

RELAZIONE AGRONOMICA

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico
di potenza nominale pari a 30 MWp
denominato "SINDIA 2" sito nel
Comune di Macomer (NU)**

Località "Pittigunnis" e "SA Urtiga"

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana 4 s.r.l.

<i>Rev00</i>		Data ultima elaborazione: 16/01/2023	
Redatto	Formattato	Verificato	Approvato
<i>Dott. Agr. Giovanni Vaccaro</i>	<i>Dott. Agr. Giovanni Vaccaro</i>	<i>Dott. Agr. P. Vasta</i>	ENERLAND ITALIA s.r.l.
CodiceElaborato		Oggetto	
SINDIA2-IAR05		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	

TEAM ENERLAND:

Dott. Agr. Patrick VASTA
Ing. Annamaria PALMISANO
Dott.ssa Nausica RUSSO
Dott.ssa Ilaria CASTAGNETTI

Ing. Emanuele CANTERINO
Dott. Claudio BERTOLLO
Dott. Guglielmo QUADRIO

GRUPPO DI LAVORO:

Geol. Nicola PILI
Ing. Marta ZICCHEDDU
Dott. Rosario PIGNATELLO
Ing. Gianluca VICINO
Dott.ssa Agnese Elena Maria CARDACI
Ing. Graziella TORRISI

Dott. Agr. Giovanni VACCARO
Ing. Fabio Massimo CALDERARO
Ing. Vincenzo BUTTAFUOCO

INDICE

PREMESSA	1
1.1 Soggetto proponente	2
1.2 Area di intervento	3
1.3 Agrivoltaico.....	5
2. ANALISI CONTESTO AGRICOLO	6
2.1 Analisi dell'uso del suolo diacronica	8
2.2 Attuale uso del suolo	11
2.3 Pedologia	14
2.4 Capacità d'uso del suolo – Land Capability Classification LCC	18
2.5 Clima	22
2.6 Bioclima	27
3. PROPOSTA PROGETTUALE	30
3.1 Indirizzo produttivo	31
3.2 Schede botaniche essenze selezionate	36
3.3 Fabbisogno irriguo.....	42
3.4 Stima costi aree a verde e sistema di monitoraggio	43
3.5 Cure colturali	44
3.5.1 Piano di manutenzione delle aree a verde	44
3.5.2 Piano di monitoraggio dell'attività agricola – sistemi agricoltura 4.0.....	46
3.5.3 Macchine ed attrezzature da impiegare	48
3.6 Gestione delle colture	51
3.7 Valutazione potenzialità economica.....	53
4. CONCLUSIONI	55

PREMESSA

La presente relazione agronomica è a supporto dello "Studio di Impatto Ambientale" - (redatto ai sensi dell'art. 22 del d.Lgs. 152/06 e successive modifiche ed integrazioni), inerente al progetto per la realizzazione di un impianto agri-voltaico costituito da tracker a inseguimento monoassiale e relative opere connesse (infrastrutture impiantistiche e civili), ubicato in Sardegna, nel Comune di Macomer, con potenza pari a 30 MWp. L'area di progetto è estesa circa 56,15 ettari.

L'impianto è soggetto al rilascio di Autorizzazione Unica, ai sensi dell'art. 12 comma 3 del d.lgs. n. 387 del 2003; il progetto proposto rientra, ai sensi dall'art. 31 comma 6 della legge n. 108 del 2021, tra quelli previsti nell'allegato II alla parte seconda del d.lgs. 152/2006 (impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW), pertanto, l'intervento è soggetto, ai sensi dell'art. 6 comma 7 (comma così sostituito dall'art. 3 del d.lgs. n. 104 del 2017) del d.Lgs. 152/2006 a provvedimento di VIA (Valutazione di Impatto Ambientale).

Un parco fotovoltaico è la sintesi di un numero congruo di pannelli fotovoltaici, comunemente realizzati in materiale monocristallino, interconnessi tra loro al fine di produrre energia elettrica sfruttando l'effetto fotovoltaico. L'insieme dei pannelli viene quindi collegato a una stazione di inverter in cui l'energia elettrica viene trasformata prima di essere trasferita alla rete attraverso un sistema di linee elettriche solitamente interrate.

Il presente progetto si inserisce nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili quale fonte energetica e della riduzione di inquinanti atmosferici e gas clima-alteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia (es. Protocollo di Kyoto).

1.1 Soggetto proponente

Enerland Group è una società fondata nel 2007 a Saragozza, in Spagna, specializzata in sviluppo, costruzione, gestione e in attività di O. & M. di parchi fotovoltaici su terreni e di impianti industriali su tetti.

Tali attività vengono condotte a livello internazionale, disponendo di un organico multidisciplinare che si compone di circa 200 dipendenti, con più di 10 sedi aziendali in tutto il mondo, presenti quindi in 14 paesi.

I numeri di Enerland sono:

+400 MW installati

+800 GWh prodotti

+50 progetti in portfolio di sviluppi a livello internazionale

+20 parchi fotovoltaici costruiti

+200 impianti di autoconsumo industriale

La nostra storia:

