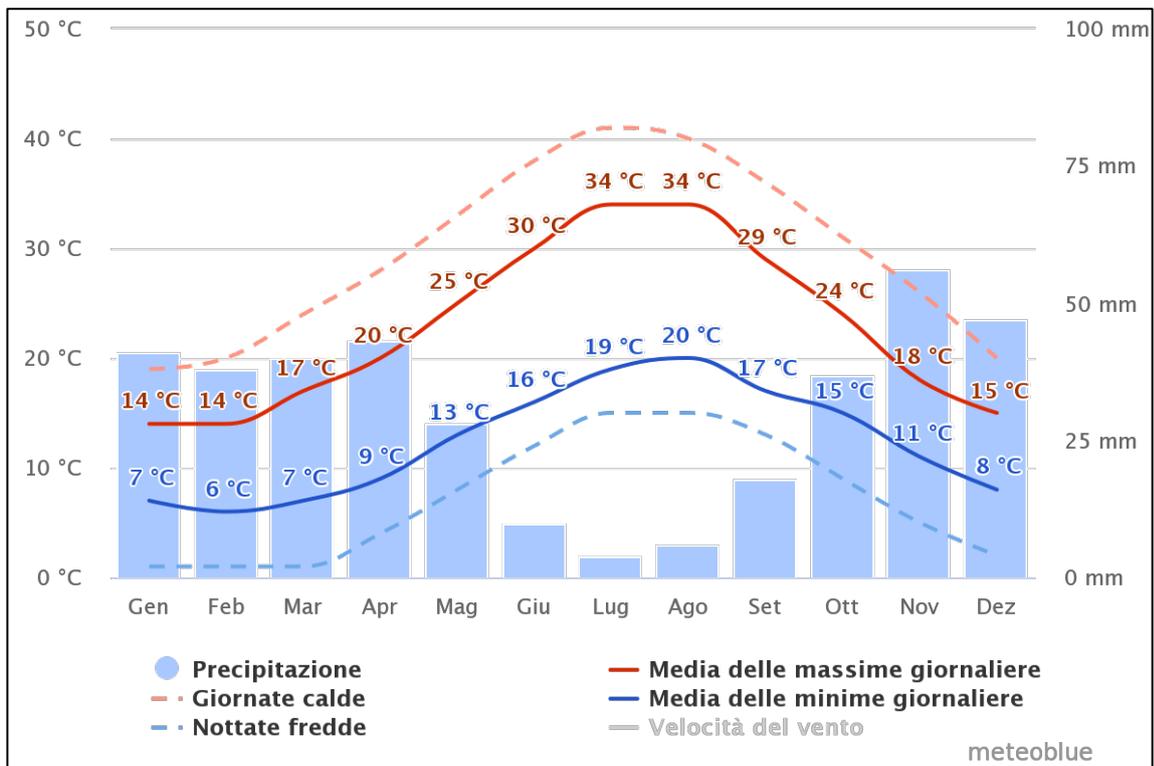


Figura 6 Temperature medie e precipitazioni del Comune di San Gavino

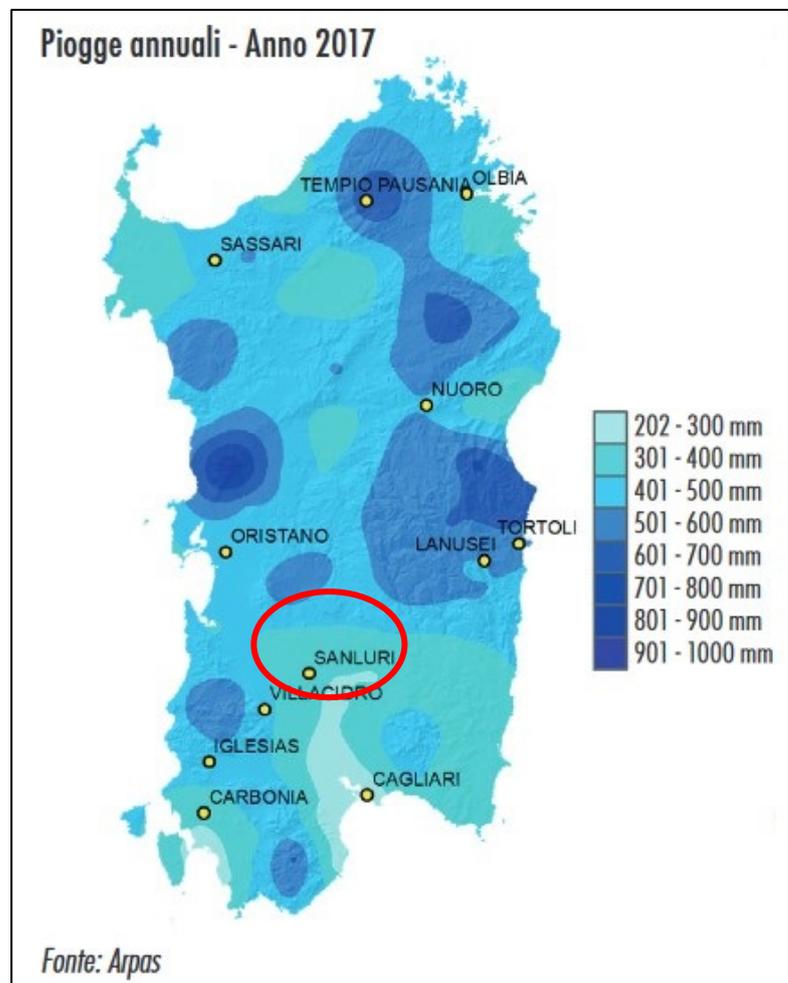


Figura 7 Mappa precipitazioni Regione Sardegna

Nel dettaglio, analizzando i grafici riguardanti le temperature (figura 8) si evince che il dato numerico delle giornate di gelo risulta essere circa 5 su 365 giorni, quindi un valore estremamente basso, che si riscontra in particolar modo nei mesi invernali da dicembre a febbraio. In media il territorio risulta avere per un maggior numero di giorni all'anno una temperatura >10 C°, circa 70 giorni su 365; per i restanti giorni dell'anno il territorio registra una temperatura media compresa tra i 15 C° e i 35 C°. La temperatura media annua è di circa 20 °C, in linea con i parametri del clima termomediterraneo.

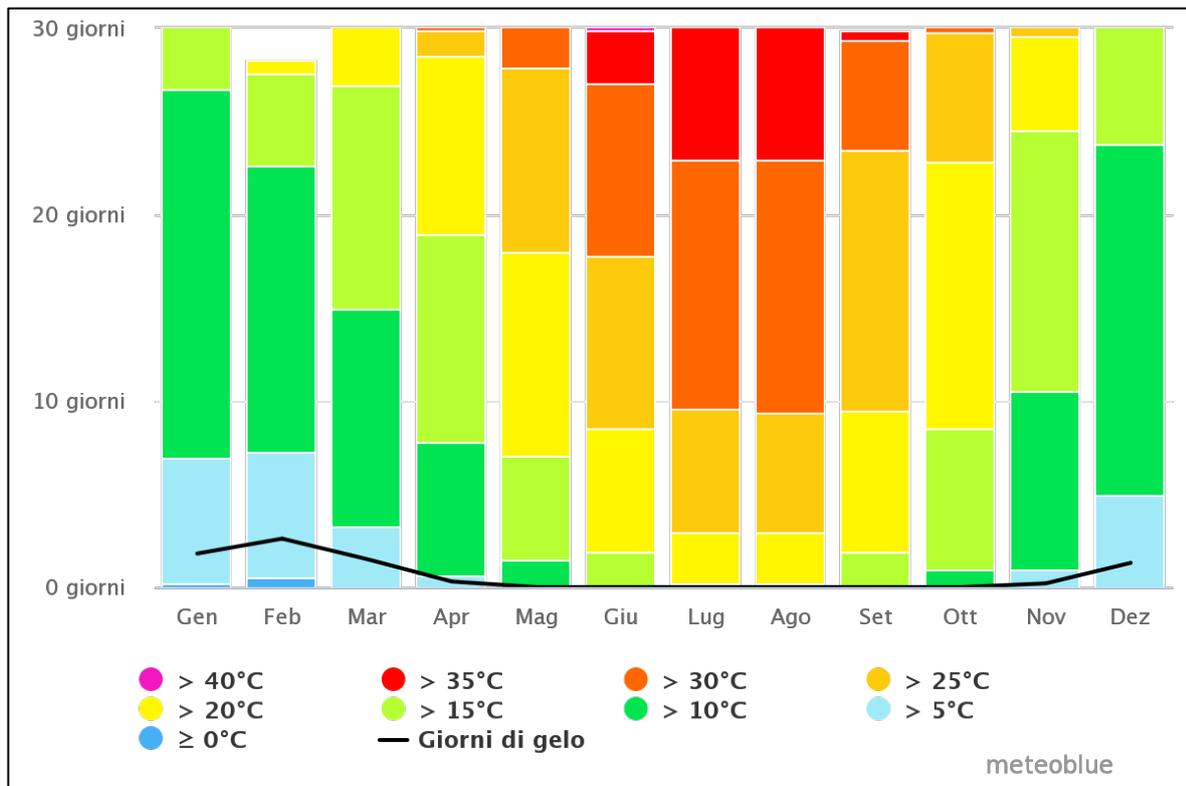


Figura 8 Temperature massime

Il grafico in figura 9 mostra il numero di giornate di sole, variabili, coperte e con precipitazioni.: giorni con meno del 20% di copertura nuvolosa sono considerati soleggiati, con copertura nuvolosa tra il 20- 80 % come variabili e con oltre l'80% come coperti.

Come si evince dal grafico in figura 9, i mesi estivi risultano essere quelli con maggiori giorni di soleggiamento e viceversa quelli invernali per via delle precipitazioni. La copertura nuvolosa ha un andamento variabile con picchi maggiori nei mesi di gennaio e dicembre e picchi minori nei mesi di giugno e luglio, con rispettivamente 11 e 13 giorni di sole.

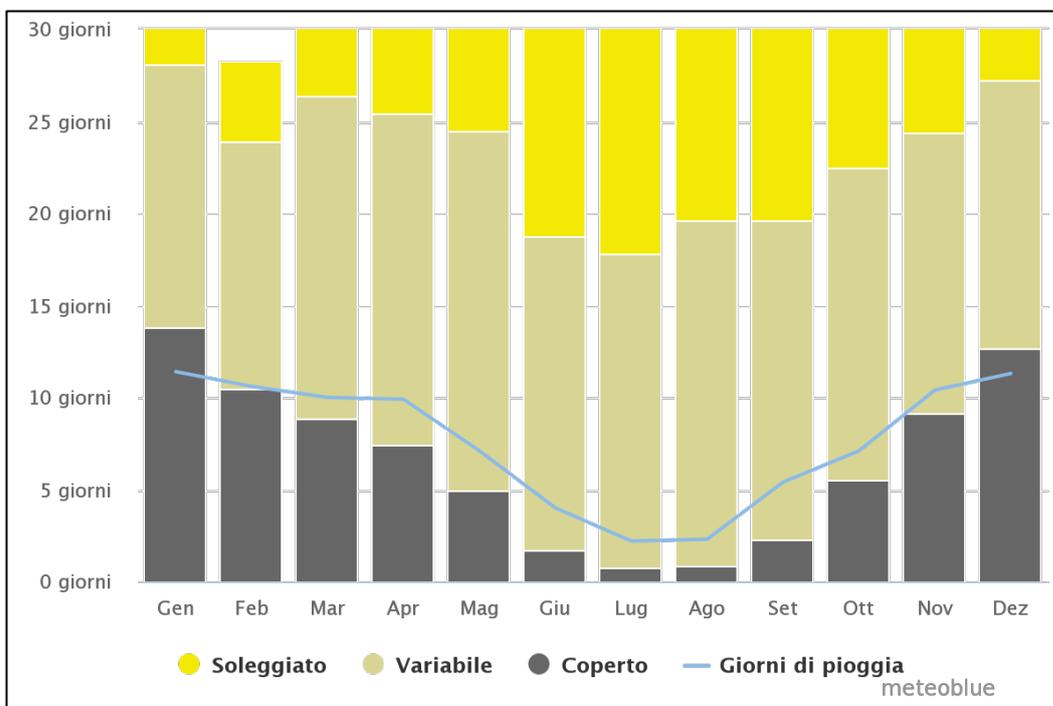


Figura 9 Nuvolosità, soleggiamento e giorni di pioggia

Dai dati si evince che nell'arco di un anno nel territorio di San Gavino si registrano circa 89 giorni di sole, 78 coperti e 198 variabili. Per quanto riguarda la velocità del vento (figura 10), essa risulta prevalentemente compresa tra un valore minimo di 5 km/h e uno massimo di 38 km/h, ma nei mesi da dicembre a febbraio talvolta si registrano giornate interessate da raffiche di vento che arrivano a toccare i 50 Km/h

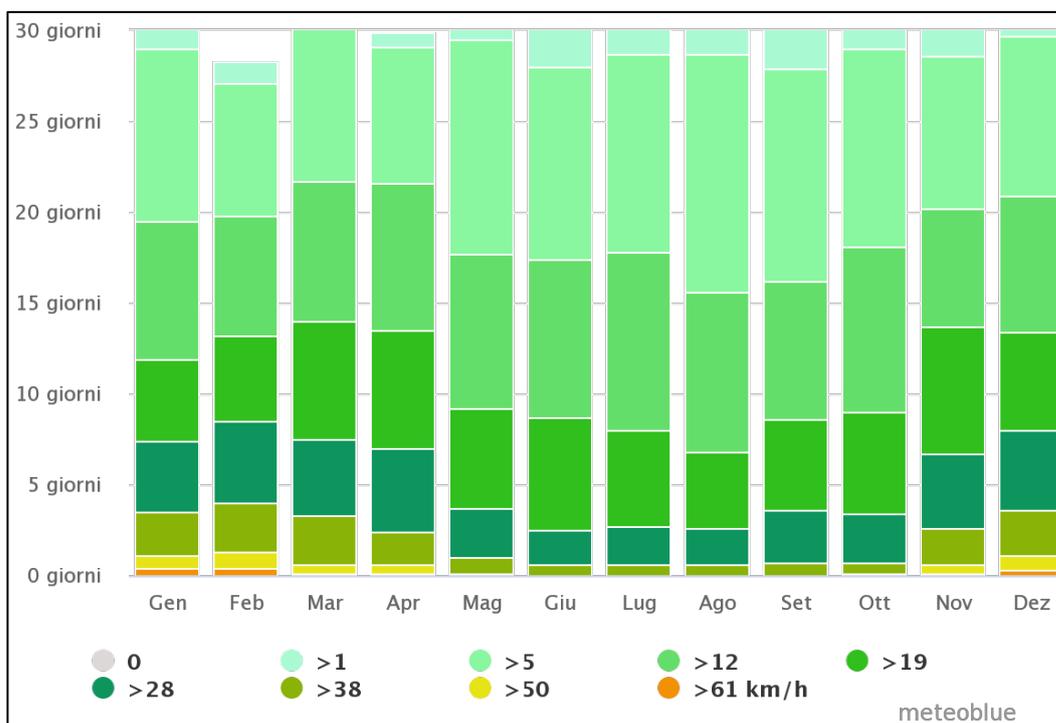


Figura 10 Velocità del vento

Dal grafico in figura 11 si evince che i maggiori venti che giungono sul territorio provengono da NNE e da Sud. I venti provenienti da Ovest soffiano con una velocità >5 km/h sul territorio per 897 ore/anno e una velocità >12km/h per 360 ore/anno; i venti provenienti da Ovest-NordOvest soffiano con una velocità >5 km/h per 383 ore/anno e con una velocità >12 km/h per 204 ore/anno. I venti di elevata potenza (>50 km/h) provengono da Ovest oppure da Ovest-NordOvest e toccano il territorio per poche ore annue (circa 33 ore/anno).

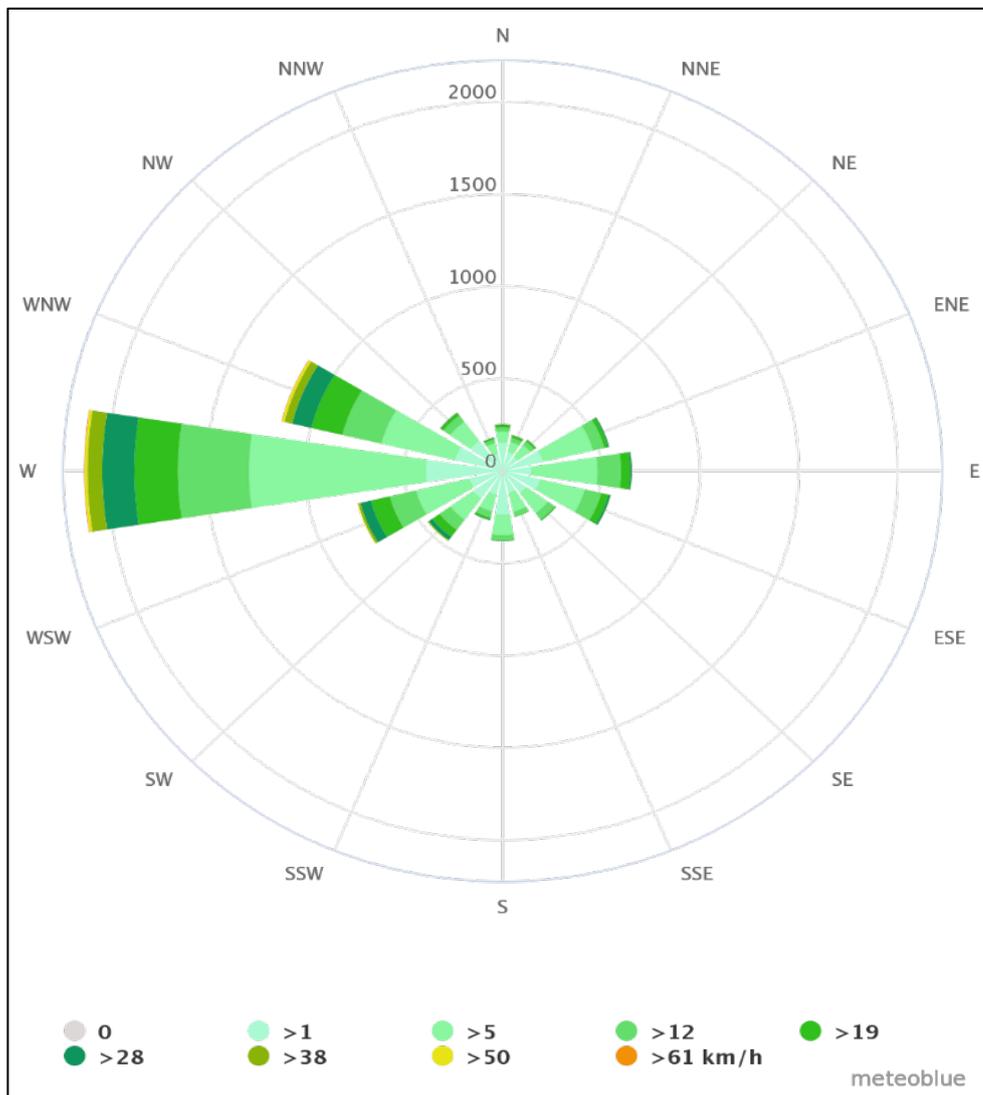


Figura 11 Rosa dei venti

4.USO AGRICOLO DEL SUOLO

4.1 AREA VASTA

La struttura socioeconomica del contesto territoriale agricolo del Medio Campidano è fortemente improntata sui settori produttivi agricoli e dell'agroindustria, e dalle attività zootecniche, in particolare legate alle colture foraggere, che entrano in rotazione ai cereali. La struttura agricolo-insediativa si caratterizza per l'organizzazione a poderi caratterizzati da un'organizzazione fondiaria minuta in cui sono presenti principalmente seminativi e oliveti. L'infrastrutturazione agricola mostra ancora caratteri di organizzazione dello spazio agricolo e insediativo sono spesso riconducibili a interventi di bonifica o riordino idraulico e fondiario, che rende disponibile per le attività produttive agricole un vastissimo territorio, prevalentemente interessato da colture erbacee e seminativi. L'anima agricola della Provincia del Medio Campidano è evidenziata dalla SAU (Superficie Agricola Utilizzata)⁷ che rappresenta l'82,8% della SAT (Superficie Agricola Totale)⁸ e dalla distribuzione degli occupati per settore di attività economica: in termini percentuali il settore dell'Agricoltura nell'ambito provinciale assicura il lavoro al 12,6% degli occupati complessivi, il settore dei servizi contiene il 59,4% degli occupati. Il dato relativo agli occupati nel settore agricolo risulta significativo perché rappresenta il valore più alto registrato in Sardegna alla scala provinciale e superiore al dato omologo rilevato per l'intera regione Sardegna (6,2%) e al dato nazionale (3,8%).⁹ La fotografia del comparto agricolo della Sardegna e del Medio Campidano ci viene offerta dai dati regionali del sesto Censimento Generale dell'Agricoltura¹⁰ che mostra importanti segnali di trasformazione del comparto agricolo e zootecnico isolano, in parte allineati con le dinamiche nazionali. Si conferma, in linea con la media nazionale, una progressiva diminuzione sia del numero delle aziende che della SAT, in controtendenza all'aumento della SAU, che accentua ancor più per la Sardegna una dinamica di crescita della dimensione media aziendale che caratterizza anche le aziende di tutte le regioni italiane. Si ritiene dunque che per la Sardegna, sia in essere un processo di concentrazione aziendale, che consiste nel trasferimento delle

⁷ Superficie Agraria Utilizzata (effettiva)

⁸ Superficie Agraria Totale (Superficie aziendale lorda)

⁹ Rilevazioni delle forze lavoro relativi all'anno 2008, 2009 ISTAT

¹⁰ Il sesto Censimento Generale dell'Agricoltura in Sardegna - Caratteristiche strutturali delle aziende agricole regionali

superfici da aziende che sono uscite dal comparto, ad aziende in attività, assieme all'aumento o maggiore efficientamento, dello sfruttamento produttivo dei terreni aziendali. Il fenomeno della contrazione del numero di aziende e della loro SAT e l'aumento della SAU caratterizza tutte le province sarde, ad eccezione del Medio Campidano, dove si riscontra un aumento, seppur minimo, anche per la SAT (1,6%). Il processo di concentrazione aziendale è ancora più evidente dall'esame dei dati riferiti alla dinamica delle aziende nelle diverse classi di SAU. Nell'ultimo decennio la numerosità delle aziende è diminuita, nella media regionale, del 43,4%, con una maggiore intensità nelle classi con SAU fino a 10 ha e in modo più contenuto nelle classi tra 10 e 30 ha. Nello specifico, le aziende con meno di due ettari sono diminuite del 62,7%, le aziende con una SAU compresa tra 2 e 9,9 ha diminuiscono del 34,1% e quelle comprese tra 10 e 29,9 ha si riducono dell'11,7%. Al contrario, oltre questa soglia, il numero delle aziende è sensibilmente aumentato (+29,5%). In sostanza, tra il 2000 e il 2010 si è modificata la distribuzione della SAU per classi di estensione aziendale. Ciò induce a ritenere che la struttura dimensionale delle aziende sia stata interessata da un fenomeno espansivo, con una concentrazione della SAU nelle aziende con classi dimensionali superiori, e dalla forte diminuzione del numero aziende di piccola e media dimensione. Questa evoluzione è legata al fenomeno di abbandono delle piccole realtà agricole, soprattutto quelle a conduzione strettamente familiare che, a loro volta sono state inglobate dalle medie/grandi imprese agroindustriali. Le province dove incide maggiormente la SAU sono il Medio Campidano con l'82,8% (76,3% nel 2000), Sassari con l'82,4% (76,4% nel 2000), Oristano con l'82,2% (74% nel 2000) (figura 12).

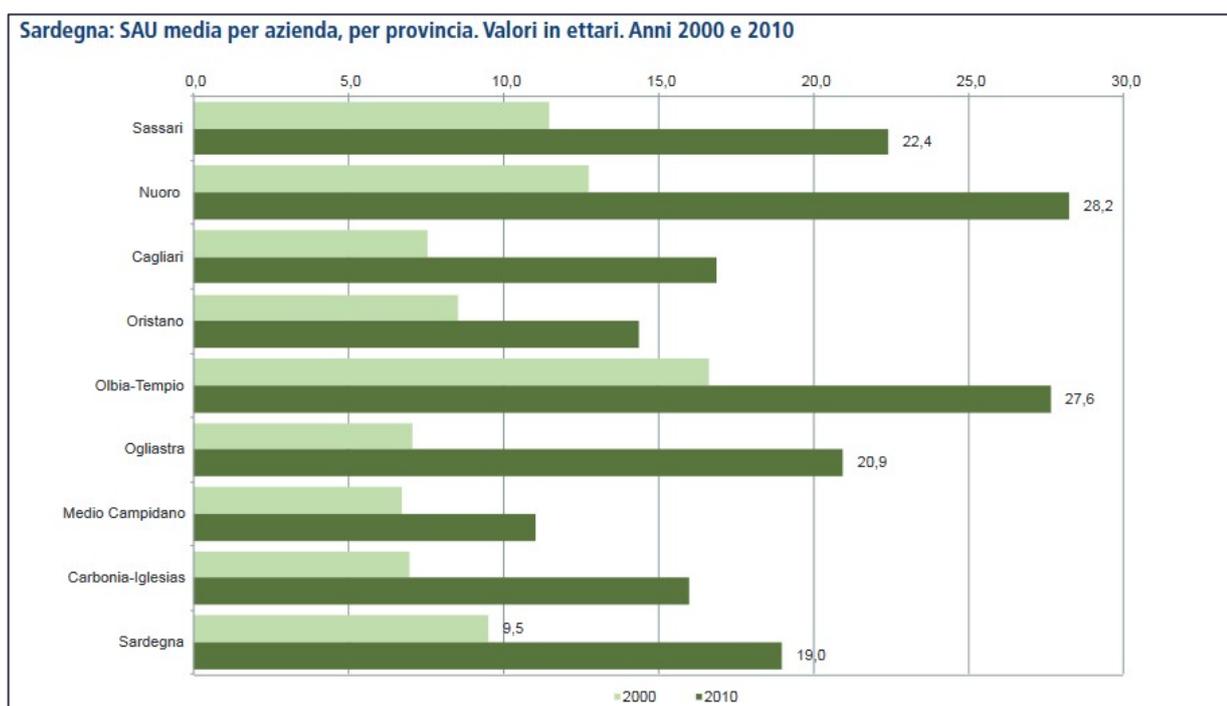


Figura 12 SAU meda aziende Sarde, divise per Provincia

L'evoluzione nelle forme di utilizzazione dei terreni negli ultimi trent'anni mostra un aumento della SAU investita a seminativi che è passata dal 26,2% del 1982 al 34,1% del 2010. Tra i cereali si nota una diminuzione di superficie per il mais e il frumento duro, rispettivamente del 37,3 e del 5,7%. Per le restanti tipologie di cereali la variazione è nulla e l'andamento rimane pressoché costante. Le colture foraggere mostrano una contrazione della superficie solo per gli erbai dello 0,8%, mentre aumenta la superficie per i prati (+0,1%) tra le foraggere permanenti, e i prati avvicendati (+5,9%) tra le foraggere temporanee. Le colture oleaginose rivelano una situazione stabile nel tempo; tra i legumi secchi, la fava da granella mostra una tendenza positiva del 15,6%, mentre, per gli altri legumi l'andamento è anch'esso stabile. La superficie investita ad olivo aumenta di un quasi 30% nonostante il calo delle produzioni olivicole riscontrato negli ultimi anni, attribuibile ragionevolmente, alla contrazione della domanda per il perdurare della crisi economica e al caso *Xylella fastidiosa* in Puglia. Prosegue la contrazione degli ettari coltivati a uva da tavola e da vino, rispettivamente del 2,2% e del 2%: mentre per l'uva da tavola il calo è dovuto alla complessità riscontrata nella coltivazione e all'eccessiva offerta del prodotto proveniente da mercati extra regionali; per quella da vino è dovuto principalmente all'abolizione delle quote vigneto con l'introduzione delle nuove autorizzazioni, determinando di fatto una riorganizzazione del settore.

Infatti, l'orientamento riscontrato negli ultimi anni ha come obiettivo elevare la produzione di qualità incoraggiando investimenti in nuovi impianti o reimpianti per il rinnovo di vigneti già esistenti. Tra le colture arboree per frutta fresca e frutta secca, il pero e il melo, sono le colture che nel 2016 hanno segnato un trend positivo in termini di superficie investita, rispettivamente del 18,2% e del 6,7%. Mentre, si segnalano valori negativi per l'albicocco che ha ridotto la superficie del 27,8%, resta stabile il mandorlo. Tra gli ortaggi in pieno campo e in serra, le colture con un aumento consistente di superficie coltivata nell'ultimo anno sono il cocomero e il carciofo in pieno campo e il pomodoro in serra. Il carciofo e il pomodoro costituiscono la base di due importantissime filiere che operano all'interno del territorio della Provincia ed accanto ad esse si sono sviluppate altre produzioni come l'asparago, la patata. Si riducono notevolmente le superfici della fragola e del cavolfiore e cavolo broccolo in campo, del finocchio e del cocomero in serra. Infine, per il comparto agrumicolo la situazione resta stabile, per tutte le tipologie produttive (arancio, mandarino, clementino e limone)¹¹.

¹¹ L'Agricoltura nella Sardegna in cifre 2018- CREA 2018

La contrazione delle superfici agricole utilizzate per le coltivazioni legnose agrarie (8,8% nel 1982; 5,7% nel 2010) e nei prati e pascoli (65,0% nel 1982; 60,1% nel 2010).

Nell'ambito dei seminativi, la coltura delle foraggere avvicendate, che rappresenta il 50% della SAU delle coltivazioni, è passata da 201.657 ha nel 2000 a 228.677 ha nel 2010, con un incremento del 13,5%. Nel Medio Campidano l'andamento risulta positivo per i seminativi irrigui (+2%)⁶. A fronte di questo incremento si registra al contrario una diminuzione del 28,1% dei cereali per la produzione di granella (da 146.000 a 105.000 ha). Nonostante la superficie a seminativo sia in aumento, si attesta la perdita di SAU per la coltivazione dei cereali è pressoché omogenea tra le otto province a parte il Medio Campidano (-15,8%) e Cagliari (-21,9%) in cui si registra una contrazione di minore intensità, a vantaggio dei seminativi foraggeri.

Anche il comparto agrumicolo ha assistito a una riduzione della SAU perdendo in 10 anni circa 1.700 ha e oltre 8.300 aziende. La flessione si concentra nella provincia di Cagliari, nella quale sono andati perduti oltre 1.100 ha di SAU. L'unica provincia in controtendenza è il Medio Campidano, con un aumento della SAU agrumicola di poco più di 200 ha. Le superfici dedicate all'agrumicoltura nella Provincia attualmente hanno un'estensione di circa 700 ettari, concentrate prevalentemente tra Villacidro e Serramanna. Le coltivazioni fruttifere hanno nel comune di Villacidro e, in minor misura, nel comune di Gonnosfanadiga le estensioni maggiori, con specializzazioni relative alle coltivazioni di pesche, mandorle e ciliegie.

Riguardo le aziende zootecniche, nella provincia del Medio Campidano, pur rilevandosi una diminuzione pari al 46% dal 1982 al 2010, con quest'ultimo censimento si registra un incremento delle aziende pari al 10,3%. Mentre le aziende ovine primeggiano rispetto alle altre per tutta la Sardegna, riguardo le aziende suinicole, le province di Sassari e Nuoro primeggiano per numero di aziende, mentre le province di Cagliari e del Medio Campidano sono quelle in cui, a livello percentuale, si riscontrano il maggior numero di capi: Il comparto suinicolo annovera oltre 40mila capi, di cui circa il 68% ubicati nel comune di San Gavino Monreale.

4.2 AREA DI SITO

L'agricoltura di San Gavino Monreale genera numerosi prodotti agroalimentari di qualità come cereali, frumento, ortaggi, foraggi, vite, olivo, agrumi e frutta; molto interessante è la produzione dello zafferano del quale è il principale produttore italiano, favorito soprattutto dalle condizioni climatiche e pedologiche. In questo territorio, particolarmente vocato, si ritiene che la coltivazione dello zafferano sia iniziata attorno al quattordicesimo secolo, come documentato dal “Regolamento pisano del porto di Cagliari del 1317”. Inoltre, dal 1990 il territorio si è affermato nel settore della produzione del riso, risultando ad oggi il secondo distretto sardo del riso. Al fine di valutare l'uso del suolo nell'area di intervento, si è fatto ricorso alla carta di uso del suolo “Corine Land Cover 2018”, che rappresenta uno strumento indispensabile per comprendere le varie categorie di utilizzo del suolo presenti nell'area di intervento.

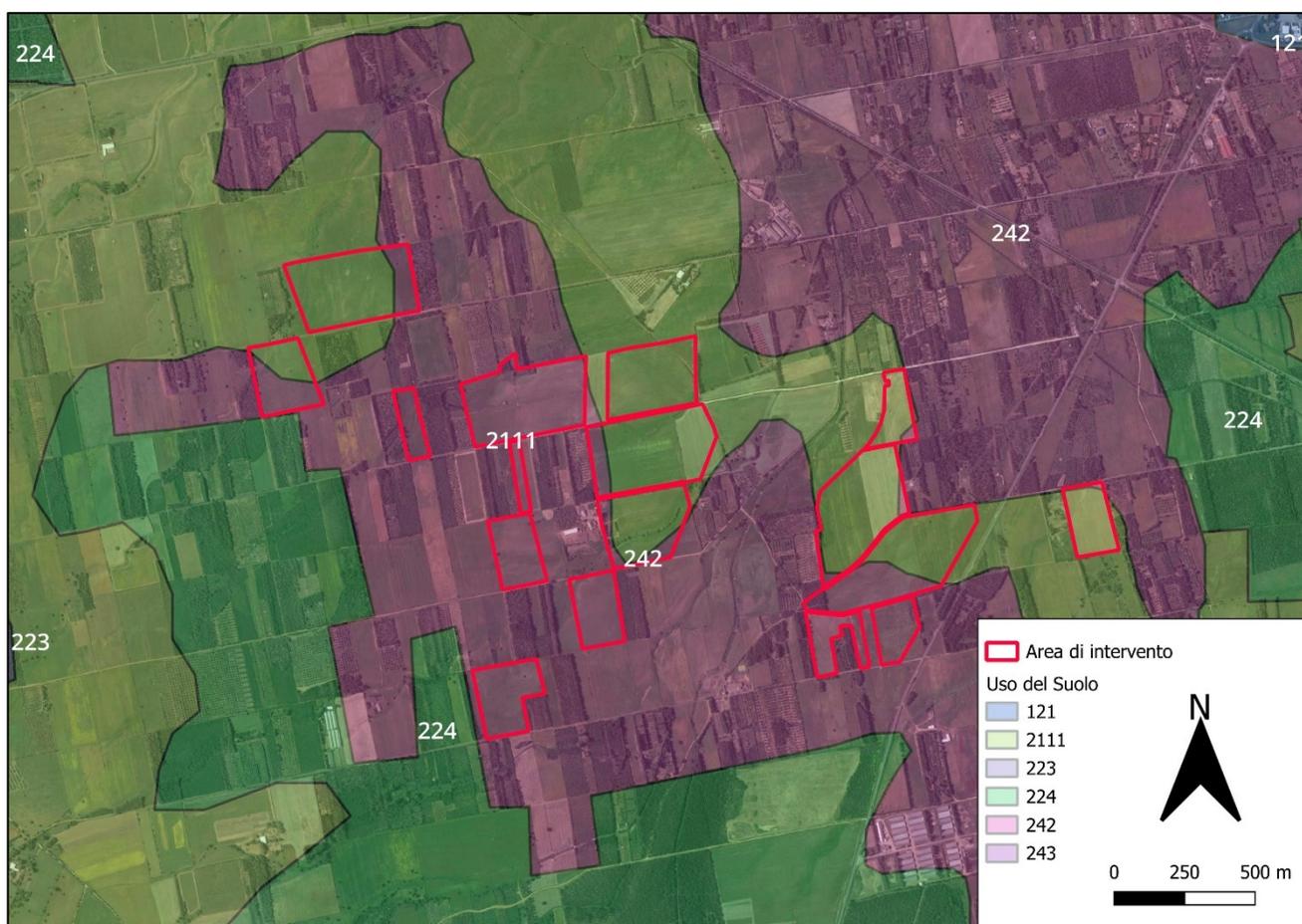


Figura 13 Inquadramento dell'area su cartografia dell'Uso del suolo (Fonte:Corine Land Cover¹²)

I lotti definiti come “area utile” ricadono nelle sezioni con codice **242** e **2111**.

¹² © European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2021, European Environment Agency (EEA)

Al codice **242** corrispondono i “sistemi colturali e particellari complessi”, che comprendono un mosaico di appezzamenti singolarmente non cartografabili con varie colture temporanee, prati stabili e colture permanenti occupanti ciascuno meno del 50% della superficie dell’elemento cartografato. Invece al codice **2111** coincidono i “Seminativi in aree non irrigue”. Sono da considerare perimetri non irrigui quelli dove non sono individuabili per fotointerpretazione canali o strutture di pompaggio. Vi sono inclusi i seminativi semplici, compresi gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie. In figura 15 lo stato dei luoghi.



Figura 14 Stato dei luoghi

Con il codice **112** viene identificato il “tessuto urbano discontinuo” , ovvero aree antropizzate ma extraurbane, dove c’è una presenza significativa di edifici e contemporaneamente superfici coperte da vegetazione o coltivate e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili.

Al codice **121** corrispondono gli insediamenti industriali, commerciali e dei grandi impianti di servizi pubblici e privati. Sono aree a copertura artificiale in cemento, asfaltate, o stabilizzate (per esempio terra battuta), senza vegetazione, che occupano la maggior parte del terreno (più del 50% della superficie).

Col codice **222** sono identificati i “Frutteti e frutti minori”, impianti di alberi o arbusti fruttiferi. Colture pure o miste di specie produttrici di frutta o alberi da frutto compresi i nocioleti e i mandorleti da frutto, mentre gli oliveti hanno codice **223**.

Il codice **243** identifica “Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti”, ovvero superfici che presentano un mosaico di appezzamenti singolarmente non cartografabili con varie colture temporanee, prati stabili e colture permanenti occupanti ciascuno meno del 50% della superficie dell’elemento cartografato.

Le zone che ricadono sotto il codice **224**, hanno come uso del suolo “Altre colture permanenti” e “Arboricoltura da legno” che discrimina quindi l’arboricoltura da legno da soprassuoli boschivi naturali. In mancanza di aggiornamenti della carta, si ritiene che la classificazione più idonea per queste superfici in quanto sono coperte da eucalitteti sia con il codice **2243** “Eucalitteti”, così come riscontrato nel nostro sopralluogo (figura 16).



Figura 15 Eucalipti

5.GEO-PEDOLOGIA

L'inquadramento e la descrizione dei caratteri e proprietà pedologiche sono state svolte con la consultazione tramite software QGis della cartografia prodotta dal Geoportale Nazionale ("Carta Ecopedologica"), dal C.R.A. ("Carta dei suoli d'Italia¹³") e dalla Regione Sardegna ("Carta dei suoli della Sardegna") e che assieme hanno permesso di individuare i tipi di suolo localizzati sull'area di intervento.

5.1 AREA VASTA

I processi ambientali di morfogenesi quaternaria della pianura del Campidano hanno permesso la formazione di suoli di elevato valore pedologico. I principali processi limitativi rilevabili sono di natura idrogeologica che, negli ambiti depressi o di scarsa acclività, possono comportare difficoltà di deflusso delle acque superficiali, con fenomeni di ristagno idrico. Inoltre sono presenti importanti processi di relazione di natura idrogeologica con gli acquiferi sotterranei, adeguati ad immagazzinare notevoli quantità di riserve idriche. L'ambito territoriale presenta, infatti, una morfologia prevalentemente pianeggiante attraversata dalle piane alluvionali attuali del Rio Flumini Malu di Pabillonis e del Rio Terra Maistu-Flumini Bellu. Il rio Sitzerri delimita il bordo nord-occidentale dell'ecologia in esame e definisce le relazioni territoriali con i margini pedemontani dell'ecologia dell'Arcuentu.

La prima indagine si è avvalsa della Carta Ecopedologica D'Italia (MASE), il cui stralcio sull'area di intervento è rappresentato in figura 18, che ha restituito il substrato pedologico e 3 classificazioni possibili dei suoli (WRB), originatisi dal substrato composto da terrazzi sabbiosi, conglomeratici e calcarenitici.

La nomenclatura pedologica si compone della denominazione propria del suolo (-sol), ad esempio "Vertisol" o "Cambisol", e di uno più *qualifiers* (il "prefisso"), ovvero specifiche aggiuntive, ma di secondaria importanza, che aggiungono informazioni alla denominazione attribuita.

¹³ Edoardo A.C. Costantini, Giovanni L'abate, Roberto Barbetti, Maria Fantappié, Romina Lorenzetti, Simona Magini CRA-ABP Centro Di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Firenze - www.Soilmaps.it

L'attribuzione di questa nomenclatura avviene sulla base delle osservazioni svolte sugli orizzonti pedologici (gli "strati" di un profilo) (figura 17): si individua l'orizzonte "diagnostico", che è quello che caratterizza l'intero profilo pedologico, dal quale si decide il nome principale del suolo, ed eventuali caratteristiche e proprietà meno rilevanti vengono invece espresse dai *qualifier*.