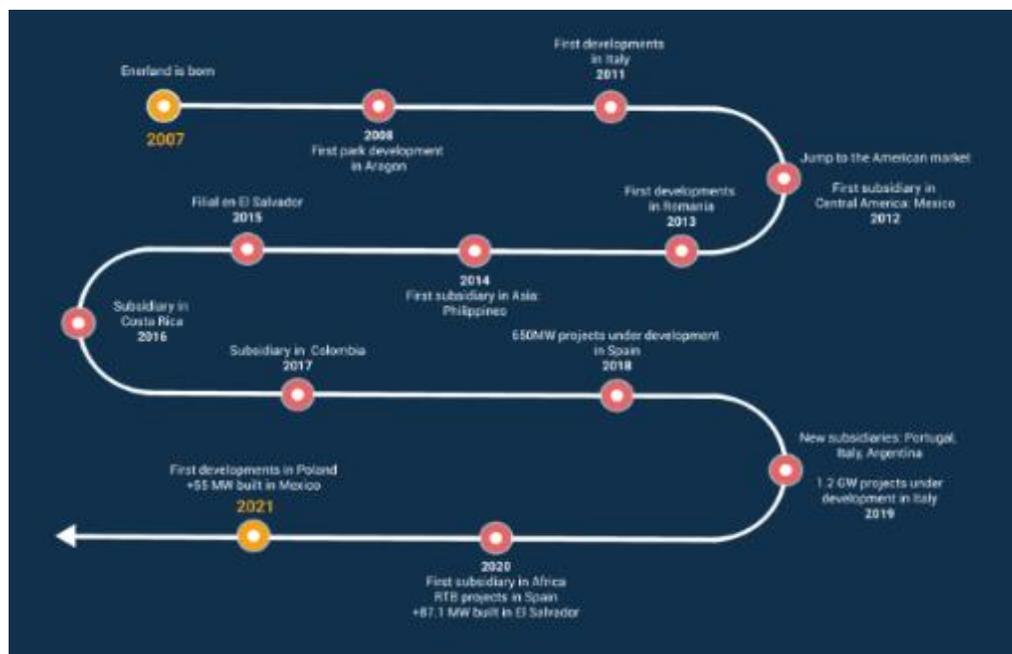


FIGURA 1 – STORYMAP DI ENERLAND

1.2 Area di intervento

L'area di progetto si colloca all'interno del territorio comunale di Macomer (NU), tra le località "Pittigunnis" e "SA Urtiga". Il sito si compone di due macroaree principali: un primo blocco maggiore e più frammentato a nord che si estende per circa 32 ettari e un secondo blocco minore più a sud di 18 ettari, per un totale di 50 ettari circa. L'area dista approssimativamente 1,5 km dal centro abitato di Macomer, 2,5 km dalla sua zona industriale e 5,5 km dal centro abitato di Borore. Rispetto alla viabilità, il primo blocco a nord si colloca subito a sud della S.C. Monti, mentre quello più a sud si colloca a sud della S.P. 43 dalla quale è raggiungibile imboccando una strada secondaria.

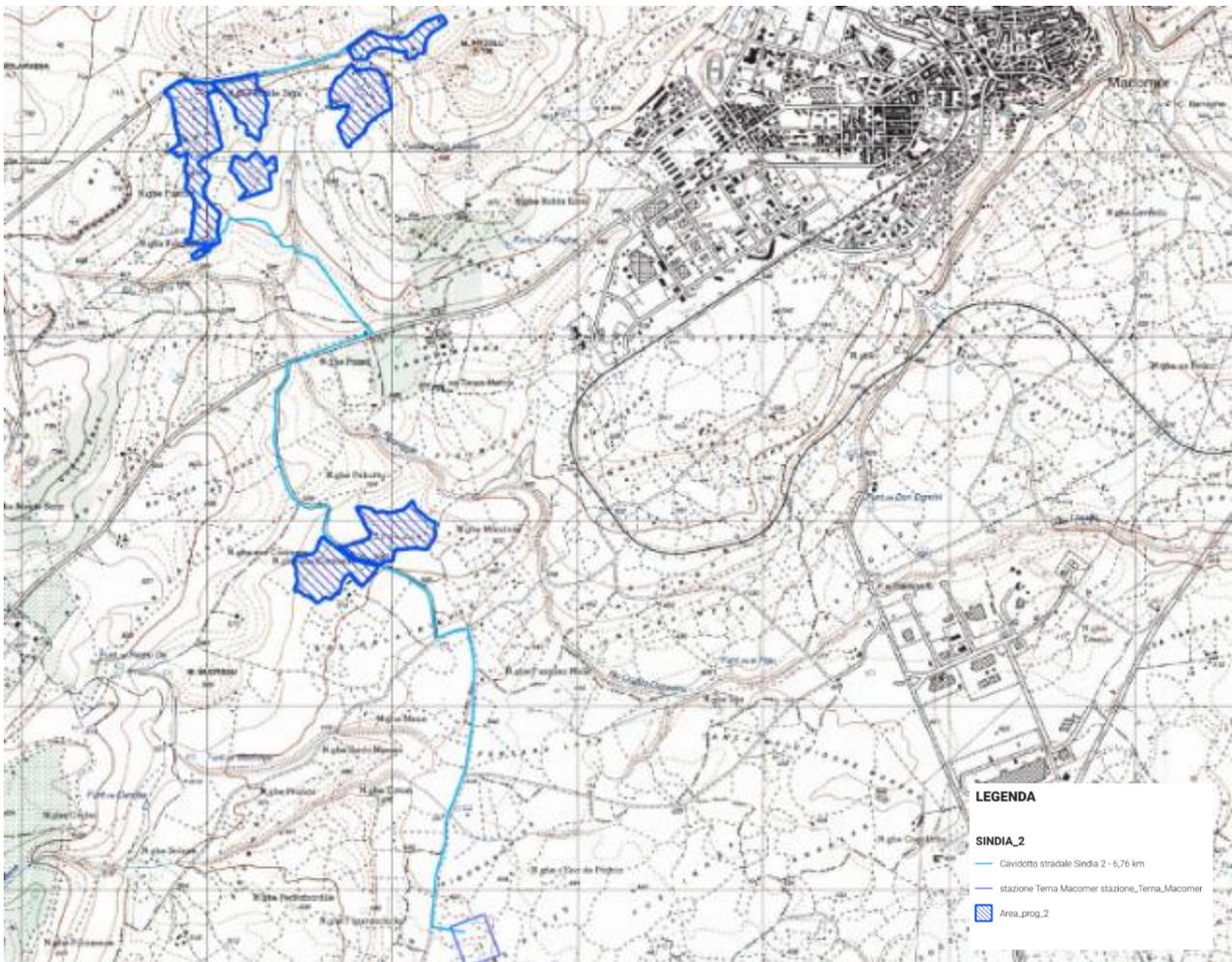


FIGURA 2 - STRALCIO INQUADRAMENTO AREA PROGETTO SU BASE I.G.M. TAVOLA SIN2-IAT01

Nella Carta d'Italia (I.G.M.) in scala 1:25.000, l'area in esame ricade nel foglio n° 498 sez. III "Macomer", mentre nella Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade nel foglio numero 498130 "Monte Sant'Antonio" e nel foglio 498090 "Crastu Ladu".