Gli orizzonti sono identificati con una lettera maiuscola, accompagnati da una minuscola che caratterizza e specifica i fenomeni pedologici in atto (es. O= orizzonte organico, A= strato superficiale, Ap= strato superficiale lavorato, B= strato profondo, Bk= strato profondo con accumulo carbonati)

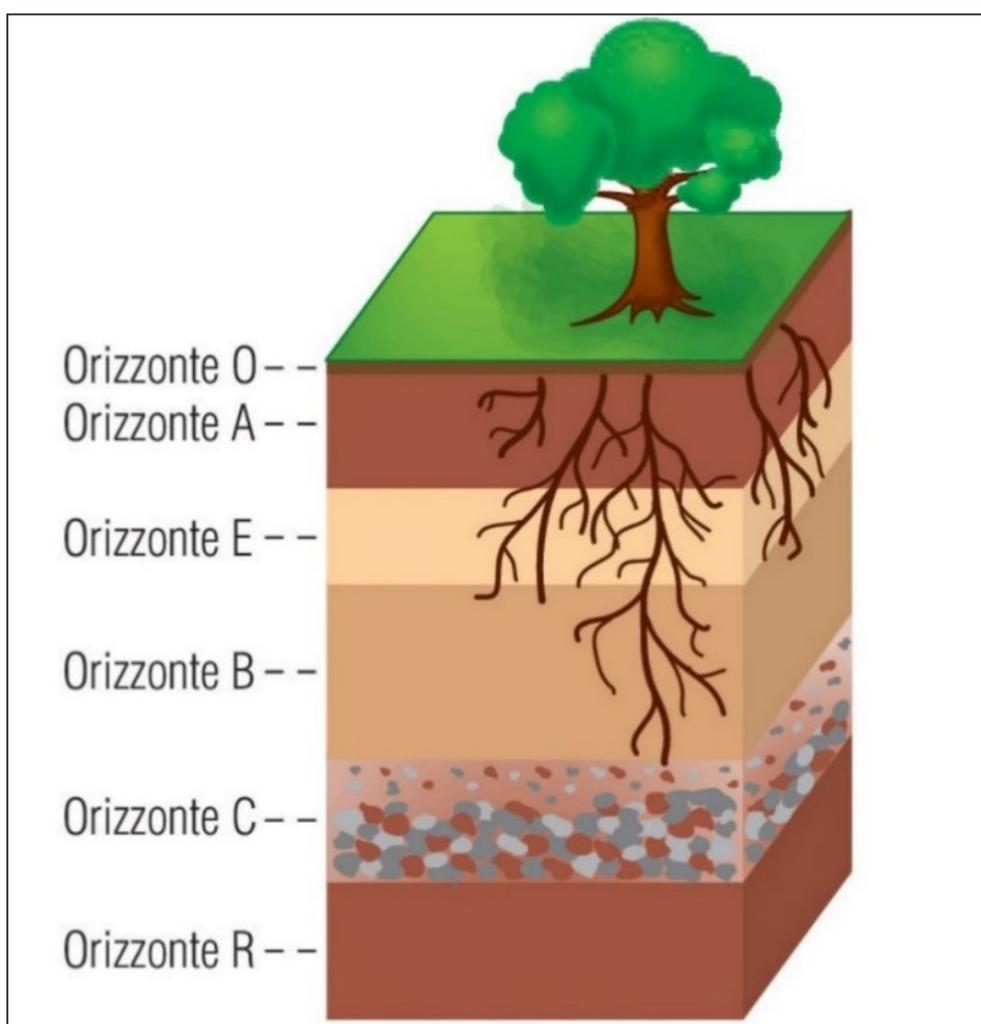


Figura 16 Esempio di profilo pedologico, si osservi la differenziazione degli orizzonti pedologici



Figura 17 Estratto Carta ecopedologica d'Italia (Fonte: Geoportale Nazionale)

Le nomenclature proposte dalla Carta Ecopedologica d'Italia sono: Eutric Cambisol, Calcaric Cambisol, Haplic Luvisol .

- **Eutric Cambisol:** Cambisuoli non sono caratterizzati da nessun segno marcato di evoluzione pedogenetica, e presentano un orizzonte diagnostico (Bw) definito come “Cambico”, ovvero un orizzonte dove si rileva l’insacco di meccanismi evolutivi, ma non ancora molto marcati. Il *qualifier* “eutric”, fa riferimento alla buona fertilità chimica dei suoli dovuta alla quantità di cationi scambiabili (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) maggiore di quelli di Al^{3+} .
- **Calcaric Cambisol:** La definizione di Cambisol è riportata nel punto precedente. Il *qualifier* “Calcaric” si riferisce al contenuto, in peso, maggiore del 2% di carbonati di calcio.
- **Eutric Fluvisol:** sono suoli di natura alluvionale, originatisi quindi per deposizione fluviale (“*Fluvisol*”), presentano strati di diversi sedimenti con diversa composizione e senza segnali evidenti di evoluzione pedologica, che sono stati col tempo sepolti dalle successive alluvioni. Per il *qualifier* “Eutric” si rimanda al primo punto.

Di seguito, in figura 19 un estratto della Carta Dei Suoli d'Italia¹⁴, che ci resituisce le nomenclature dei possibili suoli nella macroarea di interesse, il Medio Campidano.

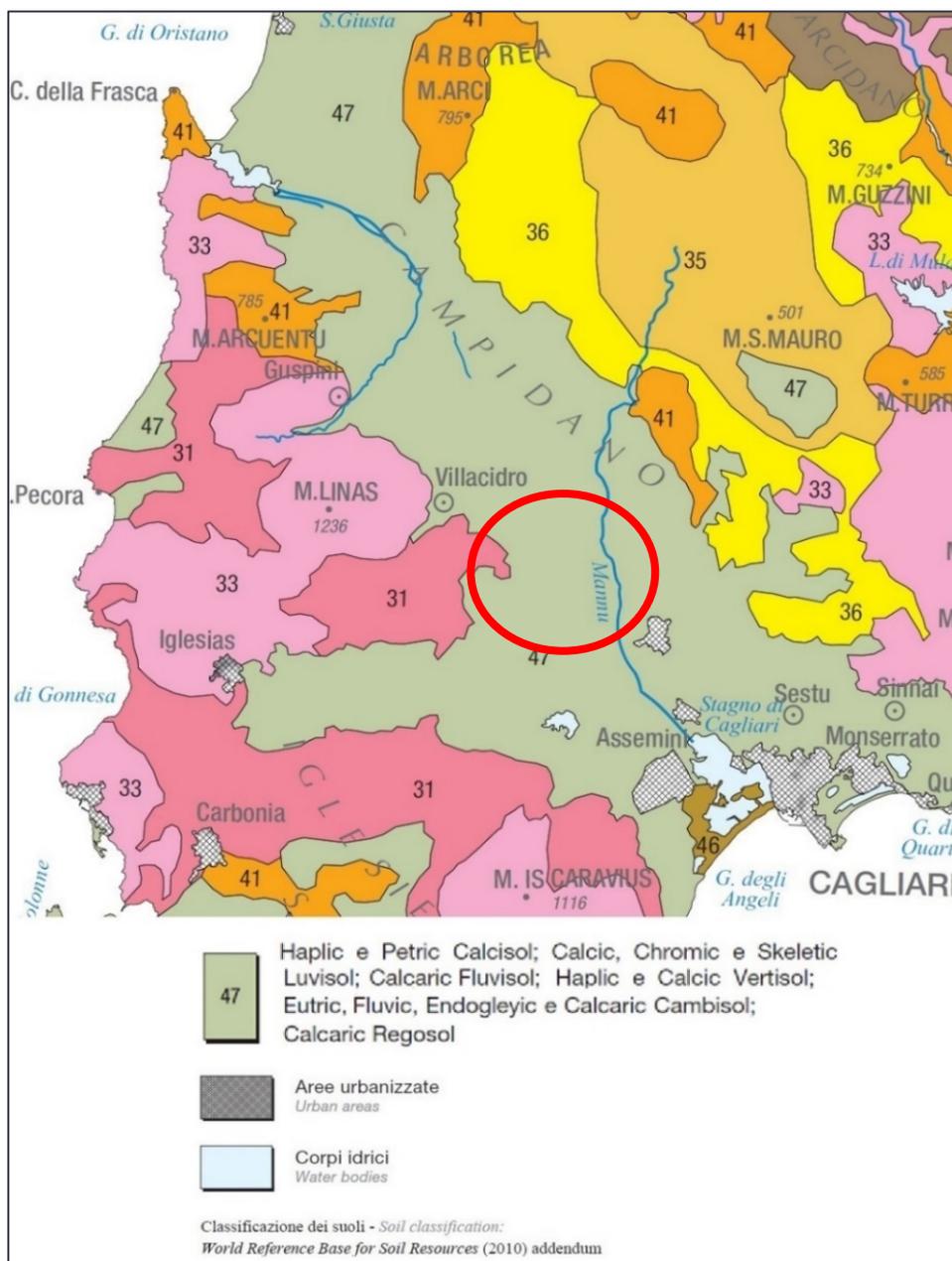


Figura 18 Estratto carta dei suoli d'Italia

Nello specifico

- A. **Haplic e Petric Calcisol:** i Calcisuoli sono quei suoli caratterizzati da un orizzonte (figura 17) “calcico” o “petrocalcico” a 100 cm dalla superficie. Un orizzonte

¹⁴ L'Abate, Giovanni & Costantini, E. & Roberto, Barbetti & Fantappiè, Maria & Lorenzetti, Romina & S., Magini. (2015). Carta dei Suoli d'Italia 1:1.000.000 (Soil map of Italy, scale 1:1.000.000). 10.13140/RG.2.1.4259.7848.

“calcico” è un orizzonte pedologico dove è visibile un accumulo di carbonati del 15% in peso, quello “petrocalcico” invece presenta accumuli carbonatici ma cementati. Il *qualifier* “Haplic” indica che nel profilo non sono stati riconosciuti ulteriori caratteri diagnostici, invece il *qualifier* “Petric” si utilizza quando si riscontra un orizzonte cementato entro 100 cm dalla superficie.

B. Calcic, Chromic e Skeletic Luvisol: i Luvisuoli hanno come diagnostico un orizzonte “argico”, ovvero un orizzonte molto ricco in argilla (orizzonte diagnostico Bt), poiché col tempo si sono accumulate argille di natura illuviale, ovvero per precipitazione gravitazionale e meteorica; il *qualifier* “Calcic” è invece attribuito per la presenza di un orizzonte calcico, ovvero con evidenti concrezioni carbonatiche (15% CaCO₃) a meno di 100cm dalla superficie; il *qualifier* “Chromic” è attribuito quando è presente uno strato compreso tra 25 e 150 cm dalla superficie del suolo minerale di 30 cm di spessore, che mostra segni di evoluzione del suolo che ha, nel 90% della sua area esposta, una colorazione di Munsell¹⁵ più rossa di 7,5 YR e una chroma > 4, a campione umido; mentre il *qualifier* “Skeletic” si utilizza quando entro 100 cm dalla superficie si riscontra un orizzonte con il 40% in peso di scheletro.

C. Calcaric Fluvisol: sono suoli di natura alluvionale, originatisi quindi per deposizione fluviale (“*Fluvisol*”), presentano strati di diversi sedimenti con diversa composizione e senza segnali evidenti di evoluzione pedologica, che sono stati col tempo sepolti dalle successive alluvioni. Il *qualifier* “Calcaric” si riferisce al contenuto maggiore del 2% di carbonati di calcio.

D. Haplic e Calcic Vertisol: i Vertisuoli presentano come diagnostico un orizzonte “vertico” (dal latino *vertere*, “tagliare con l’accetta”) che è un orizzonte pedologico ricco di argilla che, a causa del restringimento e del rigonfiamento delle particelle argillose dovuto all’acqua, induce crepacciature nel suolo, che si formano per carenza idrica. Altre caratteristiche diagnostiche sono la presenza delle *slickensides*¹⁶, per almeno il 10% della superficie e un contenuto di argilla nell’orizzonte di almeno il 30% in peso. Il *qualifier*

¹⁵ Il sistema Munsell dei colori o più semplicemente sistema Munsell è uno spazio dei colori usato come standard internazionale per definire i colori in base a tre coordinate dimensionali: tonalità (Hue), luminosità (Value o Lightness) e saturazione (Chroma).

¹⁶ Le *slickensides* sono delle striature lucide sulla superficie del suolo, che si formano per la frizione dovuta al restringimento e rigonfiamento delle argille.

“Calcaric” è invece attribuito per la presenza di un orizzonte calcico, ovvero con evidenti concrezioni carbonatiche (15% CaCO_3) a meno di 100cm dalla superficie. Il *qualifier* “Haplic” è già stato descritto nel punto A.

E. **Eutric, Fluvic, Endogleyic e Calcaric Cambisol:** i Cambisuoli non sono caratterizzati da nessun segno marcato di evoluzione pedogenetica, e presentano un orizzonte diagnostico definito come “Cambico” (Bw), ovvero un orizzonte dove si rileva l’innescò di meccanismi evolutivi, ma non ancora evidenti. Il *qualifier* “Eutric” fa riferimento alla fertilità chimica dei suoli dovuta alla quantità di cationi scambiabili (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) maggiore di quelli di Al^{3+} ; il *qualifier* “Fluvic” è utilizzato quando si riscontra materiale “fluvico”, ovvero sedimenti di origine marina o lacustre, di natura diversa tra i primi 25 e 75 cm di suolo. Il materiale “fluvico” si riconosce in corrispondenza di cambi drastici di tessitura e colorazione dell’orizzonte, che fa intendere la diversa origine e composizione; invece, il *qualifier* “Endogleyic” indica che sovente il suolo va incontro a saturazione idrica di uno o più orizzonti profondi (orizzonte diagnostico Bg¹⁷), da almeno 50cm di profondità in giù, e ciò innesca reazioni di riduzione. Un segno evidente di questi processi può essere la colorazione tendente al giallo del ferro, che in condizioni ossidative invece diventa rosso. Per il *qualifier* “Calcaric” si rimanda al punto C.

F. **Calcaric Regosol:** la nomenclatura di Regosuolo viene attribuita quando non si rinviene nessun processo e carattere peculiare, riguardo il *qualifier* “Calcaric” si rimanda al punto C.

Il quadro che emerge da questa prima analisi presenta suoli che sono dotati di una discreta fertilità complessiva, ma la natura argillosa potrebbe causare problemi alle lavorazioni (sarà essenziale aspettare il momento in cui il suolo è “in tempera”) o al drenaggio delle acque, che di solito è scarso. Al contempo, la tessitura argillosa consente di immagazzinare e trattenere più acqua negli strati profondi, utile durante il periodo estivo.

¹⁷ Il suffisso “g” si utilizza per indicare l’orizzonte di suolo interessato da saturazione idrica

5.2 AREA DI SITO

L'indagine sull'area di sito si è avvalsa della Carta dei Suoli della Sardegna (A. Aru, P. Baldaccini, A. Vacca, Cagliari 1991). In tale carta la nomenclatura è quella utilizzata dalla Soil Taxonomy, che definisce la nomenclatura del suolo, sempre partendo dall'osservazione degli orizzonti pedologici, ponendo alla fine la sigla del tipo di suolo ("l'Ordine"), preceduto da altri prefissi, come ad esempio quello del regime climatico nel "Subordine", che aggiungono informazioni alla nomenclatura, mentre per la famiglia vengono aggiunte degli aggettivi che forniscono le informazioni supplementari. In figura 20 un'immagine esplicativa per comprendere la nomenclatura della Soil Taxonomy, che bisogna comporre da destra verso sinistra.

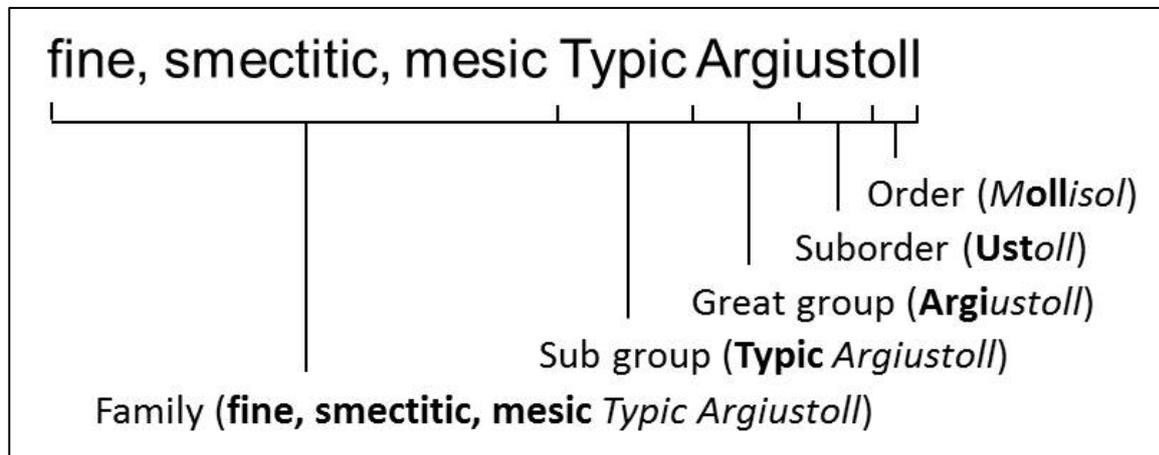


Figura 19 Schema nomenclatura Soil Taxonomy

Lo stralcio di tale carta dei suoli sull'area di intervento è raffigurato in figura 21. La nomenclatura fornita è composta da Ordine, Subordine, Grande Gruppo e Sottogruppo, manca la Famiglia.

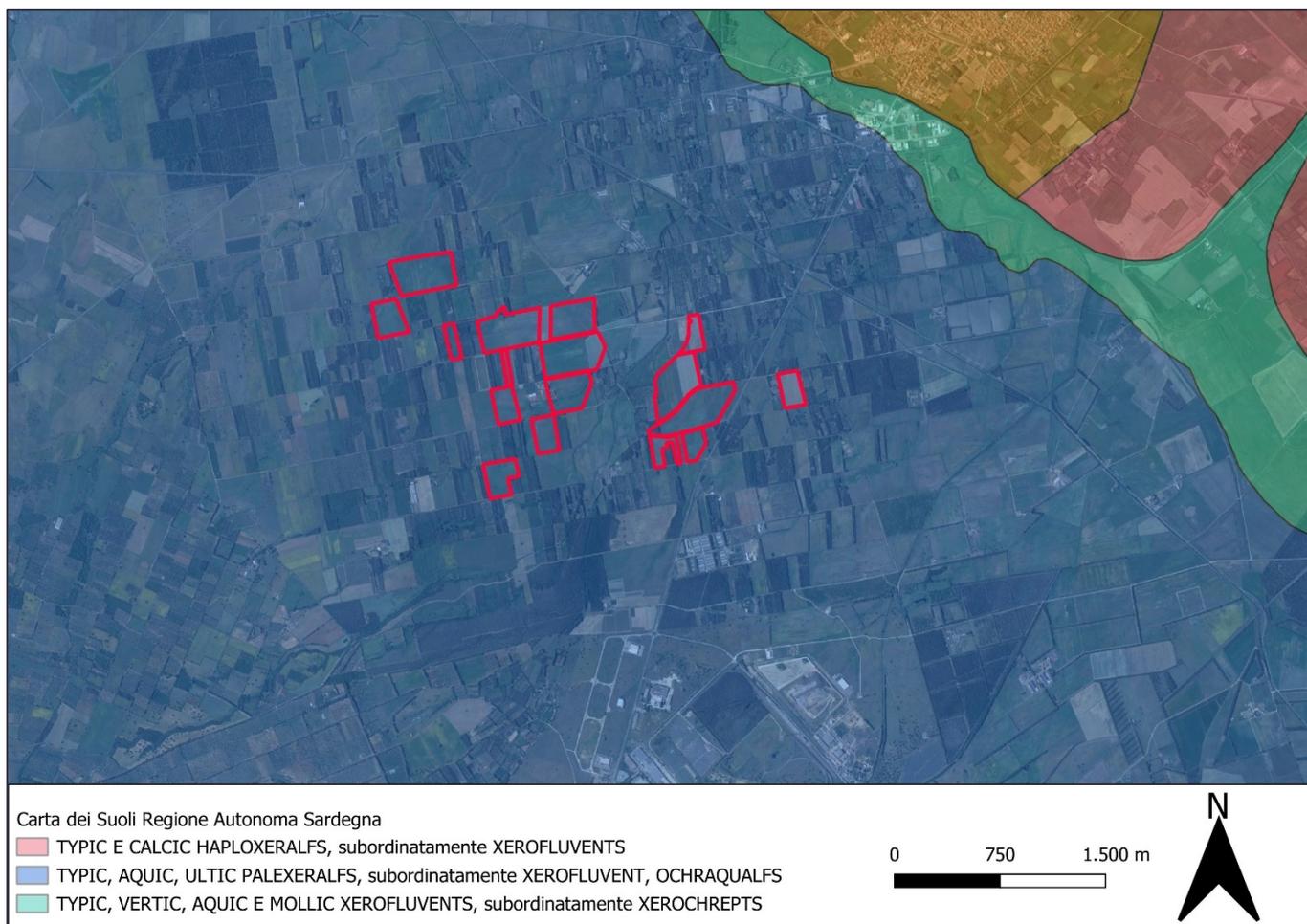


Figura 20 Estratto Carta Dei Suoli della Sardegna

Dalla consultazione della carta è emerso che i suoli presenti nell'area di intervento sono Typic, Aquic, Ultic Palexeralf, subordinatamente Xerofluvent, Ochraqualfs

A. **Typic, Aquic, Ultic Palexeralf:** il suolo fa parte dell'ordine degli Alfisuoli (-"alf"), in un regime climatico xerico (-"xeralf") fresco e umido in inverno e caldo e secco in estate, che presenta un brusco aumento del contenuto di argilla in un orizzonte Argillico Bt (Bt: argilluviazione) con struttura argillosa (senza la formazione di un orizzonte limitante per le radici entro una profondità di 50 cm) (-"Palexeralf").

Di seguito i sottogruppi:

"Ultic" si utilizza per gli altri palexeralfs che hanno un orizzonte argillico o kandico che ha una saturazione in basi (dalla somma dei cationi) di meno di 75 %.

"Aquic" un regime di riduzione per i terreni privi di ossigeno disciolto e saturi quando la temperatura del suolo è superiore a 5 °C (le fluttuazioni stagionali dell'acqua sotterranea sono tipiche). A differenza di altri regimi, il regime di aqui può verificarsi temporaneamente solo per pochi giorni. Poiché questo regime non è definito su base annuale, alcuni suoli con un regime di umidità dell'acqua acquifera hanno anche un regime di umidità del suolo, nel nostro caso Xerico.

“Typic” si utilizza per qualsiasi suolo che non soddisfa i criteri per qualsiasi sottogruppo precedente rientrerebbe, per impostazione predefinita.

B. Xerofluvent: l'Ordine di appartenenza è quello degli “Entisols”, suoli giovani con poco o nessun sviluppo del profilo del suolo, tranne che per un epipedone ocrico (tipicamente sottile e/o di colore chiaro) leggermente scuro, come strato superficiale. Pertanto, questi suoli sono caratterizzati non dai tipi di orizzonti di cui si compongono, ma piuttosto dal loro grado minimo di sviluppo.

Il sottordine è quello dei Fluvents, suoli che sono per lo più marroni o rossastri che si sono formati per sedimentazione recenti, principalmente su pianure alluvionali e delta di fiumi. Gli strati superficiali precedenti, ora coperti da sedimenti più recenti, hanno generalmente contenuti più elevati di carbonio organico rispetto agli strati superiori o inferiori: una diminuzione/aumento irregolare del contenuto di carbonio con l'aumento della profondità è alla base per la definizione dei fluvents. Molti Fluvents sono frequentemente inondati a meno che non siano protetti da dighe o argini. È tipica l'evidente stratificazione dei materiali geolitologici. La maggior parte dei sedimenti alluvionali sono derivati dall'erosione di suoli montani e contengono una quantità apprezzabile di carbonio organico, che è principalmente contenuto nella frazione argillosa. Strati di materiali argillosi o argillosi comunemente hanno più carbonio organico rispetto agli strati sovrastanti più sabbiosi.

A livello di grande gruppo rientra negli “Xerofluvents”, suoli che hanno un clima di tipo mediterraneo (regime di umidità xerico) dove sono gli inverni sono umidi in inverno e le estati secche, e nei 3 mesi estivi c'è assenza di precipitazioni.

C. Ochraqualfs: sono “alfisols” per la cui descrizione si rimanda al punto A.

Il sottordine “aqualfs” fa riferimento alla saturazione idrica che interessa il profilo di suolo, stagionalmente nella stagione umida (inverno) entro i primi 50 cm di suolo, che si attesta osservando l'aspetto ridotto dei minerali (stesse considerazioni per sottogruppo “aquic” punto A), come ad esempio la presenza di un screziature grigie e rossastre.

Il “Grande Gruppo” “Ochr-” fa riferimento alla presenza di un orizzonte superficiale minimamente sviluppato che è tipicamente sottile e/ o di colore chiaro. Tali strati superficiali che sono solo leggermente o moderatamente più scuri di quelli sottostanti per via del maggior contenuto in carbonio organico (per lo più marrone giallastro chiaro a marrone) così come gli orizzonti eluviali di colore più chiaro sotto (sequenza orizzonte A ed E) fino al primo orizzonte diagnostico del sottosuolo. Tale definizione viene attribuita solitamente quando si rileva uno strato superficiale più scuro e nessun altro processo particolare.

Tipicamente, gli Alfisol hanno un orizzonte superficiale costituito da un epipedon¹⁸ ocrico (tipicamente sottile e/o di colore chiaro, eluviale) e un sottosuolo costituito da un orizzonte argillico arricchito di argilla (illuviale, Bt). Tra l'orizzonte superficiale e il sottosuolo, vi è comunemente una zona di lisciviazione di colore chiaro (orizzonte "eluviale"). Il movimento dell'argilla e degli altri agenti atmosferici dagli strati superiori "eluviali" del suolo e il loro successivo accumulo nel sottosuolo (strati "illuviali") è il processo distintivo degli Alfisols. Di conseguenza, questi terreni hanno una saturazione di basi da moderata ad alta poiché le basi nutritive (come calcio, magnesio e potassio) vengono fornite al suolo attraverso gli agenti atmosferici, e il processo di lisciviazione non è sufficientemente intenso per rimuoverle dal suolo prima che le piante possano sequestrarle. Nel clima di tipo mediterraneo, dove le precipitazioni si verificano per lo più in inverno e le estati sono secche, hanno un regime di umidità "Xerico".

Gli Xeralfs sono gli Alfisols delle regioni con un clima di tipo mediterraneo. Sono asciutti per lunghi periodi in estate, invece in inverno accumulano acqua negli strati più profondi. Seminativi a cereali e altre colture annuali sono comuni nelle zone non irrigue degli Xeralfs, come anche l'uva e le olive sono anche colture comuni. Tuttavia, con l'irrigazione, è possibile coltivare un'ampia varietà di colture.

I Palexeralfs sono suoli hanno un orizzonte petrocalcico (cementato dal carbonato di calcio carbonato) o argillico (accumulo di argilla) o kandico (capacità di scambio cationico molto bassa) che è spesso o che ha, sin dal suo confine superiore, un grande aumento del contenuto di argilla. Molti di questi terreni hanno della plintite (stabile, ricca di ossido di ferro che si indurisce irreversibilmente dopo l'esposizione a ripetuti cicli umido-asciutto)

Gli "Ultic Palexeralfs" hanno una saturazione in basi inferiore al 75% in tutte le parti dell'orizzonte argillico. Inoltre, può avere meno del 35% di argilla in tutti i sottorizzonti, e ci può essere, al suo confine superiore, un aumento inferiore al 20% (assoluto) del contenuto di argilla rispetto allo strato precedente.

Il sottogruppo "Aquic" viene attribuito quando i suoli sono interessati da saturazione che è di lunga durata, o comunque sufficiente per provocare l'esaurimento di ossigeno da parte dei microrganismi, diventando così anaerobico) regime di umidità del suolo. Nell'ambiente anaerobico, i microbi devono contare sugli elementi tranne l'ossigeno per effettuare il loro

¹⁸ Primi 30-50 cm di suolo

metabolismo, e utilizzano ferro e manganese che vengono "ridotti" (cioè, guadagnano un elettrone). Quando questi elementi vengono convertiti dal loro stato ossidato al loro stato ridotto, diventano mobili e si muovono in soluzione all'interno del suolo. Di conseguenza, gli ioni manganese e ferro tendono a spostarsi lungo un gradiente dalle aree all'interno del suolo prive di ossigeno alle aree dove è presente ossigeno. Nelle aree ossigenate, gli ioni sono restituiti al loro stato ossidato (cioè perdono un elettrone) e sono immobilizzati. Questo processo è caratterizzato dalla formazione di caratteristiche redoximorfiche nel suolo: le aree impoverite di ferro e manganese tendono ad essere di colore grigio, mentre le aree in cui il ferro e il manganese si sono accumulati sono più rosso (o nero per il manganese).

Gli Entisols sono suoli che presentano poco o nessun sviluppo pedogenetico, eccetto la formazione di un orizzonte ochrico diverso dagli strati profondi perché leggermente più scuro, tipicamente sottile e/ o di colore chiaro. Pertanto, questi suoli sono caratterizzati non dai tipi di orizzonti che si sono formati, ma piuttosto dal loro grado minimo di sviluppo del suolo.

I Fluvent consistono in depositi alluvionali stratificati e hanno una diminuzione irregolare/ aumento del contenuto di carbonio con l'aumento profondità.

Gli Xerofluvents suoli hanno un clima di tipo mediterraneo (regime di umidità Xeric). Questi suoli si formano su pianure alluvionali o lungo i corsi di fiumi, dove sono sovente inondati.

Per gli ochraqualf valgono le considerazioni fatte per gli alfisuoli in condizioni di ristagno idrico.

A sostegno della descrizione macroscopica dei suoli che insistono sull'area di intervento, sono stati consultati dei campionamenti puntuali, di cui la Regione Sardegna ha messo a disposizione i dati rilevati da AGRIS, effettuati tra il 2000 e il 2008, che ci restituiscono dei dati puntuali e pertanto più precisi. In figura 22 la localizzazione dei punti di campionamento.

Nello specifico si è deciso di valutare i parametri emersi dalle analisi dei punti 4040, 522, 638, 2048, 2047, così da poter avere una stima dei parametri pedologici per l'area di intervento.



Figura 21 Posizione campionamenti pedologici (Agris)

Tabella 3 Valori campionamenti puntuali

Cod. Campionamento	Comune	Ph	CSC
4040	Gonnosfanadiga	6,65	12,7
522	Gonnosfanadiga	6,41	15
638	San Gavino Monreale	6,81	0
2047	Villacidro	6,14	4,94
2048	San Gavino Monreale	7,06	13,23
Sabbia g/kg	Limo g/kg	Argilla g/kg	Tessitura
354	366	280	Franco Argillosa
440	292	268	Franco
0	0	0	N.D.
809	61	130	Franco Sabbioso
728	96	176	Franco Sabbioso
Corg g/kg	Sost. Org. g/kg	N_Tot %	C/N
12,9	22,3	1,2	10,7
10,3	18	0,97	10,6
11,58	20	1,07	10,8
0	0	0	0
0	0	0	0

La tessitura varia da Ovest a Est aumentando il contenuto di sabbia, e diminuendo di conseguenza quello di argilla: la tessitura varia da FS a FA : la tessitura, e quindi la fertilità fisica non sembra essere particolarmente limitante verso le lavorazioni del suolo. Riguardo la fertilità chimica, il pH dei campionamenti rimane pressoché invariato, attestandosi tra il sub-acido e il neutro, il contenuto di Carbonio organico si attesta intorno all'1%, valore al di sotto del valore ritenuto ottimale (3%), così come l'azoto, il cui valore ottimale è del 2%. I valori di CSC, C/N risultano invece buoni, a sola eccezione della CSC del campione 2047 che è bassa.

In conclusione, questi suoli possono definirsi come suoli abbastanza fertili chimicamente, profondi, a tessitura generalmente franca, che varia tra franco-argillosa a franco-sabbiosa, che quindi richiedono importanti accorgimenti e lavorazioni profonde per favorire la regimazione delle acque e l'approfondimento radicale, e avranno invece problemi di carenza idrica quando la tessitura risulterà sabbiosa.

Ulteriori accorgimenti per questi suoli possono essere apporti di sostanza organica e calcitazioni per migliorare la struttura del suolo ed evitare il dilavamento dell'argilla, trattenuta dalle cariche positive polivalenti, ad esempio di Calcio e Magnesio.

5.3 CAPACITÀ DI USO DEL SUOLO

Le limitazioni finora esposte sono racchiuse nell'immagine 23, che rappresenta uno stralcio della carta di Capacità d'uso dei suoli della Regione Autonoma della Sardegna.

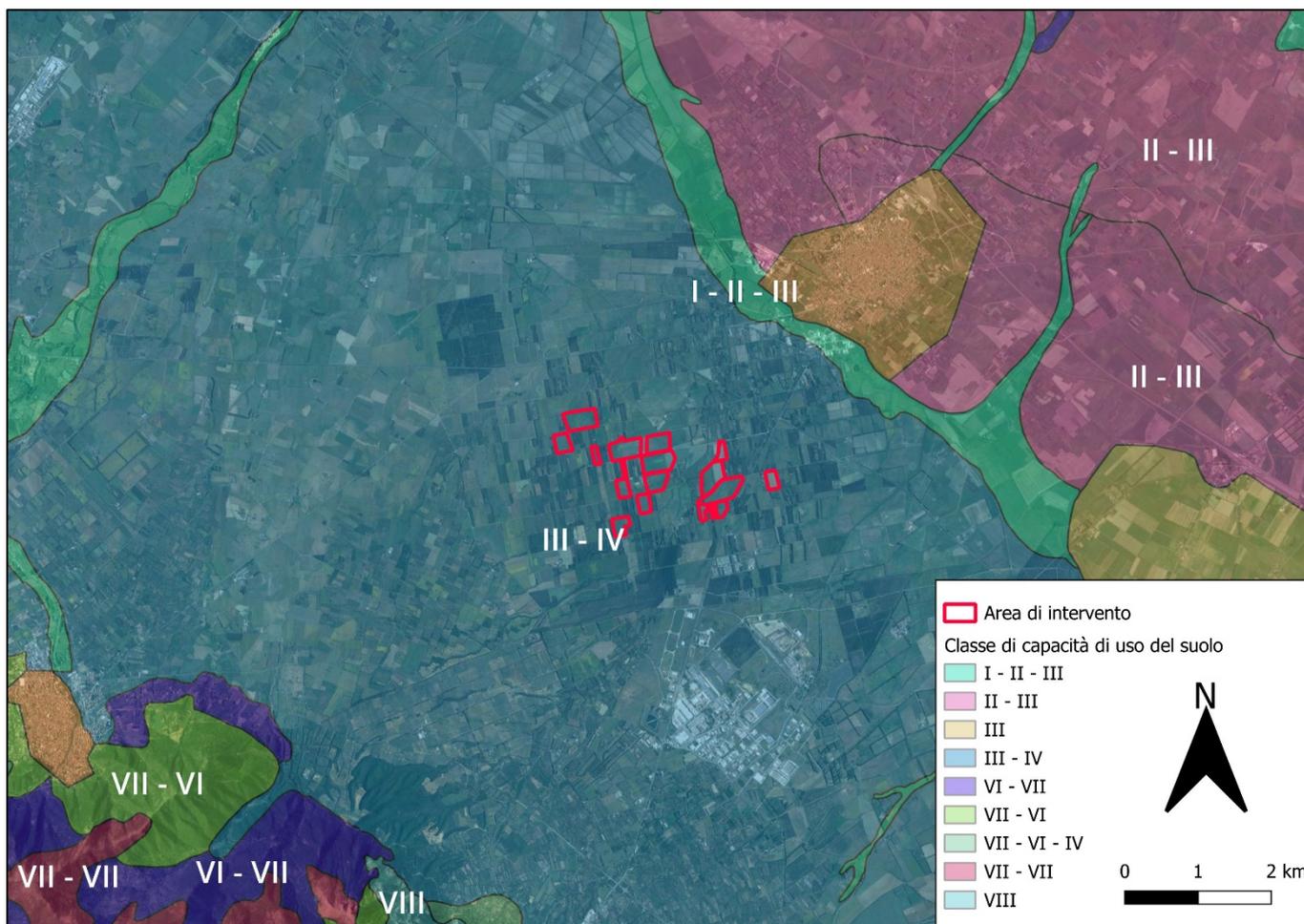


Figura 22 Estratto Carta Capacità di uso del Suolo

Le classi individuate sono le seguenti: III classe e IV classe.

Entrambe le classi ricadono nella categoria delle “Terre arabili” e presuppongono un intensivo utilizzo agricolo, ciò nonostante presentano delle limitazioni nel loro uso.

III classe

Suoli che hanno severe limitazioni che riducono le alternative colturali e/o che richiedono speciali pratiche di conservazione. Si tratta di suoli con morfologie ondulate, moderatamente profondi, che hanno una debole erosione idrica laminare riferibile a superfici limitate; sono caratterizzati da tessitura, pietrosità superficiale e scheletro che intralciano alcune operazioni colturali e lo sviluppo di alcune colture. In ogni caso, sono suoli adatti a qualsiasi uso ma con minore attitudine alla coltivazione intensiva per via della limitata scelta di colture e le pratiche di conservazione più difficili da applicare e da mantenere nel tempo.

IV classe

Suoli che hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture e/o richiedono rigorose tecniche conservative. Si tratta di suoli su morfologie da ondulate a collinari, moderati fenomeni erosivi laminari e/o incanalati riferibili a superfici di limitata estensione, mal drenati o eccessivamente drenati e dotati di moderatamente bassa capacità di ritenzione idrica. Sono caratterizzati da pietrosità superficiale e scheletro notevolmente intralcianti alcune operazioni agricole e lo sviluppo delle colture. Sono suoli adatti a qualsiasi uso ma con minima attitudine alla coltivazione intensiva per via della drastica riduzione delle scelte colturali e delle complesse pratiche gestionali di conservazione richieste, tecnicamente più onerose da applicare e da mantenere in buona efficienza.

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile poi raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale, vengono a tal proposito utilizzate delle sottoclassi di capacità d'uso che prevedono l'apposizione di una o più lettere minuscole dopo il numero romano che indica la classe. Le sottoclassi sono: s, w, e, c. Esse segnalano se la limitazione è dovuta: a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c).

I suoli dell'area di intervento presentano le seguenti limitazioni: "eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione"¹⁹.

Pertanto, oltre ad appartenere alle classi III e IV, sicuramente sono ascrivibili alle seguenti sottoclassi:

- **s** = in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità;
- **w** = alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni simili per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio.

Nonostante nella Carta dei suoli della Sardegna venga segnalato il "moderato pericolo di erosione", tra le limitazioni non viene ritenuto opportuno ascrivere i suoli dell'area di San Gavino Monreale nella sottoclasse "e" (rischio di erosione), poiché essa è più propriamente riconducibile

¹⁹ Carta dei suoli della Sardegna, Regione Autonoma della Sardegna

alla presenza di grosse pendenze che nel territorio di interesse non vengono riscontrate, e pertanto è riconducibile sono all'erosione idrica superficiale (*rill erosion*).

Q	Profondità utile per le radici (cm)	Lavorabilità	Pietrosità superficiale	rocciosità	Fertilità	Salinità EC _e (mS/cm)	Disponibilità di ossigeno per le radici	Rischio di inondazione	Inclinazione del pendio	Rischio di franosità	Rischio di erosione	Rischio di deficit idrico	Interferenza climatica
scl	s	s	s	s	s	s	w	w	e	e	e	c	c

Tabella 3 –Criteri per l'attribuzione della sottoclasse di capacità d'uso ai tipi di suolo

6. IDROGRAFIA

6.1 AREA VASTA

L'idrografia della Sardegna si presenta con i caratteri tipici delle regioni mediterranee. Tutti i corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime torrentizio (estive quasi nulle, dovuto, fondamentalmente, alla stretta vicinanza tra i rilievi e la costa. I corsi d'acqua hanno prevalentemente pendenze elevate, nella gran parte del loro percorso, e sono soggetti ad importanti fenomeni di piena nei mesi tardo autunnali ed a periodi di magra rilevanti durante l'estate, periodo in cui può verificarsi che un certo corso d'acqua resti in secca per più mesi consecutivi. Diversi corsi d'acqua assumono una forte valenza strategica dal punto di vista socioeconomico poiché, allo stato attuale, la risorsa idrica superficiale risulta essere la principale, se non addirittura l'unica, fonte di approvvigionamento effettivamente impiegata per tutte le tipologie d'uso.

In ambito di programmazione delle risorse idriche la Sardegna è stata suddivisa in zone idrografiche: tale suddivisione è stata fatta basandosi sulle effettive demarcazioni idrografiche e sulla forte interconnessione esistente a livello di risorsa ma anche di utilizzo. Pertanto, per una più razionale rappresentazione del patrimonio conoscitivo, l'intero territorio regionale è stato suddiviso in Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.) ognuna costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi.

L'area oggetto di studio ricade nell'U.I.O. (Unità Idrografica Omogenea) del Mannu di Pabillonis-Mogoro e ha un'estensione di circa 1.710,25 km². L' U.I.O. comprende oltre ai due bacini principali, quello del Flumini Mannu di Pabillonis e quello del Riu Mogoro Diversivo, una serie di bacini costieri che interessano la costa sud-occidentale della Sardegna a partire dal Golfo di Oristano sino ad arrivare a Capo Pecora, nel comune di Buggerru.

La U.I.O. è delimitata a sud dalle pendici settentrionali del massiccio del Linas-Marganai, a nord e a est dalla fossa del Campidano, mentre a ovest troviamo la fascia costiera. Le quote variano da 0 m s.l.m. nelle aree costiere ai 1236 m s.l.m. di Punta Perda de Sa Mesa nel massiccio del Linas. I corsi d'acqua principali, da cui prendono il nome gli omonimi bacini sono:

- Il Flumini Mannu di Pabillonis, che ha origine sulle colline ad est di Sardara e sfocia nello stagno di S. Giovanni, drenando una superficie di 593,3 Km². I suoi affluenti principali sono il Rio Belu e il Rio Sitzzerri che drenano tutta la parte orientale del massiccio dell'Arburese.
- Il Riu Mogoro Diversivo, che ha le sue sorgenti nelle pendici meridionali del Monte Arci, e sfocia anch'esso nella parte meridionale del Golfo d'Oristano nella complessa area umida degli stagni di Marceddì e San Giovanni, dove si viene praticata l'itticoltura.

Altri corsi d'acqua del primo ordine abbastanza rilevanti sono, oltre al Rio Mannu di Fluminimaggiore, il Rio Naracauli e il Rio Piscinas che drenano le aree minerarie dismesse dell'Arburese – Guspinese. Inoltre, si segnala l'importanza del Riu Merd'e Cani che drena le acque provenienti dalle pendici settentrionali del Monte Arci e finisce il suo corso in un'altra area umida, quella dello Stagno di Santa Giusta. Sicuramente l'elemento caratterizzante questa U.I.O. è il vasto sistema di aree umide costiere che oltre agli stagni di Marceddì e San Giovanni annovera anche lo Stagno di Santa Giusta e lo Stagno di S' Ena Arrubia, oltre a una serie di corpi idrici minori. Nella piana del Campidano l'idrografia è abbastanza complessa, caratterizzata da corsi d'acqua che hanno un bacino idrografico esteso come il Flumini Mannu di Cagliari che raccoglie le acque del Rio Leni all'altezza di Serramanna, il Rio Cixerri, il Flumini Mannu di Pabillonis e da corsi d'acqua locali con bacino idrografico modesto o piccolo.

L'idrografia superficiale è per lo più impostata secondo le linee di massima pendenza con pattern rettilineo; molti dei corsi d'acqua sono regimati; si segnala inoltre la presenza di canali di drenaggio superficiale, realizzati per ridurre al minimo i fenomeni di ruscellamento diffuso.