Le coordinate chilometriche del baricentro dell'area in esame, riferite alla quadrettatura chilometrica Gauss Boaga (ESRI: 102094), sono rispettivamente: E 1477587,1 N 4455831,6. L'altitudine media a cui si colloca il sito è 510,0 m s.l.m.

1.3 Agrivoltaico

Con il termine agro-fotovoltaico o agro-voltaico, (in inglese agro-photovoltaic, abbreviato APV) si indica un settore, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli, che si dividono tra produzione agricola e produzione di energia elettrica, attraverso l'installazione, sullo stesso terreno coltivato o adibito ad allevamento, di impianti fotovoltaici.

Attualmente la categoria degli impianti agro-fotovoltaici trova la sua identificazione nelle disposizioni nel D.L. 77/2021, convertito con la L. 108/2021, in cui si fornisce la definizione di impianto agro-fotovoltaico, il quale per le sue caratteristiche peculiari (es. tipologia di strutture a inseguimento e spazi tra di esse) utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia verde, permettendo agli stessi di beneficiare di incentivi statali.

Nello specifico, gli impianti devono essere dotati di "sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate."

I sistemi agro-fotovoltaici costituiscono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (FV) con la produzione agricola e/o l'allevamento zootecnico e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di agricoltura 4.0 e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione potrà garantire una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto e della produzione zootecnica, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione. La Missione 2, Componente 2, del PNRR ha come obiettivo principale l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte.

Nella presente proposta progettuale, sarà prevista:

- la continuità dell'attività agricola;
- la realizzazione di un sistema di monitoraggio che permetta di verificare l'impatto sulle colture e sulla produttività agricola.

2. ANALISI CONTESTO AGRICOLO

Storicamente, in questo territorio, per il sostentamento economico delle comunità limitrofe, un ruolo fondamentale è stato svolto dall'agricoltura. Tale attività, nel tempo, ha portato ad una modifica del paesaggio, in cui la copertura vegetale si è trasformata da naturale ad agricola.

L'intervento antropico, che per mezzo dell'agricoltura ha avuto come conseguenza alla riqualificazione dei terreni (si pensi alle opere di miglioramento fondiario, ad esempio, quelli volti alla regimazione delle acque) ed al presidio del territorio, ci pone innanzi un paesaggio in continua evoluzione.

Il carattere del Paesaggio Locale è quello agricolo, in cui dominano le colture seminate e la copertura vegetale di origine naturale interessa aree che per caratteristiche intrinseche ed estrinseche non ne hanno permesso la meccanizzazione (terreni con forti declività, o con presenza di roccia affiorante).

Il contesto territoriale in cui si intende insediare il Parco Agri-fotovoltaico è quello delle aree rurali dell'altopiano di Abbasanta. Nel circondario, le principali coltivazioni praticate sono quelle cerealicole-foraggiere, con ampie aree destinate a pascolo.

Il cereale maggiormente coltivato è il frumento, mentre le colture foraggiere sono costituite da prati polifiti (leguminose e graminacee) e talvolta da prati monofiti.

I sopralluoghi sono stati effettuati nel mese di maggio. In questo periodo i campi si presentano con la coltivazione del frumento in corso e con gli erbai prossimi allo sfalcio.

Il paesaggio agricolo, in tali contesti, si caratterizza della monotonia tipica delle coltivazioni erbacee estensive. Elementi di alternanza nel paesaggio sono determinati da diversificazioni vegetazionali in aree di ridotta estensione, in cui vi è la presenza di vegetazione naturale. Spesso, questo genere di aree si presenta di forma stretta ed allungata, in corrispondenza di impluvi, o di zone con caratteristiche geo-morfologiche che impediscono l'utilizzo di mezzi agricoli. Sono presenti vecchi casolari, canali di scolo, strade interpoderali.

L'effetto indiretto dei cambiamenti del regime termico e pluviometrico riguarda prevalentemente l'estensione e la localizzazione degli areali di coltivazione di molte specie (IPCC 2007). Di recente le metodologie di Land Evaluation sono state applicate, utilizzando dati del clima attuale e scenari climatici futuri, per determinare l'impatto che le variazioni climatiche avranno sull'attitudine territoriale all'uso agricolo o altri specifici utilizzi. Le tecniche di Land Evaluation forniscono informazioni qualitative sulle unità del territorio basandosi su dati sia bio-fisici sia socioeconomici. In particolare, le indagini di Land Suitability consentono di valutare la vocazionalità territoriale per la coltivazione di specifiche colture. A questo proposito, la FAO ha proposto nel 1976 (<https://www.fao.org/3/X5310E/X5310E00.htm>) un modello finalizzato alla valutazione della suscettività di un territorio ossia della sua attitudine nei confronti di una specifica coltura, gruppo di colture o usi specifici. La valutazione della suscettività vale pertanto solo per una singola coltura o un uso specifico

In questo lavoro, non è previsto uno studio di Land Suitability, per due ragioni sostanziali:

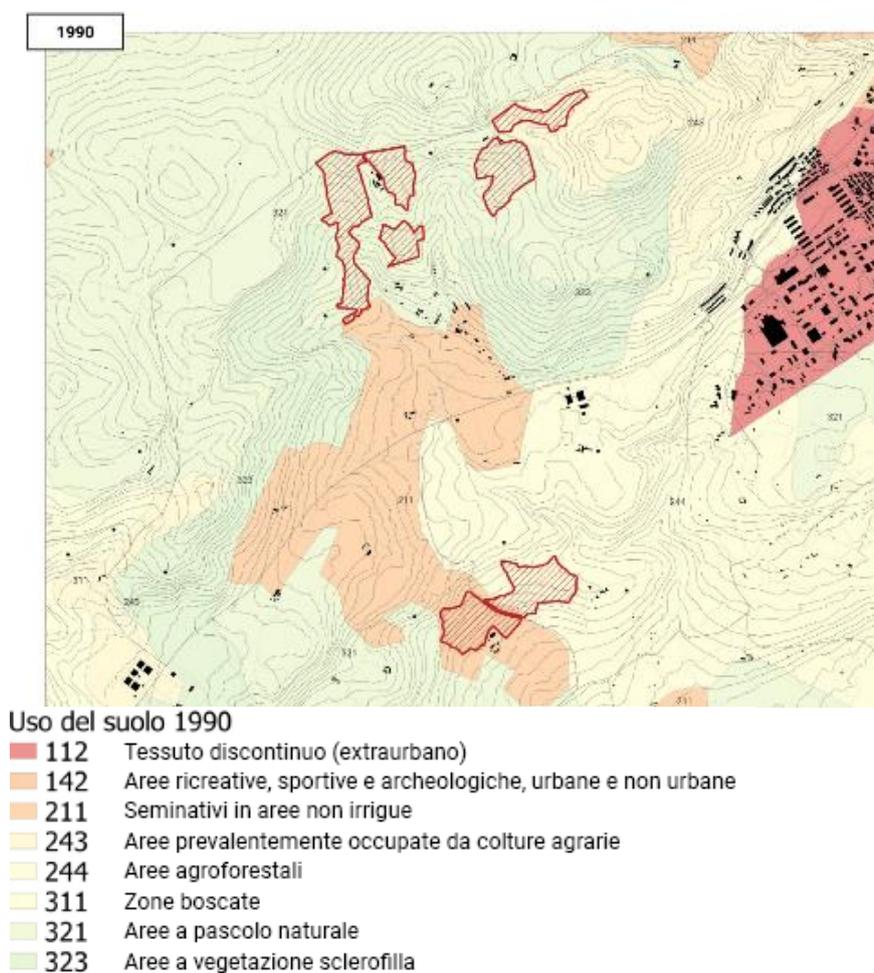
1. tale analisi viene svolta nell'ambito della pianificazione dell'uso del territorio, attraverso la realizzazione di un piano di assetto del territorio PAT, su areali molto vasti (superfici > 10 Km², i cui limiti non coincidono necessariamente con le delimitazioni comunali o provinciali; es. possono riferirsi all'area di un bacino idrografico). Pertanto, esula lo scopo del presente studio: valutare compatibilità agronomica di un impianto agrofotovoltaico, la cui estensione è circoscritta all'area di impianto (superfici < ad 1 Km²), assolutamente non paragonabile all'estensione di porzioni di territorio per le quali ha un senso effettuare una Land Suitability Evaluation (superfici > 10 Km²);
2. come meglio specificato al capitolo 3, non è previsto un cambio degli indirizzi produttivi sulle aree oggetto di studio.

2.1 Analisi dell'uso del suolo diacronica

Di seguito si riporta l'analisi del suolo, effettuata in forma diacronica, in cui verranno messi in evidenza e confrontato quattro momenti significativi, con lo scopo di dare compiutezza alle analisi degli usi passati, presenti e futuri, ed avere un dato verificabile nel tempo.

La metodologia adottata per tale analisi è quella basata su CORINE LAND COVER come adeguata dalla Regione Sardegna, con analisi fino al IV livello di dettaglio, adoperando una scala di rappresentazione di 1:10.000.

A tal proposito, si riportano gli stralci dell'analisi dell'uso del suolo diacronica riferita agli anni: 1990, 2000, 2006, e 2012, con evidenziata in viola l'area oggetto di studio (tavola "SINDIA2-IAT27_Uso del Suolo diacronico").