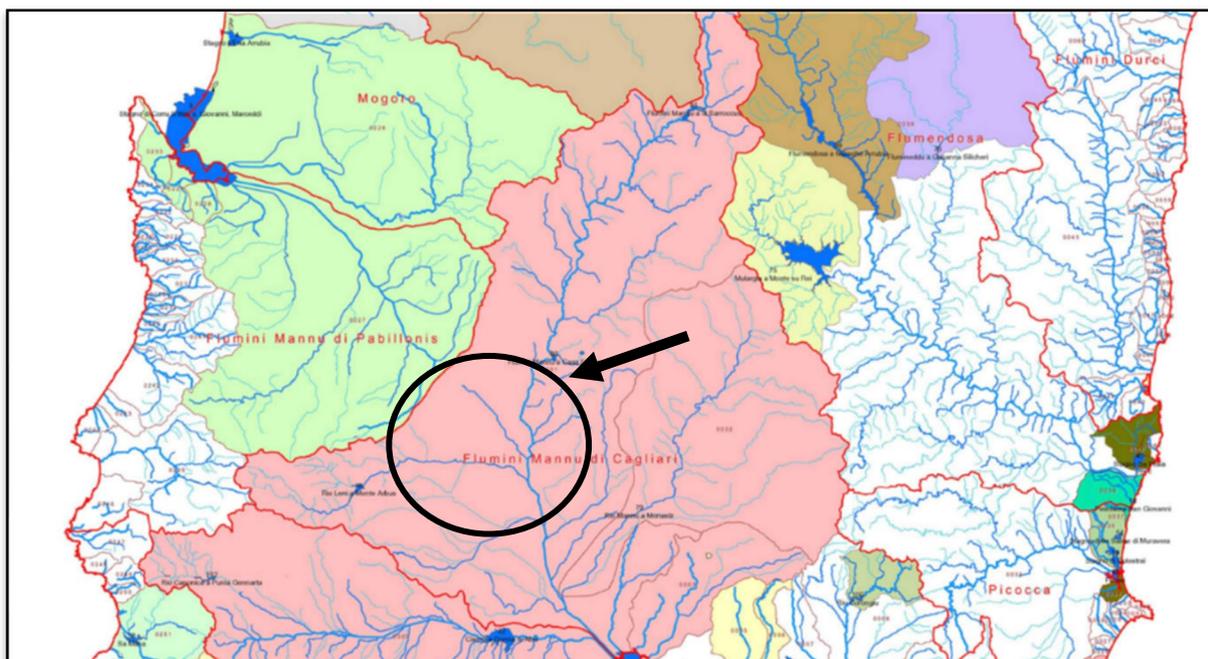


Figura 23 Posizione dell'area d'intervento (in nero) rispetto all' U.I.O. del Flumini Mannu Pabillonis - Mogoro

6.2 AREA DI SITO

Il territorio di San Gavino Monreale ricade nel bacino del Flumini Mannu di Pabillonis, nell' Unità Idrografica Omogenea del Mannu di Pabillonis-Mogoro. Nello specifico, in 25 è rappresentata l'area dell'impianto fotovoltaico, che è limitrofa al Riu Santa Maria Maddalena, per il quale è stata anche verificata la distanza di rispetto di 150 metri dei corsi d'acqua iscritti all'Elenco delle acque pubbliche, rappresentata con il buffer di colore azzurro in figura 25.

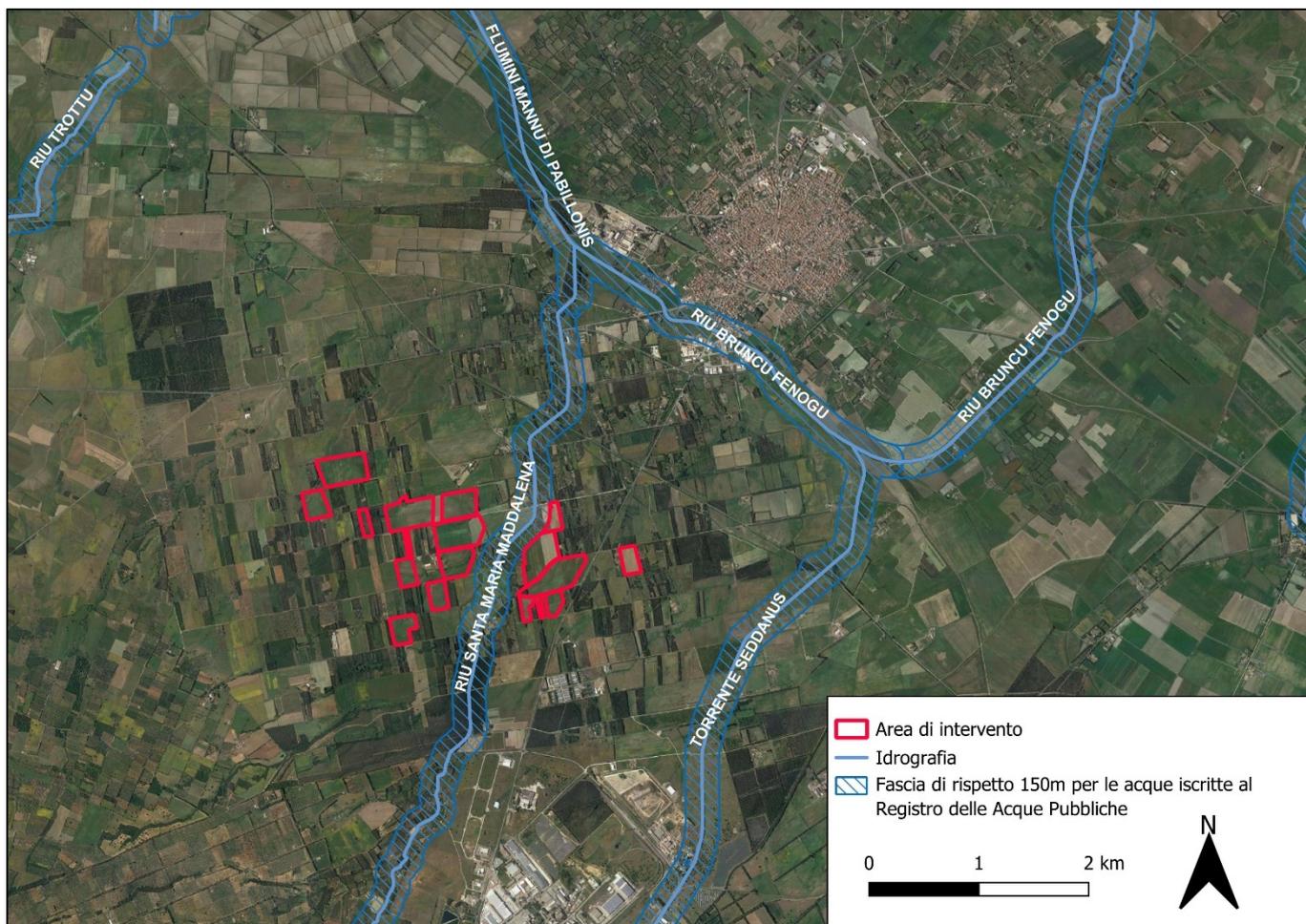


Figura 24 Idrografia area d'intervento

7. VEGETAZIONE POTENZIALE

La Sardegna, per la sua posizione geografica, per la storia geologica, per l'insularità e per la variabilità climatica, ha una vegetazione quasi esclusivamente di tipo mediterraneo, costituita da formazioni vegetali che vivono in equilibrio più o meno stabile in un clima che, a causa dell'aridità estiva, se intervengono cause di degrado, non sempre permette una rapida ricostituzione dell'equilibrio biologico preesistente.²⁰ San Gavino Monreale, come del resto l'intero Medio Campidano, è una zona prevalentemente inserita nel sistema agricolo, che però merita un'attenzione anche naturalistica dato che le locali presenze di specie permettono di ricostruirne le diverse potenzialità vegetazionali.²¹ Tra le formazioni arboree forestali, le leccete sono senza dubbio quelle che presentano maggiore diffusione, presenti dal livello del mare sino ai 1200m di quota, con esempi di alta naturalità. La macchia in Sardegna, come nel resto dell'intero bacino mediterraneo, è considerata generalmente come una formazione secondaria dovuta all'attività diretta e indiretta dell'uomo, che tramite le utilizzazioni agricole, il pascolamento degli animali domestici e gli incendi, già dal lontano passato, ha ridotto considerevolmente le foreste a favore di specie di sclerofille o comunque piante maggiormente plastiche e con caratteristiche biologiche (elevato potere pollonifero, proprietà tossiche, spinescenza, elevata produzione ed efficacia nella dispersione dei semi, attività fotosintetica in diversi periodi dell'anno) in grado di rispondere con maggiore successo ai diversi impatti sull'ambiente (aridità, degrado dei suoli, decremento della sostanza organica per effetto del fuoco e del dilavamento delle acque meteoriche, pascolamento, andamento incostante del clima). La macchia mediterranea, nella sua massima espressione della macchia-foresta, è una formazione climatica del tutto autonoma rispetto agli altri ecosistemi forestali come dimostrano tuttora le estese formazioni a *Olea oleaster* e *Pistacia lentiscus*, di *Phillyrea latifolia*, di *Arbutus unedo*, di *Pistacia terebinthus* ed anche la presenza dei grandi alberi di queste specie.

Tra i componenti floristici della macchia mediterranea, limitatamente alle specie legnose, si osserva che la gran parte sono specie a larga distribuzione, mentre sono molto rare le specie endemiche; molte sono indifferenti al substrato (*Pistacia lentiscus*, *Olea oleaster*, *Cytisus villosus*), alcune sono esclusive delle aree silicee (*Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Genista aetnensis*, *Cytisus villosus*, *Cistus monspeliensis*) o calcaree (*Pistacia terebinthus*). Altre

²⁰ Camarda I., Laureti L., Angelini P., Capogrossi R., Carta L., Brunu A., 2015 "Il Sistema Carta della Natura della Sardegna". ISPRA, Serie Rapporti, 222/2015

²¹ Blasi C. & Biondi E. 2017. *La flora in Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, pp. 704. Sapienza Università Editrice, Roma.*

ancora presentano un ampio *range* altitudinale (*Erica scoparia*), mentre altre sono limitate fortemente dalle fasce termometriche (*Anagyris foetida*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*). Concorrono ancora a formare la macchia, alberi (*Quercus ilex*, *Quercus coccifera*), arbusti (già menzionati), liane (*Smilax aspera*, *Clematis cirrhosa*) che ne determinano il carattere di difficile percorribilità. Il numero delle specie legnose, comunque, è molto elevato ed esse vanno dalle sclerofille sempreverdi (*Phillyrea latifolia*) alle caducifoglie a ciclo autunnale-invernale (*Anagyris foetida*, *Euphorbia dendroides*), dalle aghiformi resinose alle aghiformi non resinose a fioritura estivo-autunnale (*Erica multiflora*), con rami fotosintetizzanti (*Spartium junceum*, *Genista spp.*).

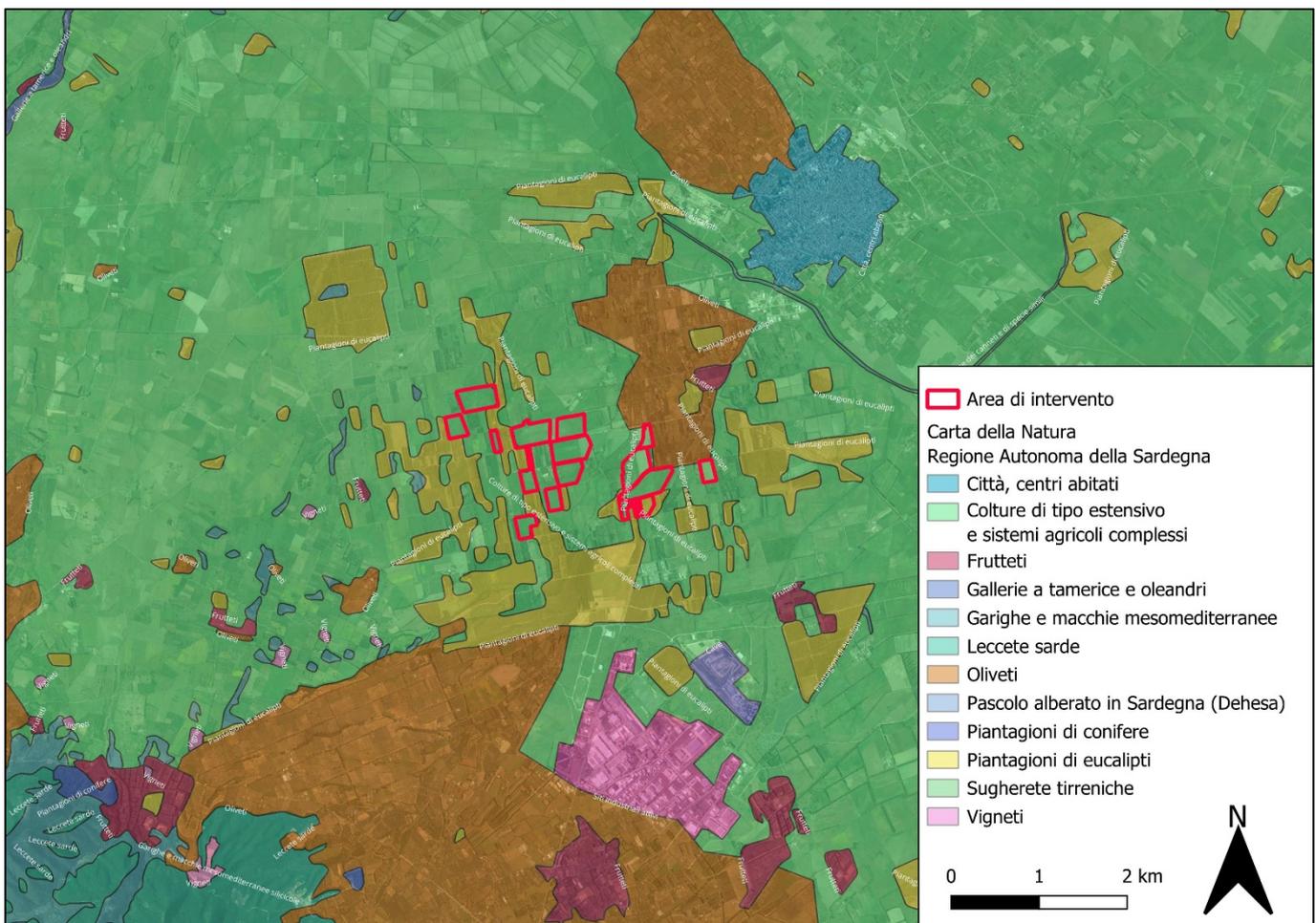


Figura 25 Vegetazione San Gavino Monreale (Fonte: Regione Autonoma della Sardegna)

In prossimità del sistema urbano prevalgono le comunità dinamicamente collegate a *Olea europaea* var. *sylvestris* con *Asparagus acutifolius*, che potenzialmente penetra nelle vaste aree pianeggianti a clima termomediterraneo con precipitazioni annue particolarmente basse.

È bene ricordare la presenza in questo contesto anche di *Euphorbia dendroides* e *Chamaerops humilis*. Lungo i corsi d'acqua, le formazioni igrofile sono caratterizzate da formazioni miste dominate di volta in volta da specie diverse quali *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia subsp. Oxycarpa*, *Salix spp.*, *Sambucus nigra* e *Tamerix gallica*. Il settore meno elevato del Campidano (più interessato dalle coltivazioni agricole) potrebbe ospitare sugherete con *Quercus ilex*, *Arbustus unedo*, *Viburnum tinus*. Le aree collinari invece ospitano formazioni arboree dominate da *Quercus virgiliana*, con diverse specie sempreverdi come *Rosa sempervirens*, *Pistacia lentiscus*, *Lonicera implexa*, *Vitex agnus-castus*.

7.1 VEGETAZIONE AREA DI INTERVENTO

Come visibile in figura 27, la vegetazione forestale sita nei pressi dell'area di intervento è fondamentalmente appartenente alla classe delle "piantagioni". A seguito di una preliminare analisi mediante fotointerpretazione e poi di dovuti sopralluoghi, è possibile considerare sostanzialmente tali piantagioni come rimboschimenti di eucalipti.

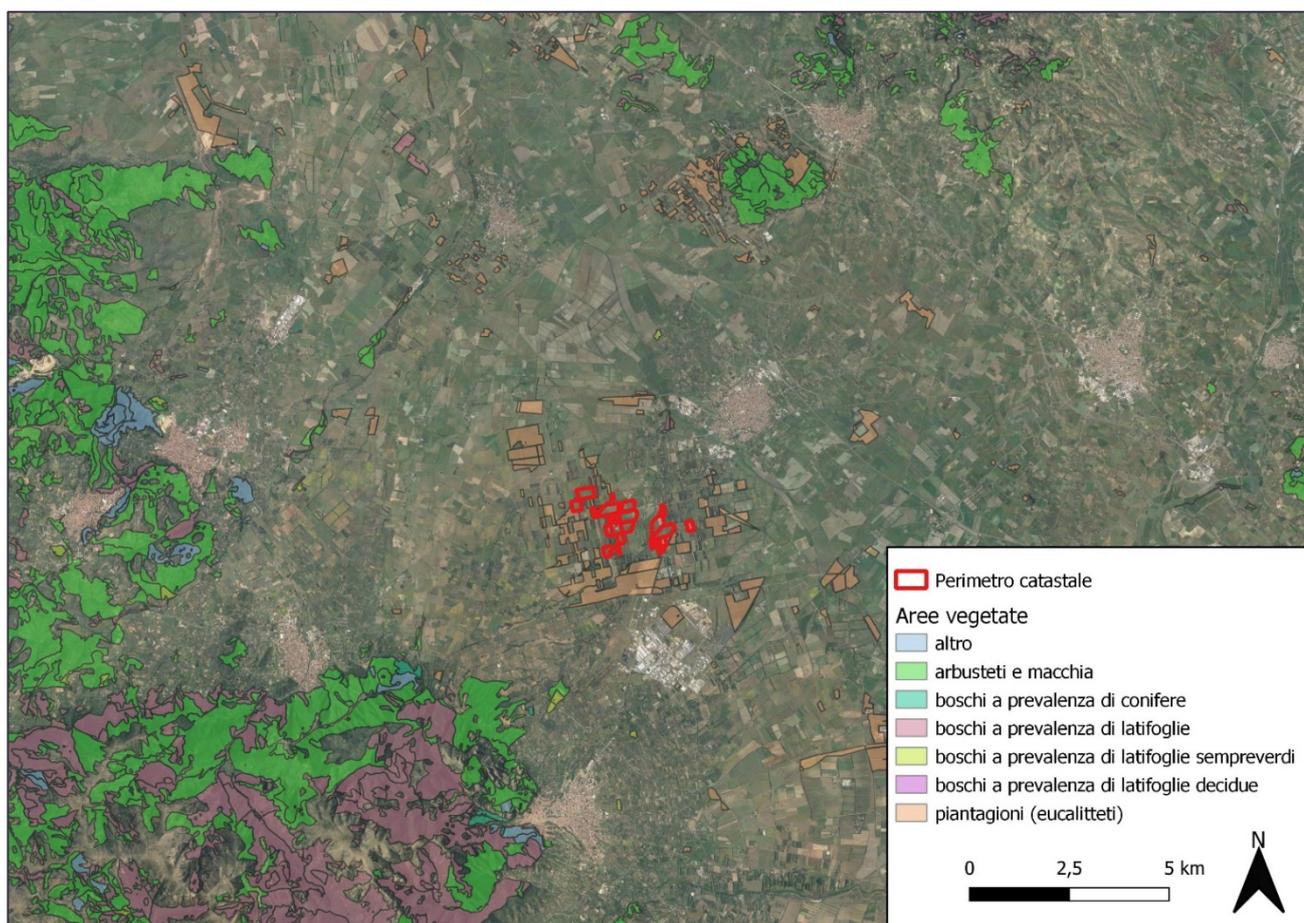


Figura 26 Vegetazione forestale San Gavino Monreale (Fonte: Regione Autonoma della Sardegna)

Gli eucalipti sono quindi una specie alloctona in Sardegna, ma che si è affermata in tutto il territorio dell'isola fino a rappresentarne, ad oggi, un elemento caratteristico del paesaggio, soprattutto nella Sardegna sud-occidentale e lungo tutta la fascia costiera. Infatti, sono un genere di piante arboree originario di Oceania e Filippine; la loro diffusione in Europa si è affermata circa un secolo fa grazie alle caratteristiche di adattarsi bene ad ogni tipo di substrato, tollerare bene la siccità e resistere agli inquinanti atmosferici. Soprattutto in Sardegna l'eucalipto fu introdotto nel XIX secolo, e nel XX secolo venne estensivamente utilizzato, specie nelle aree da bonificare e a ridosso dei canali, oltre ad essere stati sfruttati nei rimboschimenti delle dune sabbiose, nella realizzazione di fasce frangivento, nelle alberature stradali e nell'arboricoltura da legno (attualmente, grazie alla velocità di accrescimento, viene ancora coltivato per ricavare legna da ardere e cellulosa). Le specie del genere *Eucalyptus* maggiormente coltivate in Sardegna sono: *E. camaldulensis* (eucalipto rosso) ed *E. globulus* (eucalipto globulo); ma non mancano altre varietà a scopo ornamentale lungo la fascia litoranea, i villaggi turistici e le ville al mare. Oltre agli eucalipti meritano menzione le macchie arbustive di lentisco, che predominano sulle altre componenti vegetazionali.

8.PROGETTO DEL VERDE

8.1 GENERALITÀ

La superficie complessiva dell'area d'intervento è di circa 100 **ettari**, che si articolano in differenti lotti ubicati tra la SS196 (Strada Statale di Villacidro) a Sud e la SS197 a Nord, a Sud-Ovest del centro abitato di San Gavino Monreale.

La valutazione del territorio, sia sotto il profilo pedoclimatico che sotto quello vegetazionale, ha portato alla definizione di soluzioni progettuali che tendono a favorire l'integrazione dell'opera con il paesaggio dell'area e con la vocazione agricola e forestale dei luoghi e con il contesto ambientale.

La notevole dimensione del lotto ha richiesto uno studio del territorio molto approfondito e un'attenta analisi percettiva. In sintesi, i fattori considerati e le misure prese sono rivolti:

- **alla mitigazione**: al fine di inserire armonicamente, nella misura del possibile, l'opera con i segni preesistenti; pur con la necessaria modifica dei luoghi, inevitabile con l'inserimento di impianti areali vasti che sono indispensabili per consentire la transizione energetica del

paese, la vegetazione di progetto andrà a definire i contorni dei campi al fine di ridurre la visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viarie limitrofe;

- **alla riqualificazione paesaggistica:** per evidenziare le linee caratterizzanti il paesaggio, assecondando e valorizzando le trame catastali e l'assetto viario;
- **alla salvaguarda delle attività rurali:** realizzando spazi destinati all'agricoltura sia all'interno del campo, con l'inserimento di oliveti super intensivi tra i pannelli, sia all'esterno dei campi, con oliveti tradizionali dove il terreno presenta pendenze elevate;
- **alla tutela degli ecosistemi e della biodiversità:** l'inserimento di ampie fasce di mitigazione migliora la qualità dei luoghi incrementando la variabilità vegetazionale e con essa la salvaguardia delle *keystone species* (quelle specie che hanno la capacità "ingegneristica" e costruttiva di modificare in modo significativo l'habitat rendendolo ospitale per molte altre specie); l'intervento persegue l'obiettivo di aumentare la biodiversità attraverso la realizzazione di complessità strutturale ed ecologica capace di autosostenersi nel tempo e continuare a vivere anche oltre la durata dell'impianto fotovoltaico, garantendo l'erogazione dei servizi ecosistemici (quella serie di servizi che i sistemi naturali generano a favore dell'uomo, ma anche alla fauna locale che troverà occasioni di riparo, habitat e approvvigionamento);
- **connessione ecologica:** le fasce perimetrali e ripariali fungeranno da percorso per le specie faunistiche, di connessione quindi verso le grandi aree protette, garantendo quindi una loro interconnessione.

Le considerazioni alla base del progetto hanno seguito gli indirizzi progettuali del PTCP del Medio Campidano, tra cui:

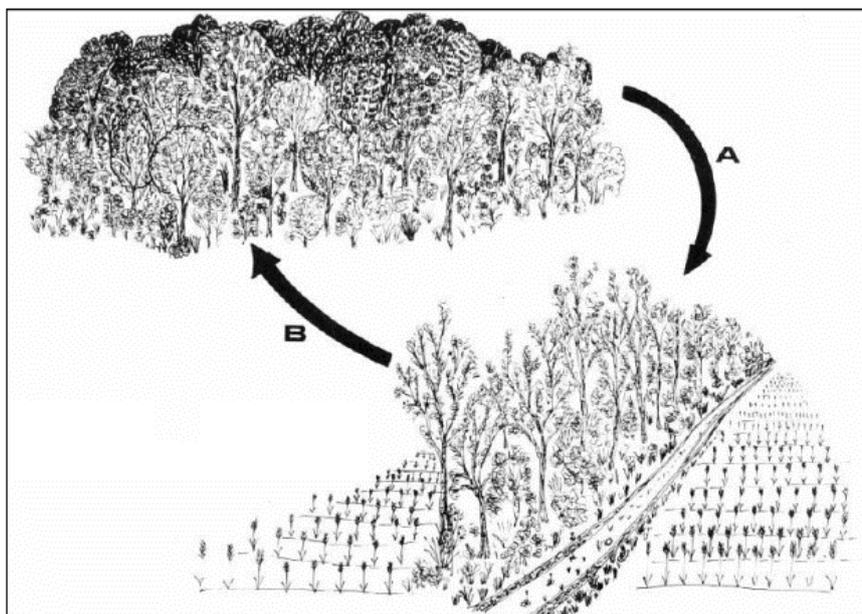
- Riqualificare la copertura vegetazionale e l'uso del suolo nei settori fortemente degradati, costituita in prevalenza da coltivi e pascoli, attraverso: l'uso compatibile della risorsa e contenendo lo stato di abbandono delle pianure agricole ed incentivando le coltivazioni di tipo estensivo e di qualità; locali rimboschimenti con specie autoctone, anche al fine di contenere i processi di erosione della coltre pedogenica.
- Conservare le generali condizioni di permeabilità da media ad elevata della potente copertura detritica alluvionale delle piane fluviali e delle conoidi, attraverso il mantenimento delle interazioni idrogeologiche tra i deflussi superficiali in alveo e le falde (v. capitolo 8.2)

Il nostro progetto del verde mira alla creazione di sistemi agroforestali con microhabitat diversificati, tanto sul piano microambientale, che sul piano delle comunità vegetali, che

supportano una particolare diversità specifica sia di erbivori che di predatori. In tal senso i sistemi agroforestali che andremo a realizzare, costituiscono dal punto di vista ecologico e paesaggistico dei veri e propri corridoi, intesi come “ecosistemi” (o meglio ecotopi”) di forma grossomodo lineare con caratteri e specie propri del territorio dove verranno collocate

Le caratteristiche dei corridoi (in particolare dei corridoi vegetati) variano in funzione della struttura interna ed esterna, e sono influenzate da una serie di attributi:

- la larghezza (parametro della struttura orizzontale), che nei corridoi ingloba l'effetto gradiente tra i due margini del sistema, le cui caratteristiche ambientali generalmente differiscono tra loro e confinano con habitat diversi;
- la porzione centrale, che può possedere peculiarità ecologiche proprie o contenere ecosistemi diversi (corsi d'acqua, strade, muretti, ecc.);
- la composizione e la struttura verticale;
- diversità delle specie, intesa come numero di specie diverse;
- utilizzo sia di specie arboree che arbustive, per creare più habitat.



- **Figura 31 - Schema illustrativo della dinamicità tra foresta e siepi. (Lorenzoni, 1989, modificato)**

In figura 28 sono rappresentati i SIC (Siti di Importanza Comunitaria), le ZPS (Zone di Protezione Speciale), le OPF (Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura) e i centri di monitoraggio di chiroterri (importanti “sentinelle ecologiche”) individuati nel territorio dell’area di intervento.

Apprendere quali siano le aree da mettere in connessione è importante per conoscerle, studiarle, e quindi mettere in atto una progettualità che possa favorire al meglio la cucitura tra tali aree, nonostante nessuna area tutelata risulta essere limitrofa o contigua all'area di intervento.

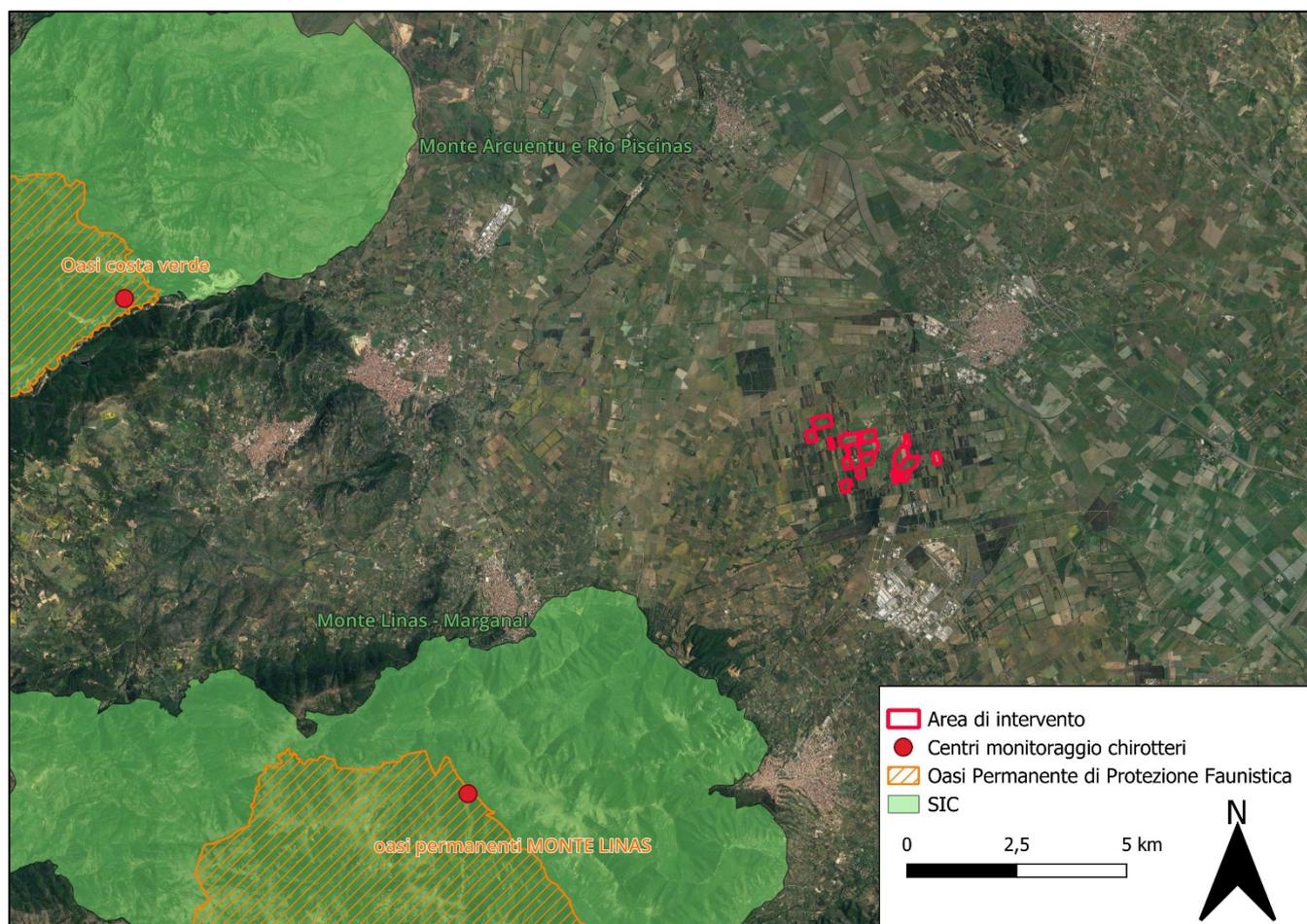


Figura 27 Connessioni reti ecologiche

La necessità di minima interferenza dell'elemento vegetale con il campo fotovoltaico ha portato alla scelta di specie sempreverdi e decidue a chioma espansa.

Il portamento, le dimensioni e l'habitus vegetativo delle diverse specie arboree e arbustive saranno tali da garantire un effetto coprente continuo nel tempo e nello spazio, fornendo quindi occasioni di riparo per la fauna.

Le specie fruttifere scelte, oltre ad offrire delle macchie di colore molto decorative nelle varie stagioni dell'anno, forniranno una fonte supplementare di cibo per la fauna del luogo.

L'inserimento paesaggistico è stato opportunamente studiato osservando il territorio, catturandone i caratteri distintivi.

Nel contesto dell'area agricola di San Gavino sono presenti numerose piantagioni di eucalipti, sia per funzione produttiva che di barriera visiva e frangivento, disposti secondo pattern regolari o disposti a filari, analogamente, l'impianto arboreo-arbustivo di mitigazione seguirà tale schematismo, seguendo un criterio ordinato e geometrico come gli impianti di eucalipti.

La vegetazione autoctona già presente verrà mantenuta: sia tutti i filari alberati che le macchie arbustive preesistenti di lentisco (*Pistacia lentiscus*) verranno integrate e valorizzate per dar loro risalto.

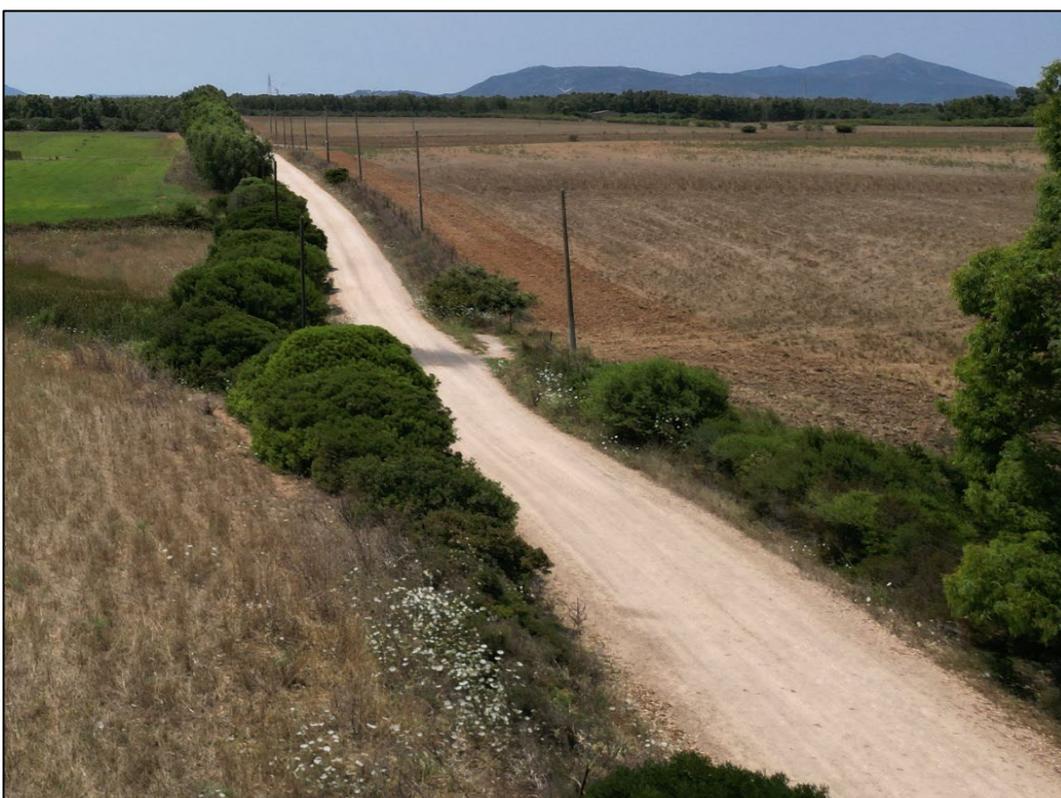


Figura 28 Esempio di macchia di lentisco da mantenere

8. 2 IMPIANTO DI MITIGAZIONE

Il trapianto di nuova vegetazione, , verrà eseguito in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti della macchia alta e della boscaglia, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità. Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed uno arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta del sistema macchia-bosco mediterraneo. Lo scopo di questa fascia vegetale, che nel suo complesso copre una superficie di circa **26 ettari**, è quello sia di mitigare visivamente l'impatto del campo fotovoltaico, e sia quello di connettere le aree naturali presenti nei dintorni, sviluppando rapporti dinamici tra le aree boschive preesistenti e le neoformazioni forestali.

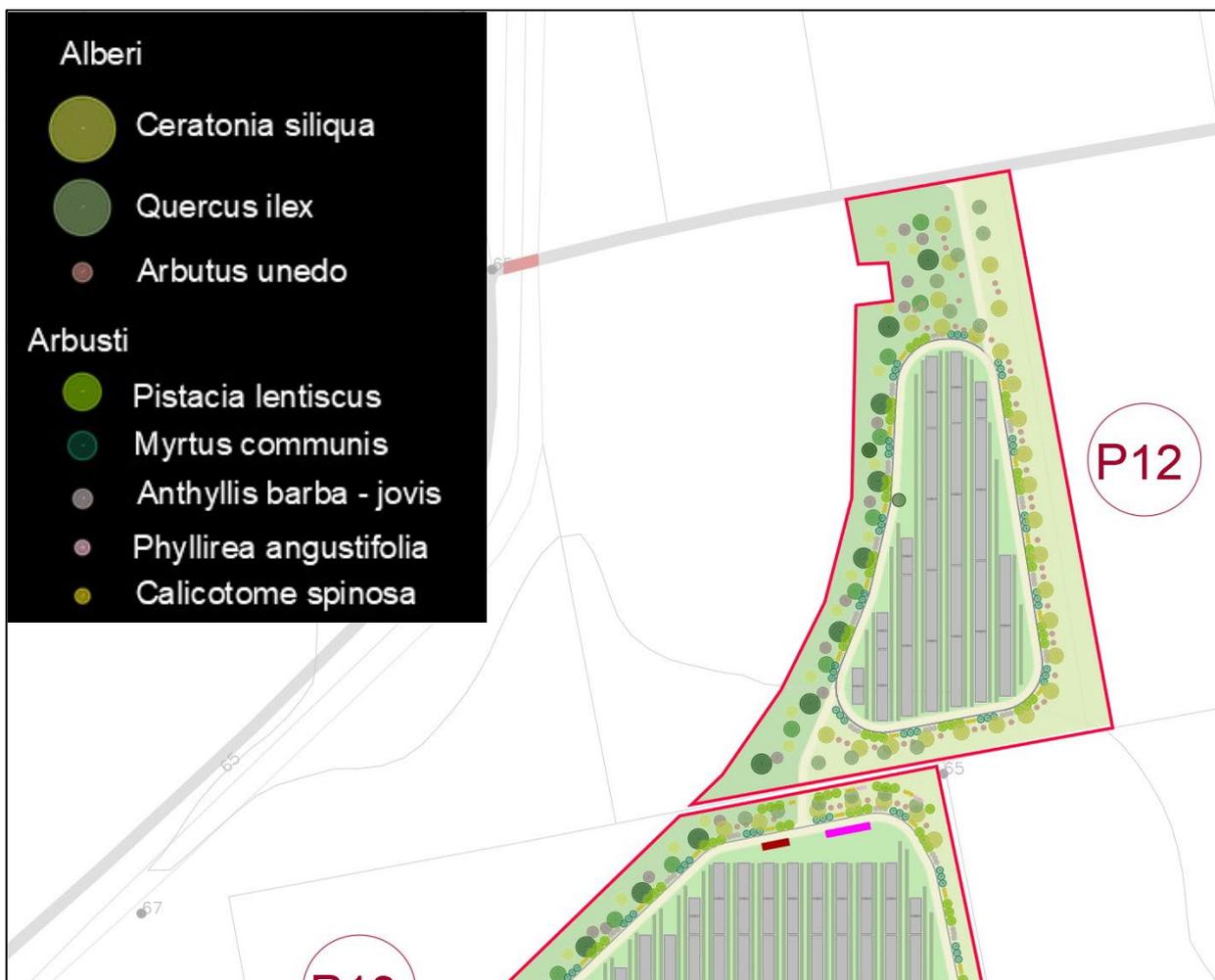


Figura 29 Stralcio progetto di mitigazione

Le specie arboree sono le seguenti:

- ***Ceratonia siliqua*** (carrubo): unica specie del genere *Ceratonia*, è originario delle regioni orientali del bacino del Mediterraneo e dell'Asia Minore, in Italia è diffuso principalmente nelle regioni centro-meridionali. Cresce in macchie e garighe molto aride, soprattutto lungo le coste, dal livello del mare a 500 m circa, ed è una delle specie che caratterizzano la flora mediterranea. Coltivato già dai Romani per i frutti commestibili, viene ancora oggi coltivato in alcune zone dell'Italia meridionale. I frutti sono legumi cuoiosi e appiattiti, lunghi fino a 25 cm, contengono una polpa dolce, si conservano per molto tempo e possono essere consumati comunemente freschi o secchi o, in alternativa, passati leggermente al forno. I baccelli vengono anche utilizzati come foraggio per gli animali. Un tempo furono usati come materiale da fermentazione per la produzione di alcool etilico. I semi, immangiabili, sono particolarmente uniformi come dimensione e peso e costituivano l'unità di misura (il carato, dall'arabo 'khirat', cioè 'seme di carrubo') usata per la valutazione delle gemme.
- ***Quercus ilex*** (leccio) è una specie di quercia sempreverde appartenente alla famiglia delle Fagaceae. Alta fino a 25 m con diametri del tronco che possono superare il metro, ha chioma globosa e molto densa di colore verde cupo. Le foglie sono persistenti e coriacee con un breve picciolo tomentoso, con stipole brune di breve durata; sono verde scuro e lucide nella pagina superiore ma grigio feltrose per una forte pubescenza nella pagina inferiore. La pianta è dotata di una spiccata eterofillia e di conseguenza la lamina fogliare può avere sulla stessa pianta, diverse dimensioni e forme. Le ghiande maturano nell'anno in autunno inoltrato, sono portate in gruppi di 2-5 su peduncoli di 10-15 mm. Il leccio si adatta a tanti tipi di substrato, evitando solo i terreni argillosi, compatti e quelli con ristagno idrico.
- ***Quercus suber*** (sughera): è un albero sempreverde della famiglia delle Fagaceae. Originaria dell'Europa sud-occidentale e dell'Africa nord-occidentale è da tempi remoti naturalizzata e spontanea in tutto il bacino occidentale del mar Mediterraneo, molto longeva e può diventare plurisecolare. Si tratta di una specie termofila che predilige ambienti caldi e moderatamente siccitosi, rifuggendo la siccità estrema o le frequenti gelate invernali. Vegeta prevalentemente su suoli derivati da rocce silicee acide, diventando sporadica su suoli basaltici e calcarei. In Italia vegeta nella sottozona calda e media del Lauretum spingendosi fino ai 900 metri d'altitudine in alcune zone della Sicilia e della Sardegna sud-occidentale. La sughera ha un portamento arboreo, con altezza che può raggiungere i 20 metri e chioma lassa ed espansa. La vita media è di 250-300 anni, diminuisce negli

esemplari sfruttati per il sughero. La caratteristica più evidente di questa specie è il notevole sviluppo in spessore del ritidoma, che non si distacca mai dalla corteccia, formando un rivestimento suberoso detto in termine commerciale sughero.