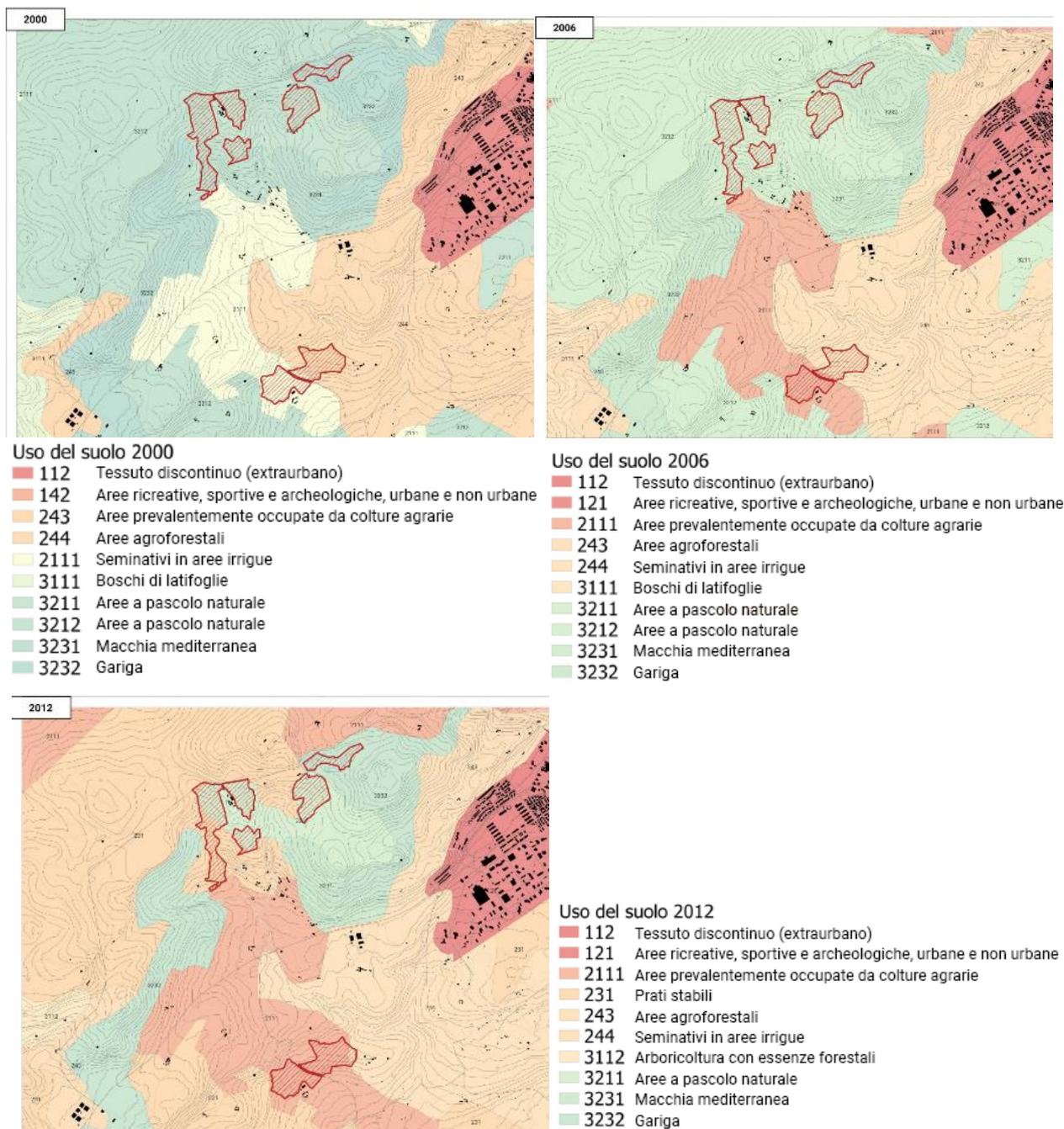


FIGURA 3 – USO DEL SUOLO DIACRONICO PER GLI ANNI 1990 / 2000 / 2006 / 2012

Per quanto sopra riportato si evince che le aree oggetto di studio:

- Per l'anno 1990 sono interessate da aree seminative non irrigue cod. 211, aree agroforestali cod.244, aree prevalentemente occupate da colture agrarie cod. 243, aree a pascolo naturale cod. 321;

- Per l'anno 2000 sono interessate da aree seminate non irrigue cod. 2111, aree agroforestali cod. 244, aree a pascolo naturale cod. 3211, gariga cod. 3232;
- Per l'anno 2006 sono interessate da aree prevalentemente occupate da colture agrarie cod. 2111, aree seminate irrigue cod. 244, aree a pascolo naturale cod. 3211, gariga cod. 3232;
- Per l'anno 2012 sono interessate da aree prevalentemente occupate da colture agrarie cod. 2111, aree seminate irrigue cod. 244, prati stabili cod. 231, aree a pascolo naturale cod. 3211, gariga cod. 3232.

Dall'analisi diacronica effettuata a partire dal 1990 al 2012 appare evidente come le aree oggetto di studio siano principalmente interessate da coltivazioni di tipo estensivo, quali prati e pascoli.

Inoltre, si rappresenta che, nonostante da questa cartografia risulti che parte dei fondi siano identificati come "aree seminate irrigue cod. 244", a seguito dei sopralluoghi effettuati si è verificata la non sussistenza di infrastrutture irrigue, pertanto, tali terreni sono da considerarsi come non irrigui.

La costante di questa destinazione è certamente riconducibile alla natura intrinseca dei terreni ed all'assenza di acqua per irrigare, il che ha portato a stabilizzare nel corso dei decenni le scelte colturali.

2.2 Attuale uso del suolo

Per l'attuale uso del suolo è stata analizzata la carta dell'Uso reale del suolo suddiviso in classi di legenda (Corine Land Cover), in scala 1:25.000 messa a disposizione sul geoportale della Regione Sardegna, si è verificato il seguente uso del suolo:

- Seminativi in aree non irrigue cod. 2111
- Prati artificiali cod. 2112
- Aree a pascolo naturale cod. 321



FIGURA 4 – STRALCIO CARTA USO DEL SUOLO USD2008- TAVOLA SINDIA2-IAT04_UsO DEL SUOLO

Vista C



Vista F





FIGURA 5 - AREA OGGETTO DI STUDIO, STRALCIO "INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO" SINDIA2-IAT16

Ulteriori immagini con coni ottici sono disponibili all'elaborato "SINDIA2-IAT16_Inquadramento fotografico".

2.3 Pedologia

L'analisi pedologica è basata sullo studio della Carta dei Suoli della Sardegna di Aru A., Baldaccini P., Vacca A., del 1991. Allo stato attuale, per l'area oggetto di studio (in prossimità del Comune di Sindia-NU) non esiste altro supporto ufficiale su grande scala da poter utilizzare ai fini dell'analisi pedologica.

La Carta è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici. Sono stati adottati due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989). Nel primo caso il livello di classificazione arriva al Sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e paesaggio, i principali processi pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro.

Nella proposta progettuale riportata al capitolo (3) non è prevista alcuna modifica delle coltivazioni già esistenti, bensì il mantenimento dei terreni quali prato pascolo, ragione per cui, non effettuando alcuna riconversione colturale, appare superfluo realizzare dei profili pedologici mediante scavo e/o trivellazione.