Di seguito le specie arbustive:

- ***Arbutus unedo*** (corbezzolo) è un albero da frutto appartenente alla famiglia delle Ericaceae e al genere *Arbutus*. È un arbusto molto rustico, resistente alla siccità, al freddo ed ai parassiti. Uno stesso arbusto ospita contemporaneamente fiori e frutti maturi, per il particolare ciclo di maturazione; questo insieme al fatto di essere un sempreverde lo rende particolarmente ornamentale (visti i tre colori del corbezzolo: verde per le foglie, bianco per i fiori e rosso per i frutti; colori presenti sulla bandiera italiana, il corbezzolo è un simbolo patrio italiano). Il corbezzolo è longevo e può diventare plurisecolare, con crescita rapida, è una specie mediterranea che meglio si adatta agli incendi, in quanto reagisce vigorosamente al passaggio del fuoco emettendo nuovi polloni. Si presenta come un cespuglio o un piccolo albero, che può raggiungere i 10 metri, è una pianta latifolia e sempreverde, inoltre è molto ramificato con rami giovani di colore rossastro. Le foglie hanno le caratteristiche delle piante sclerofille. I fiori sono riuniti in pannocchie pendule che ne contengono tra 15 e 20; i fiori sono ricchi di nettare gradito dalle api. Se il clima lo permette, la fioritura di corbezzolo dura fino a novembre. Il miele di corbezzolo risulta pregiato per il suo sapore particolare, amarognolo e aromatico; è un prodotto prezioso, perché la sua produzione dipende dalle temperature miti autunnali. I frutti maturano in modo scalare nell'ottobre-novembre dell'anno successivo la fioritura; sono eduli, dolci e molto apprezzati.
- ***Myrtus communis*** (mirto) è un arbusto sempreverde, dal profumo aromatico e resinoso, eretto, con chioma densa, fusto lignificato e ramificato sin dalla base, rami opposti, ramuli angolosi. Le foglie sono coriacee, semplici, a margine intero che emettono una gradevole fragranza. I fiori sono bianchi dal profumo molto intenso, sono solitari o appaiati all'ascella delle foglie e compaiono nel periodo primaverile-estivo. Il mirto è uno dei principali componenti della macchia mediterranea bassa, frequente sui litorali, dune fisse, garighe e macchie. Forma densi cespugli resistenti al vento nelle aree a clima mite. Si adatta molto bene a qualsiasi tipo di terreno anche se predilige un substrato sabbioso, tollera bene la siccità. Vegeta dal livello del mare sino a 500 m s.l.m.

- ***Pistacia lentiscus*** (lentisco) è un arbusto sempreverde della famiglia delle Anacardiacee. La pianta ha un portamento cespuglioso, raramente arboreo, in genere fino a 3-4 metri d'altezza. La chioma è generalmente densa per la fitta ramificazione, glaucescente, di forma globosa. L'intera pianta emana un forte odore resinoso. La corteccia è grigia cinerina, il legno di colore roseo. Il lentisco è una specie diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo prevalentemente nelle regioni costiere, in pianura e in bassa collina. In genere non si spinge oltre i 400-600 metri. La zona fitoclimatica di vegetazione è il Lauretum. In Italia è diffuso in Liguria, nella penisola e nelle isole. È una pianta eliofila, termofila e xerofila, resiste bene a condizioni prolungate di aridità, mentre teme le gelate. Non ha particolari esigenze pedologiche. È uno degli arbusti più diffusi e rappresentativi dell'Oleo-ceratonion, spesso in associazione con l'olivastro e il mirto. Più sporadica è la sua presenza nella macchia mediterranea e nella gariga. Grazie alla sua frugalità e ad una discreta resistenza agli incendi è piuttosto frequente anche nei pascoli cespugliati e nelle aree più degradate residue della macchia.
- ***Phillyrea angustifolia*** (ilatro) è una pianta legnosa arbustiva sempreverde appartenente alla famiglia *Oleaceae*, alta da 1 a 3 metri con corteccia grigiasta e rami giovani glabri o finemente pelosi, numerosi e con internodi molto raccorciati. Le foglie sono opposte, color verde scuro, coriacee. I fiori sono raccolti in brevi grappoli ben più corti delle foglie, posti all'ascella delle stesse e composti da 5-7 fiori, profumati, piccoli, bianchi o rosei, con 4 sepal e 4 petali riuniti parzialmente in un breve tubo, calice con lobi arrotondati, stimma bifido. I frutti sono drupe carnose, dapprima blu e infine nere a maturazione, piccole, rotonde, appuntite all'apice e riunite in grappoli. La *Phillyrea angustifolia* fa parte delle macchie e garighe in ambiente aridissimo e caldo, dal livello del mare fino a 600 metri. Comune lungo tutta la costa tirrenica, colonizza spesso terreni difficili e siccitosi. Come molte altre specie mediterranee *Phillyrea angustifolia* si rinnova facilmente per via vegetativa dopo il passaggio del fuoco ed è considerata una buona pianta mellifera.
- ***Spartium junceum*** (ginestra) è un arbusto a foglie caduche, originario del bacino mediterraneo. Può raggiungere i 2-3 metri di altezza e presenta un portamento eretto, tondeggiante, con chioma molto ramificata; i fusti sono sottili, legnosi, molto flessibili, di colore verde scuro o marrone; le foglie sono piccole, lanceolate o lineari, di colore verde scuro, molto distanziate le une dalle altre, cadono all'inizio della fioritura. Da maggio a luglio produce numerosissimi fiori di colore giallo oro, delicatamente profumati, sui fusti spogli; ai fiori fanno seguito i frutti: lunghi baccelli pubescenti, che contengono 10-15 semi appiattiti;

- ***Calitocome spinosa*** (ginestra spinosa, sparzio): è una pianta arbustiva della famiglia delle Fabacee, tipica degli ambienti di gariga e macchia mediterranea. Arbusto eliofilo, xerofilo, vive preferibilmente nelle zone litoranee o in aree caratterizzate da clima caldo arido, degradate, spesso precedentemente interessate da incendi. Resiste ai venti salmastri ed alla forte insolazione. Costituisce formazioni vegetali estese, fitte ed impenetrabili sia monospecifiche che in consociazione con le altre specie xerofile della macchia mediterranea. Il suo limite altitudinale è intorno agli 800 metri.

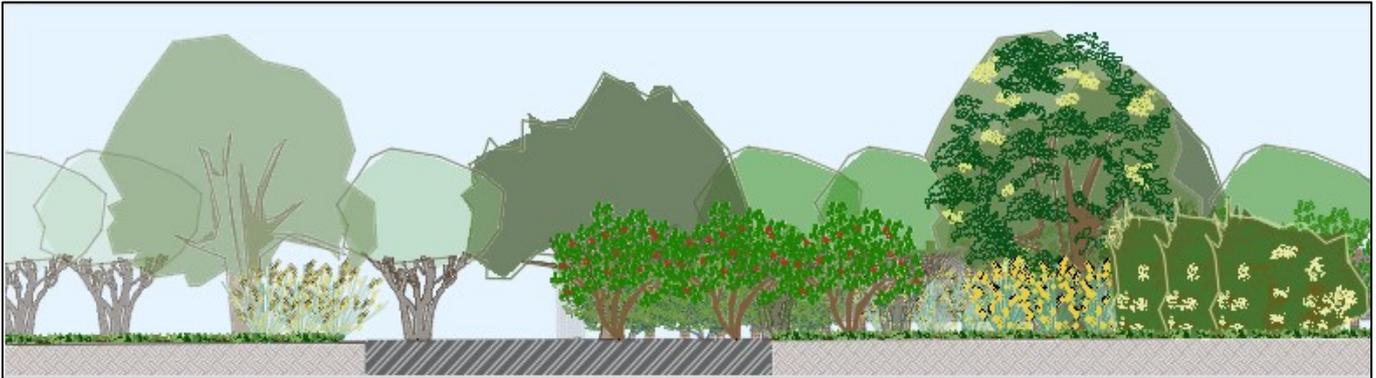


Figura 29 - Prospetto della fascia di mitigazione a maturità

8.3 FASCIA RIPARIALE

I corridoi fluviali, così come le alberature in generale, possono fungere da vettore per il movimento della fauna e aumentare le superfici frequentate dalla fauna.

L'area di intervento, come già menzionato, è attraversata dal Riu Santa Maria Maddalena, e nel progetto del verde si è tenuto conto dell'importanza ecosistemica di tale corridoio, concependolo come infrastruttura blu²². La vegetazione ripariale, le aree umide e gli ecosistemi palustri vengono considerati come elementi di una complessiva rete ecologica di elevato valore naturalistico e funzionale; a questi elementi del paesaggio si associano due target: permettere agli alvei dei fiumi maggiori il recupero delle naturali fasce di pertinenza (misura che aiuterebbe sia a mitigare i fenomeni più intensi che a creare corridoi ecologici) e mantenere le condizioni idrauliche necessarie alla conservazione delle aree umide. La fascia ripariale insiste su una superficie di circa **11 ha**. Al fine di assicurare la continuità ecologica, il nostro progetto ambisce a costruire un sistema strutturato attraverso la conservazione e integrazione degli aspetti di

²² Le infrastrutture verde o blu sono state definite dalla Commissione europea come una "rete strategicamente pianificata di aree naturali e semi-naturali con altre caratteristiche ambientali progettate e gestite per fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici"

naturalità residui e la loro messa a sistemazione lungo dei corridoi ecologici di connessione, costituiti dai corsi d'acqua. Nel dettaglio, la sistemazione ambientale si è basata su un'indagine fitoclimatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali lungo la viabilità principale e quella interpoderale e alla costruzione di macchie vegetali lineari interne al campo. L'area oggetto d'intervento è percorsa dal Riu Santa Maria Maddalena, un corso d'acqua iscritto all'elenco delle acque pubbliche, e da altri canali di regimazione delle acque. Considerando una fascia di rispetto larga mediamente 150 m dal Riu Santa maddalena, si ottiene che la superficie complessiva interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici sarà ben distante dai corsi d'acqua. L'impianto di vegetazione tipica degli ambienti ripariali è stato considerato col fine di porsi in continuità con l'indirizzo progettuale del PUC, che ha individuato nella fascia di rispetto del Riu Santa Maria Maddalena, l'area H2 di vincolo idrogeologico. La zona H2 comprende le parti del territorio destinate alla ricerca e prelievo idrico, destinato al consumo umano, da parte del Comune e di Enti Pubblici preposti, pertanto, come già precedentemente menzionato, l'utilizzo di vegetazione ripariale fungerà da filtro verso sostanze definite inquinanti. In figura 29 l'area di intervento (in viola) rispetto ai vincoli del PUC di San Gavino.

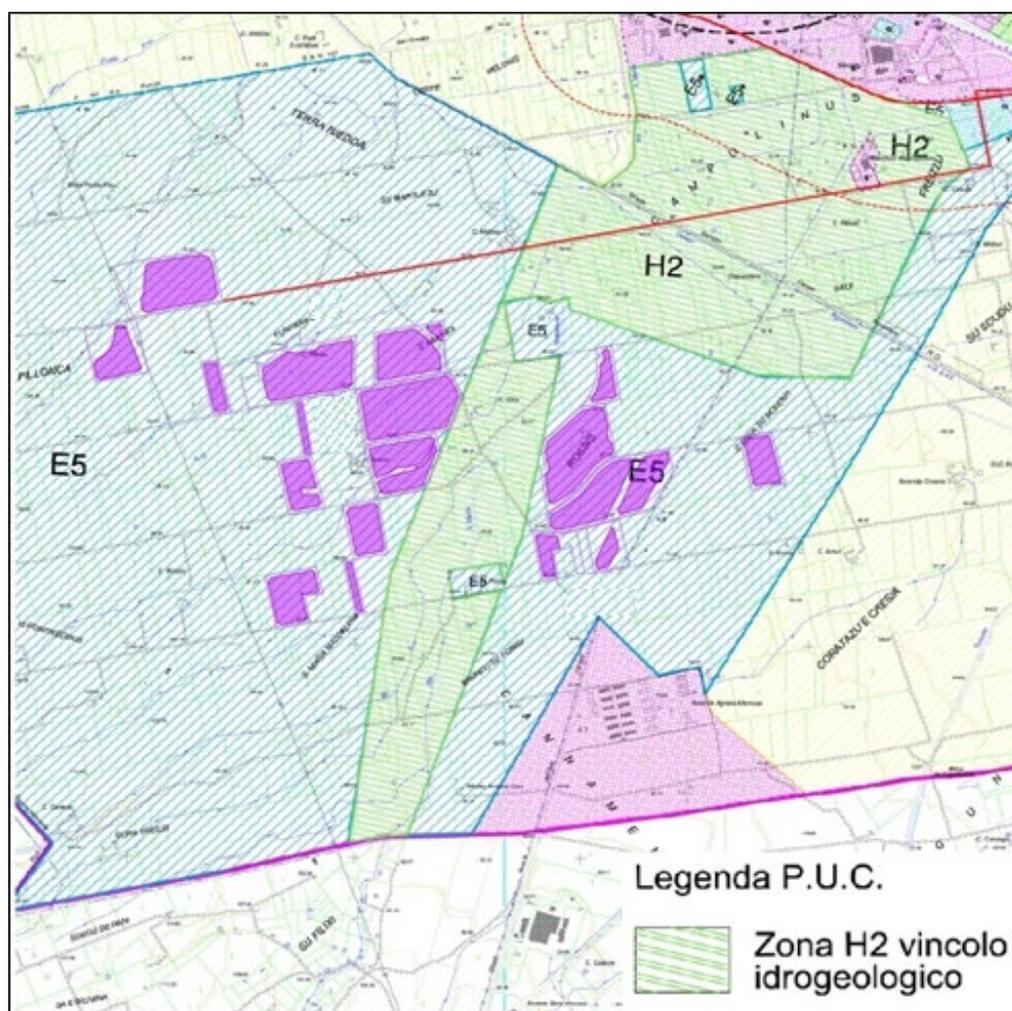
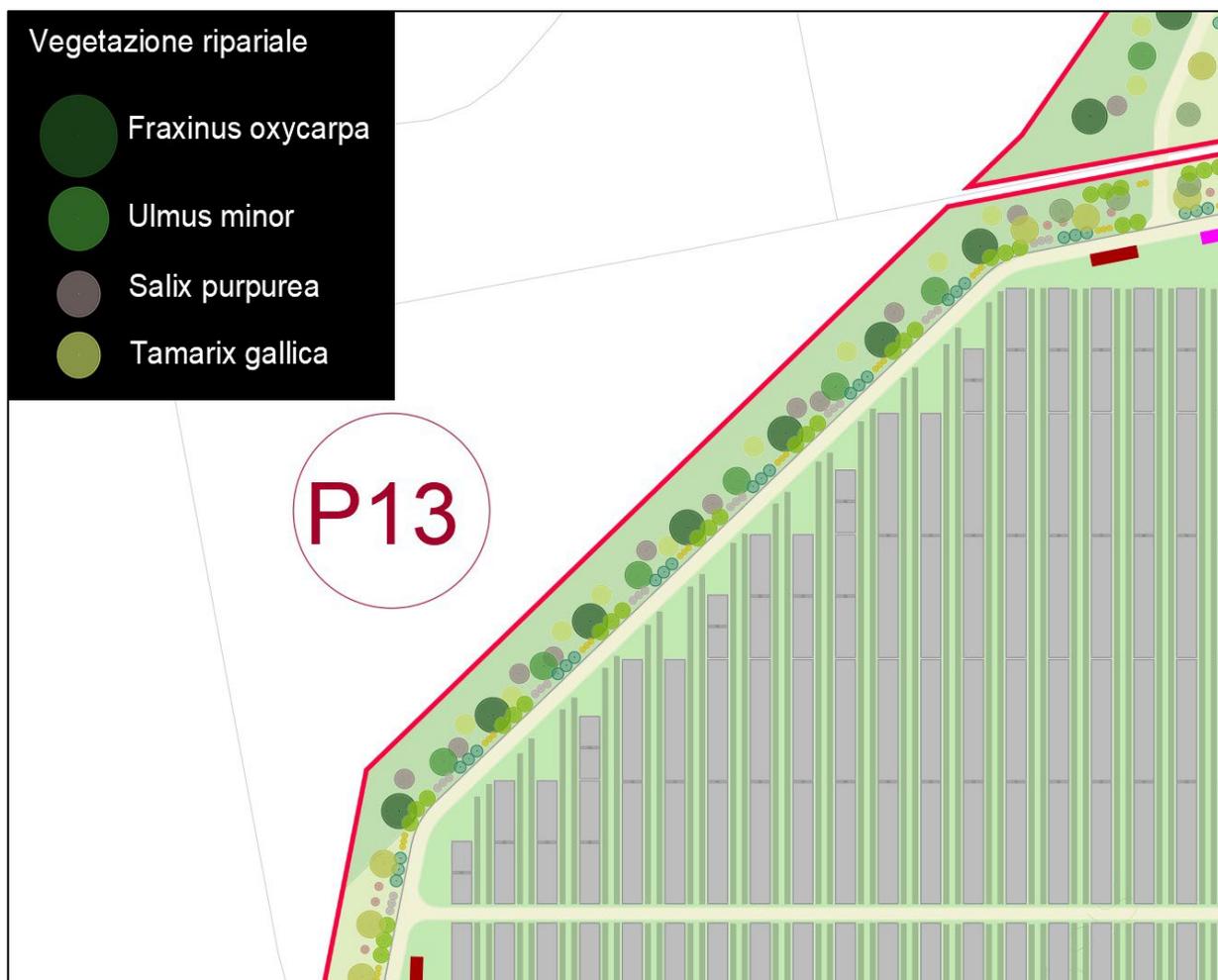


Figura 30 Estratto PRG San Gavino

Questi spazi, ove possibile, saranno oggetto di rinaturalizzazione con vegetazione arborea ed arbustiva tipica degli ambienti ripariali della zona fitoclimatica di San Gavino Monreale.



Questi sistemi vegetazionali inoltre fungeranno da fasce tampone efficaci anche per limitare l'inquinamento prodotto dai campi coltivati. La progettazione di una fascia ripariale vegetata, in ambito agricolo come in questo caso, riveste un ruolo molto importante di ritenzione degli inquinanti prodotto dall'agricoltura, prevalentemente fosfati e nitrati, che derivano da un uso non oculato dei fertilizzanti di sintesi. Nella tabella 3 è visibile uno schema estratto dal lavoro di Peterjohn e Correll (1984) che hanno analizzato e quantificato la riduzione di nitrati e fosfati indotta dall'azione di una vegetazione ripariale larga 19 metri.

Tabella 3 Riduzione percentuale inquinanti per azione della fascia ripariale

Efficacia di una fascia tampone vegetata di 19 metri (Peterjohn e Correll 1984)

CONTAMINANTE	LIVELLO DI RIDUZIONE (%)
Particolato sospeso	89,7%
Nitrati - azoto	60,4%
Fosforo totale	73,7%
Fosforo disciolto	58,1%
Carbonio organico	59,9%

Nel dettaglio le fasce di vegetazione arborea ed arbustiva poste lungo i corsi d'acqua saranno in grado di agire come "filtri" per la riduzione degli inquinanti che le attraversano, grazie a diversi processi chimici e fisici quali:

- assimilazione, trasformazione e immagazzinamento dei nutrienti presenti nel terreno;
- ritenzione del sedimento e degli inquinanti ad esso adsorbiti;
- azione di sostegno all'attività metabolica dei microrganismi presenti nel suolo;
- rallentamento del deflusso idrico a favore di un maggiore assorbimento di acqua da parte del suolo.

Soprattutto per i canali minori si prevede una rapida colonizzazione della vegetazione acquatica che avrà la funzione di sedimentazione (deposito e accumulo di solidi sospesi e fosforo) e fitodepurazione: l'acqua immagazzinata nel canale filtra lentamente attraverso la fascia tampone (per via sub-superficiale, e quindi con trattamento anche dell'azoto nitrico) prima di raggiungere la falda o altri corpi idrici.

Verrà considerato dunque, per la messa a dimora, un sistema che dia una visione quanto più naturale possibile con piani vegetazionali integrati l'uno nell'altro. A tale scopo saranno utilizzate: specie arboree quali *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* (frassino mediterraneo) e *Ulmus minor* (olmo); specie arbustive quali *Salix purpurea* (salice rosso) e *Tamarix gallica* (tamerice), che si ritrovano sovente come vegetazione spontanea lungo i corsi d'acqua.