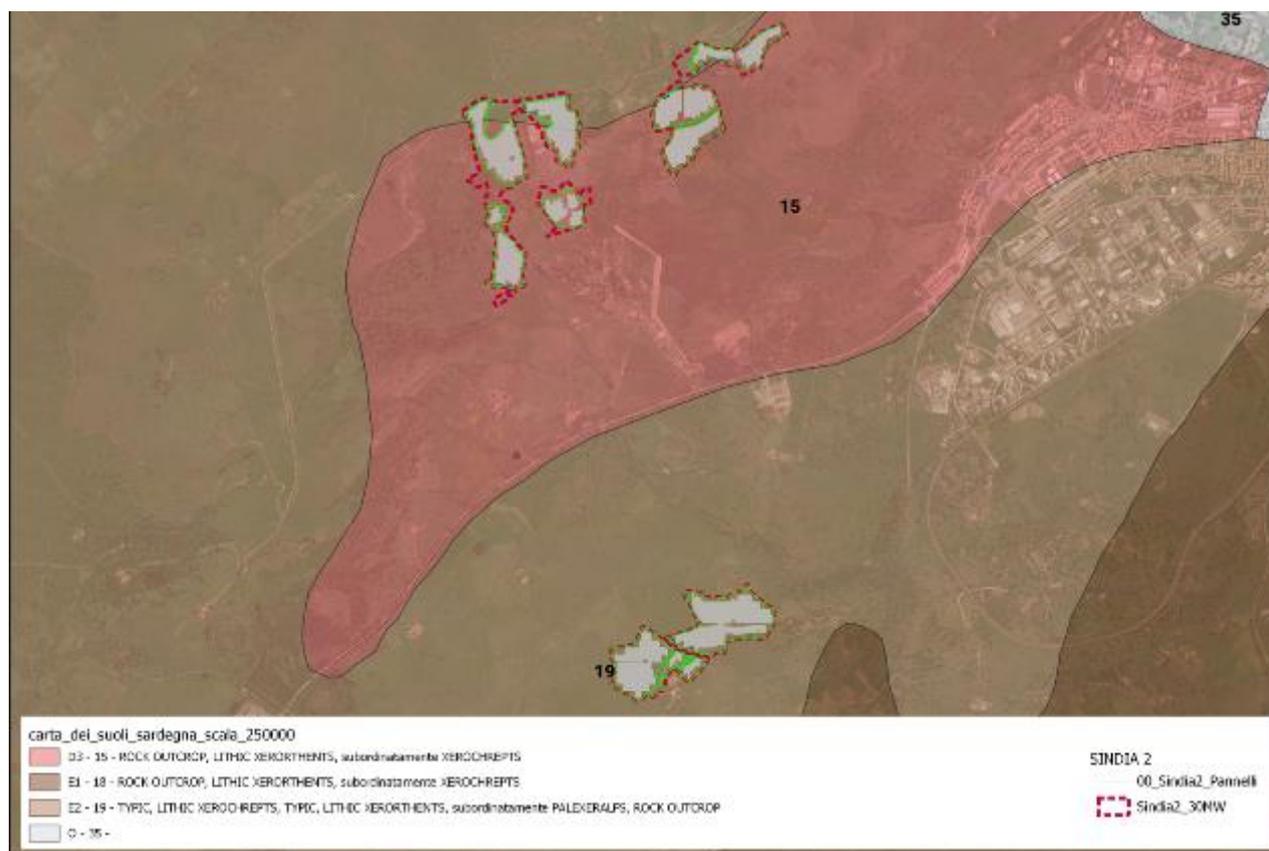


FIGURA 6 - STRALCIO CARTA DEI SUOLI DELLA REGIONE SARDEGNA EVIDENZIATE CON IL TRATTEGGIATO LE AREE OGGETTO DI STUDIO

Dall'analisi della carta sopra citata, si evince che la pedologia dei suoli delle aree oggetto di studio secondo la classificazione dell'U.S.D.A. SOIL TAXONOMY – 1988 afferisce a:

UNITA' 15 – ROCCE EFFUSIVE ACIDE (RIOLITI, RIODACITI, IGNIMBRITI) DEL CENOZIOCO E RELATIVI DEPOSITI DI VERSANTE.

Uso attuale: pascolo naturale.

Carattere dei suoli:

- profondità: *poco profondi*
- Tessitura: *da sabbioso-franca a franco argillosa*
- Struttura: *poliedrica subangolare*
- Permeabilità: *da permeabili a mediamente permeabili*
- Erodibilità: *elevata*

- Reazione: *neutra*
- Carbonati: *assenti*
- Sostanza organica: *media*
- Capacità di scambio *cationico*: *da bassa a media*
- Saturazione *basi*: *saturi*

Classe di capacità VI-VII-VIII

L'unità è caratterizzata da morfologie aspre con un susseguirsi di rilievi e brusche rotture di pendio, alternate ad aree subpianeggianti.

I suoli, a profilo A-C ed A-R, sono di debole spessore e sono in associazione ad ampi tratti di roccia affiorante.

La fertilità generale è molto bassa e debole risulta la capacità di trattenuta per l'acqua.

L'erosione è molto diffusa ed intensa, perché queste aree sono sottoposte spesso ad incendi, sovrappascolamento e lavorazioni senza sistemazioni idrauliche e, frequentemente, in condizioni non idonee. Il pericolo di ulteriore degradazione è elevato anche perché la pedogenesi è lenta a causa della scarsa alterabilità della roccia. (Aru, et al., 1991, Nota illustrativa alla carta dei suoli della Sardegna).

UNITA' 19 – ROCCE EFFUSIVE BASICHE (BASALTI) DEL PLIOCENE SUPERIORE E DEL PLEISTOCENE E RELATIVI DEPOSITI DI VERSTANTE E COLLUVIALI.

Uso attuale: bosco, pascolo alberato.

Carattere dei suoli:

- profondità: *da poco profondi a profondi*
- Tessitura: *franco argillosa*
- Struttura: *poliedrica subangolare*
- Permeabilità: *permeabili*
- Erodibilità: *bassa*
- Reazione: *neutra*
- Carbonati: *assenti*

- Sostanza organica: *da media a elevata*
- Capacità di scambio *cationico: media*
- Saturazione *basi: saturi*

Classe di capacità V-VI

Questa unità è tipica degli altopiani basaltici, con morfologie da ondulate a sub pianeggianti, o leggermente depresse, talvolta con copertura boschiva più densa, sin riscontrano suoli più evoluti, con profilo A-Bw-R ed A-R, spesso con profondità da media a elevata. Anche se meno diffusi, sono presenti tratti di roccia affiorante, suoli a minimo spessore e, nelle aree meglio conservate, suoli profondi con profilo A-Bt-C.

Pur restando la destinazione per il pascolo e il bosco, è opportuna una migliore regimazione del pascolamento e una difesa più accurata delle aree boscate. (Aru, et al., 1991, Nota illustrativa alla carta dei suoli della Sardegna).

2.4 Capacità d'uso del suolo – Land Capability Classification LCC

Tra i sistemi di valutazione del territorio, elaborati in molti paesi europei ed extra-europei secondo modalità ed obiettivi differenti, la **Land Capability Classification** (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961) viene utilizzata per classificare il territorio per ampi sistemi agropastorali e non in base a specifiche pratiche colturali. La valutazione viene effettuata sull'analisi dei parametri contenuti nella carta dei suoli e sulla base delle caratteristiche dei suoli stessi.

Il concetto centrale della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di un uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito.

Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, C.S.C., sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (es.: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.).

I criteri fondamentali della capacità d'uso sono:

- di essere in relazione alle limitazioni fisiche permanenti, escludendo quindi le valutazioni dei fattori socio-economici;
- di riferirsi al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura particolare;
- di comprendere nel termine "difficoltà di gestione" tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché, in ogni caso, l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;
- di considerare un livello di conduzione abbastanza elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggior parte degli operatori agricoli.

La classificazione si realizza applicando tre livelli di definizione in cui suddividere il territorio:

- classi;
- sottoclassi;
- unità.

Le classi sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili), tutte caratterizzate da un grado di limitazione crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio.

Nella tabella che segue sono riportate le 8 classi della Land Capability utilizzate (Il Suolo. Pedologia delle scienze della terra e nella valutazione del territorio / M. Cremaschi ; [a cura di] G. Rodolfi, M. Cremaschi. - roma : La Nuova Italia Scientifica, 1991. - ISBN 68 1644P, Aru, 1993).

CLASS	DESCRIZIONE	ARABILITA
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	SI
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	SI
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	SI
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	SI
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	NO

VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	NO
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	NO
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.	NO

A seguito delle ricognizioni effettuate sui luoghi e della visione dei terreni oggetto di studio, e dalla lettura delle indicazioni classi della Capacità Fondiaria, è possibile ritrarre informazioni importanti sulle attività silvo-pastorali effettuabili in un'area territoriale.



FIGURA 7 - AREA OGGETTO DI STUDIO - TERRENI ADIBITI A PASCOLO



FIGURA 8 - FOTO AREA OGGETTO DI STUDIO ADIBITA A PASCOLO.

Da tale analisi si è evinto che le caratteristiche del suolo dell'area di studio risultano appartenere alla **Land Capability Classification classe VI**.

2.5 Clima

Le informazioni relative alla climatologia sono desunte dal Report Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010 temperatura (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna – ARPAS, anno 2020), e fanno riferimento un trentennio di osservazioni dei dati di precipitazione e temperature.

Sul territorio durante le osservazioni erano presenti circa 370 stazioni dotate di pluviometro per il periodo 1922 –2016 (figura 7) In un numero inferiore di stazioni (circa 290) è presente anche il termometro