- ***Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa*** (frassino mediterraneo): è una pianta arborea, appartenente alla famiglia delle Oleaceae, che può raggiungere i 20 metri di altezza. È molto presente in Italia. La specie è caratterizzata da una corteccia di colore grigio chiaro, profondamente e finemente fessurata. Le foglie sono decidue. Le infiorescenze sono delle pannocchie. Il frutto è una samara. L'apparato radicale è superficiale di tipo fascicolato, adatto ad ambienti umidi.
- ***Ulmus minor*** (olmo campestre): è un albero appartenente alla famiglia delle Ulmaceae, diffuso in Europa, Africa nord-occidentale e Asia occidentale. È un albero di media grandezza, potendo raggiungere i 15 metri. L'epiteto "minor" deriva dalle foglie che misurano 2-9 cm e sono decisamente più piccole rispetto a *Ulmus glabra*. Le foglie sono caduche. I fiori sono piccoli a petali verdastri, si manifestano nel periodo tra febbraio e marzo. Il frutto è una (mono)samara. È una pianta longeva e vigorosa, che può raggiungere i 600 anni.
- ***Salix purpurea*** (salice rosso): è un albero di ridotte dimensioni che raggiunge un'altezza di 5-6 m appartenente alla famiglia delle Salicaceae. L'epiteto specifico risale al latino *purpureus* "di color porpora", a sua volta dal greco πορφύρεα (*porphurēa*), riferibile agli amenti e ai rametti di colore rossastro. Vegeta in Europa, Asia occidentale e Nord Africa. Il suo habitat naturale è rappresentato dalle aree di bosco umido e dal greto di fiumi, torrenti e ruscelli. Vegeta a quote comprese tra 0 e 600 metri.
- ***Tamarix gallica*** (tamerice): è arbusto o piccolo albero legnoso appartenente alla famiglia delle Tamaricaceae, raggiunge un'altezza di 5-6 (massimo 9-10) metri, semi-sempreverde; ed è la specie della sua famiglia più diffusa in Italia. È nota anche con i nomi volgari di cipressina, tamarisco, tamerisco e scopa marina. È una specie mediterraneo-atlantica con areale centrato sulle coste del Mediterraneo occidentale, presente in molte regioni d'Italia, dal livello del mare agli 800 m circa. Cresce in greti di torrenti, su sabbie umide subsalse, ed è resistente alle inondazioni di acqua salmastra. Elimina gli eccessi di sale dalle foglie, che sono disseminate di ghiandole escrettrici che liberano gocce liquide grazie alle quali la pianta elimina gli eccessi di sale. Presenta il tronco corto ed eretto, ma spesso incurvato, con la corteccia del fusto e dei rami di colore cinerino e con profonde incisioni; la chioma è di forma cespugliosa ed irregolare, di un bel colore verde-grigio glauco, con i rami lunghi sottili e flessibili; le foglie alterne piccolissime e squamiformi ad apice acuto, ovato-lanceolate, i fiori, piccolissimi e numerosi, di colore biancastro o rosato, sono riuniti in

spighe terminali, fioriscono nei mesi da maggio a luglio e sono molto frequentati dalle api per il generoso contributo di nettare e polline,

9. OLIVETO PRODUTTIVO

9.1 OLIVETO SUPERINTENSIVO

All'interno del campo verrà realizzato un oliveto ad alto rendimento che sarà dettagliatamente descritto nel relativo elaborato tecnico, parte integrante della documentazione progettuale.

Per ottenere un elevato rendimento per ettaro gli oliveti superintensivi sono ottimali per l'associazione con la produzione elettrica, infatti:

- massimizzano la produzione agricola a parità di superficie utilizzabile;
- hanno un andamento Nord-Sud analogo a quello dell'impianto ad inseguimento;
- per altezza e larghezza sono compatibili con le distanze che possono essere lasciate tra i filari fotovoltaici senza penalizzare eccessivamente la produzione elettrica (che, in termini degli obiettivi del paese è quella prioritaria);
- la lavorazione interamente meccanizzata minimizza le interazioni tra uomini e impianto elettrico in esercizio;
- si prestano a sistemi di irrigazione a goccia e monitoraggio avanzato che sono idonei a favorire il pieno controllo delle operazioni di manutenzione e gestione.

La distanza tra i tracker è stata calibrata per consentire un doppio filare di olivi, in modo da garantire una produzione elevata per ettaro. La distanza interna tra le due siepi è stata fissata a 3 m, mentre la larghezza di ciascuna a 1,3 metri. Il sesto di impianto è dunque 3x1,33x2,5.

9.2 L'OLIVICOLTURA NEL MEDIO CAMPIDANO

L'importanza economica e sociale dell'olivicoltura nell'area del Medio Campidano è legittimata dalla peculiarità della sua produzione e dalla presenza dell'olivo in quasi tutto il territorio. La presenza dell'olivo in quest'area geografica è testimoniata già in epoca prenuragica; infatti, l'olivastro compare nei carboni prelevati da tutti gli strati del Neolitico Medio della Grotta Rifugio

di Oliena²³, ma è solo tra la fine dell'Ottocento e la prima metà del Novecento che la coltivazione dell'olivo inizia ad occupare un posto più strategico nell'economia aziendale e riesce ad assecondare l'evoluzione economica e sociale di questo territorio.

Atti legislativi (concessione di credito, di contributi e agevolazioni tributarie) e disposizioni diverse (inserimento dell'olivo nei piani della bonifica), hanno incoraggiato gli investimenti e creato una concezione moderna di olivicoltura che si è evoluta nel tempo portando ad infittimenti degli oliveti tradizionali ed estensione della coltivazione dell'olivo con nuove piantagioni. La coltivazione dell'olivo può contare su un profondo legame con il territorio, sulla programmazione e tempestività delle fasi di trasformazione delle olive e sulle moderne tecniche estrattive che garantiscono il mantenimento di specifiche caratteristiche di pregio del prodotto finale. Negli ultimi anni le scelte di ottimizzare questa produzione hanno fatto seguito a una più tempestiva scelta del momento della raccolta dei frutti ad una migliore tecnologia di frangitura con conseguente sostituzione dei frantoi tradizionali. In questo momento la provincia del Medio Campidano si pone tra le aree più efficaci della Sardegna anche per il più alto numero di imprese di trasformazione. A livello provinciale, le cultivar tradizionali autoctone costituiscono il patrimonio di base della produzione oleicola.

Oggi, l'aspetto di colline e porzioni di pianure fittamente rivestite da olivi, garantisce l'equilibrio tra naturalezza dell'ambiente e elevata antropizzazione del territorio. Così l'olivo, per il duplice ruolo svolto di pianta funzionale nel sistema agricolo e per gli ottimi prodotti, olio e olive da tavola, che fornisce sintetizza una caratteristica indiscutibile della campagna del Sud Sardegna.

10. PRATO E APICOLTURA

10.1 PRATO PERMANENTE

Tutta la superficie sarà inerbita con un prato polifita fiorito, idoneo ad ospitare arnie per l'apicoltura, con conseguenti vantaggi per l'ambiente:

- il suolo ricoperto da vegetazione avrà un'evapotraspirazione (ET) inferiore al suolo nudo;
- i prati tratterranno le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall'erosione;

²³ A. Gavino Arca, F. Fancello, A. Montinaro, G. Ibbia; "Olio EVO L' agroalimentare a marchio di qualità Sardegna"; Laore Agenzia regionale per lo sviluppo in agricoltura; Regione Autonoma della Sardegna.

- ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l'azione del vento;
- i prati contribuiscono al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l'incremento della sostanza organica proveniente dal turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- l'area dotata ai prati creerà un gigantesco corridoio ecologico che consentirà agli animali presenti nelle aree circostanti di effettuare un passaggio tra habitat diversi;
- la presenza di prati fioriti fornirà nutrienti per numerose specie, dai microrganismi presenti nel suolo, agli insetti, ai piccoli erbivori ed insettivori. D'altronde l'aumento di queste specie aumenterà la disponibilità di nutrimento dei carnivori;
- la presenza di arbusti e alberi favorirà il riposo delle specie migratorie, che nei prati potranno trovare sostentamento;
- la presenza dei prati consentirà un maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- terreni che avrebbero potuto assumere forme vegetazionali infestanti verranno, invece utilizzati per uno scopo ambientale e di agricoltura votata all'apicoltura;
- forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie.



Per seminare i prati si ricorrerà a semi di piante mellifere in miscuglio dove vi è la presenza di almeno 20 specie in percentuali diverse, ad esempio:

1. Miscuglio 1: *Achillea millefolium*, *Anthoxantum odoratum*, *Anthyllis vulneraria*, *Betonica officinalis*, *Brachypodium rupestre*, *Briza media*, *Papaver rhoeas*, *Bromopsis erecta*, *Bupthalmum salicifolium*, *Campanula glomerata*, *Centaurea jacea*, *Centaureum erythraea*, *Daucus carota*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum*, *Holcus lanatus*, *Hypericum perforatum*, *Hypochaeris radicata*, *Leucanthemum vulgare*, *Sanguisorba minor*, *Scabiosa triandra*, *Securigera varia*, *Silene flos-cuculi*, *Thymus pulegioides*, *Trifolium rubens*.

2. Miscuglio 2: *Trifolium alexandrinum*, *Borago officinalis*, *Fagopyrum esculentum*, *Pisum sativum*, *Lupinus*, *Raphanus sativus*, *Trifolium resupinatum*, *Phacelia tanacetifolia*, *Ornithopus sativus*, *Vicia sativa*, *Helianthus annuus*.

10.2 APICOLTURA

Circa l'84% delle specie vegetali e il 78% delle specie di fiori selvatici nell'Unione Europea dipendono dall'impollinazione e quindi, anche e soprattutto dalle api.

Attualmente, l'altissimo grado di specializzazione, raggiunto in secoli di adattamento, fa delle api il migliore agente impollinatore esistente, impareggiabile per efficienza e scrupolosità nel lavoro svolto quotidianamente. L'apicoltura è una delle rare forme di allevamento il cui frutto non contempla né la sofferenza né il sacrificio animale e che ha una ricaduta molto positiva sull'ambiente e sulle produzioni agricole e forestali. In quest'ottica, pensiamo che gli impianti fotovoltaici possono fornire lo spazio necessario a ricreare l'habitat ideale per le api.

Un siffatto progetto è stato attuato in un'azienda del Minnesota, Bolton Bees & Honey, dove posizionano le arnie nei prati coltivati tra i pannelli solari e alla fine della stagione consegnano ai proprietari del campo una parte del loro prodotto, il "miele fotovoltaico", il Solar Honey:

"Crediamo nella collaborazione tra l'energia solare e l'apicoltura locale";

"Vogliamo così promuovere la creazione di nuovi habitat di foraggiamento sia al di sotto che intorno ai pannelli solari, per tutta una serie di impollinatori, uccelli e altri animali selvatici", scrivono sul loro sito (<https://boltonbees.com>).



10.3 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO PRODUTTIVO

L'apicoltura viene svolta in arnie poste in zone ben localizzate dall'apicoltore. Queste zone prendono in considerazione le necessità delle api:

- una giusta variabilità di specie mellifere da cui estrarre i prodotti necessari all'alveare;
- una distanza idonea ai voli delle operaie;
- l'utilizzo di materiale (arnie) perfettamente sterilizzate per evitare l'incidenza di patologie;
- una collocazione che tenga in considerazione i venti dominanti e le relative direzioni;
- una collocazione che nel periodo invernale fornisca un minimo di protezione dal freddo;
- sistemi di mitigazione dai razziatori dell'arnia.

Le api domestiche o mellifiche, appartengono alla specie *Apis Mellifera*; si tratta di insetti sociali appartenenti all'ordine degli Imenotteri, famiglia degli Apidi.

L'*Ape Mellifera ligustica* o ape italiana, è originaria del nord Italia e si distingue dalle altre perché le operaie hanno i primi segmenti dell'addome giallo chiaro, i peli sono anch'essi di colore giallo, in particolare nei maschi e le regine sono giallo dorato o color rame. Si tratta di una razza particolarmente operosa, molto docile, poco portata alla sciamatura, con regine precoci e prolifiche. È considerata l'ape industriale per eccellenza ed in zone a clima mite come quelle. Le arnie saranno collocate considerando il raggio di volo (da 700 a 800 metri) degli insetti impollinatori, così che potranno raggiungere tutte le aree dotate di prati fioriti. Gli apiari saranno collocati a non meno di 10 metri da strade di pubblico transito e a non meno di 5 metri dai confini di proprietà pubbliche o private. Bisogna considerare che le bottinatrici possono compiere voli anche molto lunghi, fino a raggiungere la distanza di 3 chilometri.



È però chiaro che un tragitto di tale lunghezza, per una raccolta di pochi milligrammi di nettare, avrebbe un bilancio energetico scarsamente positivo. Al contrario, potendo disporre di una fonte alimentare più vicina, per l'ape sarebbe possibile, nella stessa unità di tempo, compiere più voli, arrivando a raccogliere più nettare con lo stesso dispendio di energia. In questo caso occorre

che le fioriture siano abbondanti e ben distribuite in tutte le stagioni dell'anno. Lo stesso avviene per la raccolta dell'acqua e del propoli. Gli alveari devono essere esposti verso il quadrante compreso fra l'est ed il sud. Questo orientamento facilita l'insolazione del predellino di volo, favorendo il precoce riscaldamento della colonia e, pertanto, l'attività delle bottinatrici.

Tanto prima la parte anteriore dell'arnia viene raggiunta dal sole, tanto prima le api riprendono la loro attività.

Le arnie devono essere colorate in modo da rendere l'apiario il più vivace possibile. Questo fa sì che sia la regina (al rientro dal volo di fecondazione) sia le bottinatrici possano ritrovare facilmente il proprio alveare, senza possibilità di errore, limitando al massimo la deriva. Nelle stazioni di fecondazione le arnie vengono pitturate anche con più colori e con più segni, per evitare che le regine possano rientrare in un altro alveare. In questo caso, infatti, verrebbero subito sopresse. Le arnie devono essere rialzate da terra di circa 20 centimetri. Il passaggio dell'aria evita il ristagno dell'umidità ed il conseguente precoce degrado del fondo in legno. Occorre inoltre evitare le zone ventose, sia perché è sufficiente un vento con velocità oraria di 25-30 km/h per dimezzare l'attività di un alveare, sia per i problemi legati alla sua azione distruttiva, oltre all'azione negativa che il vento ha sulla secrezione nettarifera delle differenti specie vegetali.

11. CONCLUSIONI

Il progetto unirà tre essenziali funzioni per l'equilibrio del territorio e la protezione dal cambiamento climatico e dalle sue conseguenze a carico dell'uomo e della natura.

1. Inserirà elementi di naturalità e protezione della biodiversità con un significativo investimento spaziale ed economico;
2. Garantirà la più rigorosa limitazione dell'impatto paesaggistico sia sul campo breve, sia sul campo lungo con riferimento a tutti i punti esterni di introspezione;
3. Inserirà attività agricole.

La produzione di energia rinnovabile contribuirà quindi all'aumento della biodiversità grazie al progetto agronomico-naturalistico che diversificando la destinazione dei terreni ne valorizzerà anche l'utilizzo. Gli ampi spazi inerbiti favoriscono la colonizzazione da parte di diverse specie animali, la diffusione di farfalle, insetti impollinatori e uccelli riproduttori, indicatori di biodiversità, contrapponendosi fortemente ai terreni utilizzati in agricoltura intensiva o per la produzione di energia da biomassa. L'assenza del disturbo costituito dal taglio regolare, il mancato asporto di biomassa e l'aumento dei nutrienti del suolo favorisce la diffusione delle specie erbacee ed arbustive che costituiscono cibo e rifugio di animali vertebrati e invertebrati. Paesaggisticamente, il progetto ricuce il territorio aumentandone la capacità di interconnessione. La realizzazione di questa tipologia di sistemazione a verde mira, in altre parole, a costituire una copertura vegetale diffusa e variabile capace di instaurare la connessione con la componente vegetazionale esterna, di rafforzare i punti di contatto tra i vari sistemi quali il corridoio ecologico delle aree depresse, i fossi di regimentazione delle acque, il comparto agricolo ed il campo fotovoltaico.

Dal punto di vista agronomico, il progetto risponde alle migliori pratiche di settore e alle caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici 2022 del MITE. In particolare, il nostro progetto del verde prevede la messa a dimora di circa **1488** alberi per le fasce di mitigazione e connessione, **9584** arbusti e circa **26** ettari di prato polifita, come si evince dalla tabella seguente.

Tabella 4 Quantità progetto del verde

Arbusti	N.
<i>Anthyllis barba-jovis</i>	1.334
<i>Arbutus unedo</i>	1.027
<i>Calicotome spinosa</i>	2.235
<i>Myrtus communis</i>	1.238
<i>Pistacia lentiscus</i>	2.163
<i>Phyllirea angustifolia</i>	1.198
<i>Salix purpurea</i>	227
<i>Tamarix gallica</i>	162
Totale	9.584
Alberi	N.
<i>Ceratonia siliqua</i>	705
<i>Fraxinus angustifolia</i>	37
<i>Quercus ilex</i>	706
<i>Ulmus minor</i>	40
Totale	1.488

Dal punto di vista climatico, il progetto ha un effetto di sink del carbonio sia per la nuova copertura forestale che per la migliore gestione delle pratiche agricole. Infatti, si stima che gli alberi durante il loro ciclo di crescita assorbano in media 3 t/ha di CO₂, così come i tappeti erbosi mostrano un significativo sequestro di carbonio (0,34–1,4 Mg ha⁻¹ anno⁻¹) durante i primi 25-30 anni dopo l'insediamento del tappeto erboso.²⁴

²⁴ Carbon Dynamics and Sequestration in Urban Turfgrass Ecosystems (Y. Qian, R. Follett, 2012)

Tabella 5 Stima assorbimento complessivo CO₂

STIMA DELL'ASSORBIMENTO COMPLESSIVO DI INQUINANTI E CO₂				
Quantità assorbita dall'impianto complessivo nei 30 anni (t)				
Inquinante	ALBERI	ARBUSTI	PRATI	TOTALE
ANIDRIDE CARBONICA - CO₂	2.232,00	5.750,40	780,00	8.762,40
Quantità assorbita dall'impianto complessivo (t/anno)				
Inquinante	ALBERI	ARBUSTI	PRATI	TOTALE
ANIDRIDE CARBONICA - CO₂	74,40	191,68	26,00	292,08

12. BIBLIOGRAFIA

1. A. Zanaboni, G.G. Lorenzoni, The importance of hedges and relict vegetation in agroecosystems and environment reconstitution, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 27, Issues 1–4, 1989
2. Allegato 7, Piano di stralcio di settore del piano di bacino, Piano di Tutela delle Acque, 2013, Regione Autonoma della Sardegna
3. Allegato 7, Piano di stralcio di settore del piano di bacino, Piano di Tutela delle Acque, 2013, Regione Autonoma della Sardegna
4. Autorità Di Bacino Regionale Della Sardegna Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) in attuazione del D.Lgs. n. 152/06
5. Bilancio demografico mensile anno 2022 (dati provvisori), demo.istat.it, ISTAT
6. Bilancio demografico mensile, Marzo 2023, Istat
7. Blasi C. & Biondi E. 2017. La flora in Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, pp. 704. Sapienza Università Editrice, Roma.
8. Camarda I., Laureti L., Angelini P., Capogrossi R., Carta L., Brunu A., 2015 "Il Sistema Carta della Natura della Sardegna". ISPRA, Serie Rapporti, 222/2015
9. Canu S., Rosati L., Fiori M., Motroni A., Filigheddu R., Farris E. 2015. Bioclimate map of Sardinia (Italy). *Journal of Maps* (Taylor and Francis eds.), Volume 11, Issue 5, pages 711-718. - DOI: 10.1080/17445647.2014.988187
10. Aru. A, Baldaccini P., Vacca A., Delogu G., Dessena M.A., Madrau S., Melis R.T., Vacca S.; 1991. Carta dei suoli della Sardegna-Regione Autonoma della Sardegna, Università degli Studi di Sassari.
11. European Commission, Directorate-General for Environment, EU biodiversity strategy or 2030 bringing nature back into our lives, Publications Office of the European Union, 2022
12. Gavino Arca, F. Fancello, A. Montinaro, G. Ibba; "Olio EVO L' agroalimentare a marchio di qualità Sardegna"; Laore Agenzia regionale per lo sviluppo in agricoltura; Regione Autonoma della Sardegna
13. http://www.provincia.mediocampidano.it/resources/cms/documents/20120525_PUP_BT_02_Relazione_quadro_territoriale_ambientale.pdf
14. <https://7censimentoagricoltura.it/>
15. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>
16. <https://www.lamiasardegna.it/sangavino.htm>

17. Il 6° Censimento Generale Dell'agricoltura In Sardegna, Regione Autonoma Della Sardegna 2013
18. L'agricoltura Nella Sardegna In Cifre 2018, CREA 2018
19. La storia dell'Eucalyptus e delle Bonifiche Sarde, Sardegna foreste, 2022
<https://www.sardegnaforeste.it/notizia/la-storia-delleucalyptus-e-delle-bonifiche-sarde>
20. L'Abate, Giovanni & Costantini, E. & Roberto, Barbetti & Fantappiè, Maria & Lorenzetti, Romina & S., Magini. (2015). Carta dei Suoli d'Italia 1:1.000.000 (Soil map of Italy, scale 1:1.000.000). 10.13140/RG.2.1.4259.7848.
21. Nota metodologica aree rurali, Luglio 2014, Rete Rurale Nazionale 2014-2020, MIPAAF
22. Nota sulla classificazione delle aree rurali per la programmazione 2014-20 (MiPAAF)
23. Observations on the Role of A Riparian Forest. Ecology, 65(5), 1466–475. <https://doi.org/10.2307/1939127>
24. Peterjohn, W. T., & Correll, D. L. (1984). Nutrient Dynamics in an Agricultural Watershed:
25. Piano Urbanistico Provinciale Medio Campidano - Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale Bt06 - Relazione Sul Quadro Territoriale Strategico Percettivo
26. Piano Urbanistico Provinciale Medio Campidano- Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale Bt01 - Relazione Illustrativa
27. Piano Urbanistico Provinciale Medio Campidano- Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale At01 - Documento Di Strategie E Indirizzi
28. Piano Urbanistico Provinciale Medio Campidano- Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale Bt03 - Relazione Sul Quadro Territoriale Sociale Ed Economico
29. Piano Urbanistico Provinciale Medio Campidano- Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale Et02 – Rapporto Ambientale
30. Piano Urbanistico Provinciale Medio Campidano- Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale Ct01 - Norme Tecniche Di Attuazione
31. Piano Urbanistico Provinciale Medio Campidano- Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale Bt09 - Relazione Sugli Ambiti Di Paesaggio Provinciale
32. Rilevazioni delle forze lavoro relativi all'anno 2008, 2009, ISTAT