Stazioni Climatiche

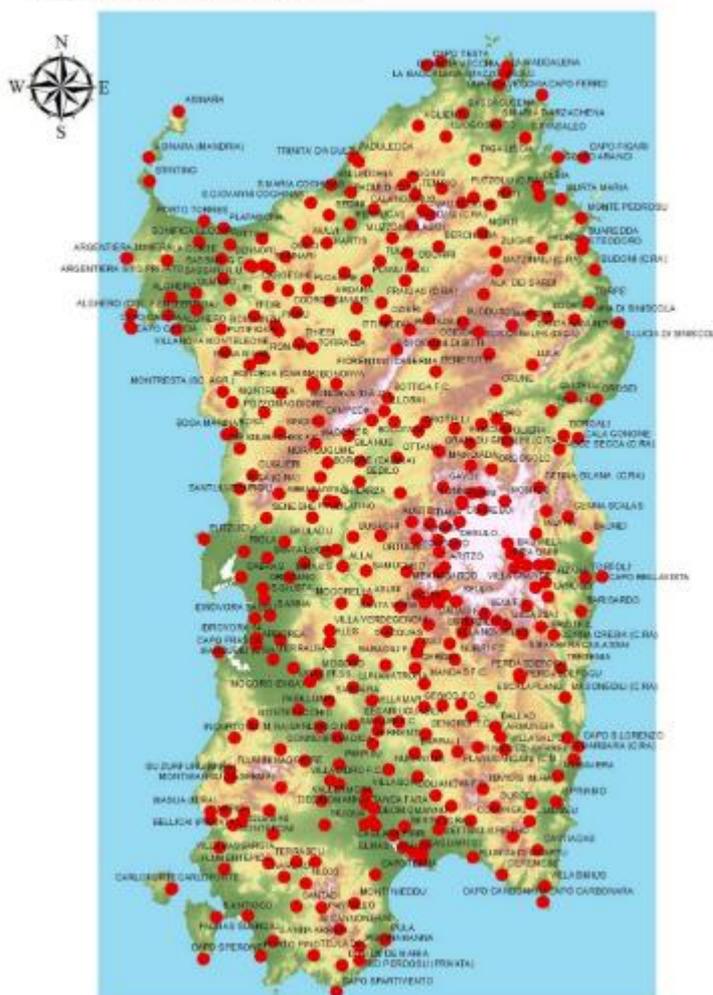


FIGURA 9 - STAZIONI CLIMATICHE DOTATE DI PLUVIOMETRO PER IL PERIODO 1922-2016 IN SARDEGNA

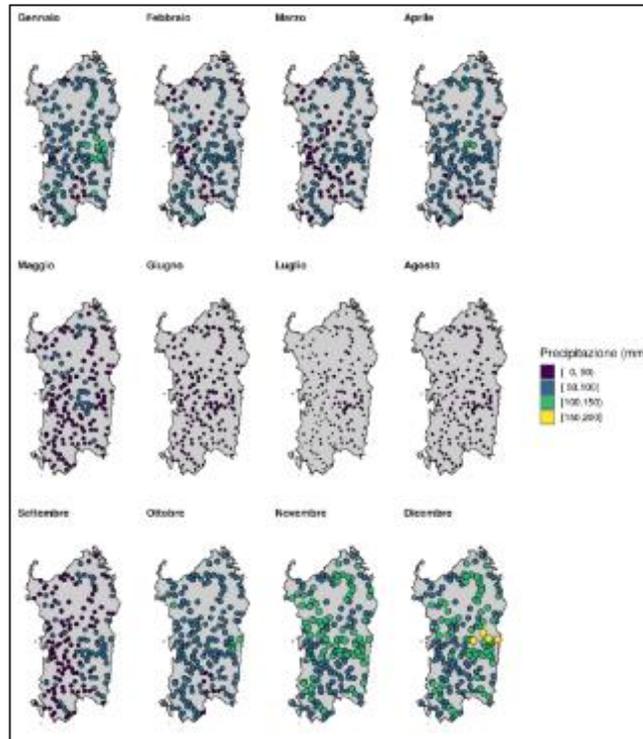


FIGURA 10 - CUMULATI CLIMATOLOGICI MENSILI DI PRECIPITAZIONE PER IL TRENTENNIO 1981-2010

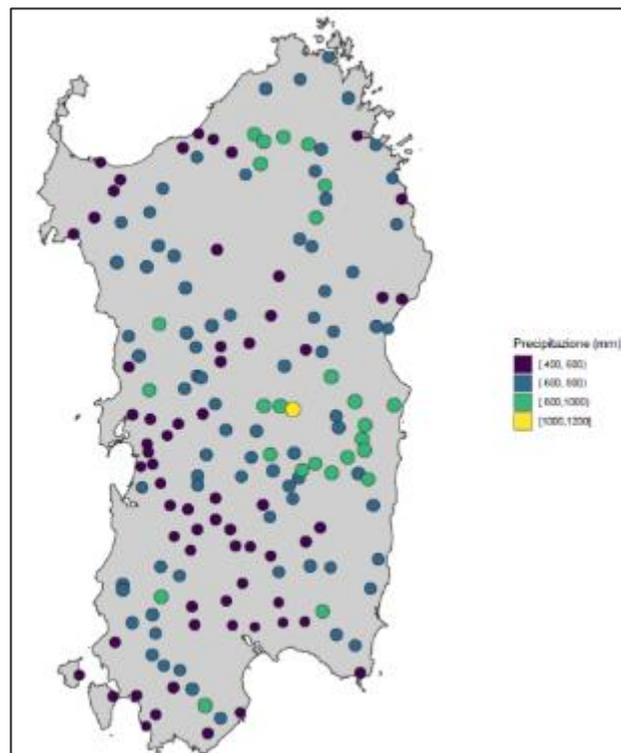


FIGURA 11 - CUMULATI CLIMATOLOGICI ANNUALI DI PRECIPITAZIONE PER IL TRENTENNIO 1981-2010

Nella tabella seguente sono riportati ed evidenziati i cumulati climatologici mensili e annuali delle precipitazioni della stazione più prossima all'area oggetto di studio:

TABELLA 1- STRALCIO VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI E ANNUALI 1981-2010 DELLE PRECIPITAZIONI

Stazione	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
ITTIREDDU	57.3	45.1	48.6	63.9	48.0	20.0	11.8	17.5	46.9	75.9	84.8	74.9	594.8
JERZU F.C.	90.7	77.7	73.4	73.0	32.4	13.7	9.0	20.3	71.8	68.1	130.2	120.1	780.3
LACONI	65.7	59.4	56.1	78.5	55.4	24.4	10.2	13.1	50.9	68.3	97.2	84.4	663.7
LANUSEI	103.0	04.1	03.7	05.7	39.2	20.3	9.4	20.2	01.7	101.0	144.2	130.2	911.5
LULA	88.4	60.8	61.0	64.1	35.8	24.5	12.6	17.5	44.4	66.1	96.8	109.0	680.9
LUNAMATRONA	60.9	56.3	53.9	68.7	43.2	22.4	4.8	11.0	43.1	50.9	80.3	82.6	506.1
MACOMER	80.6	69.5	62.9	83.1	56.5	27.1	6.7	15.7	47.1	75.2	117.1	110.4	751.8
MAMOIADA	58.0	47.8	43.2	65.3	38.2	20.5	9.6	15.1	39.9	61.1	84.1	90.1	573.0
MANDAS F.C.	64.7	57.6	52.9	73.7	44.7	22.9	7.3	11.8	50.4	61.4	91.6	88.4	627.4
MARRUBIU (C.RA)	54.5	45.4	40.1	55.1	28.9	15.9	2.1	4.9	38.5	71.3	83.8	71.4	511.8

Di seguito, è rappresentata la distribuzione sulla mappa dei valori climatologici mensili e annuali per le temperature minime e massime relative alle stazioni selezionate:

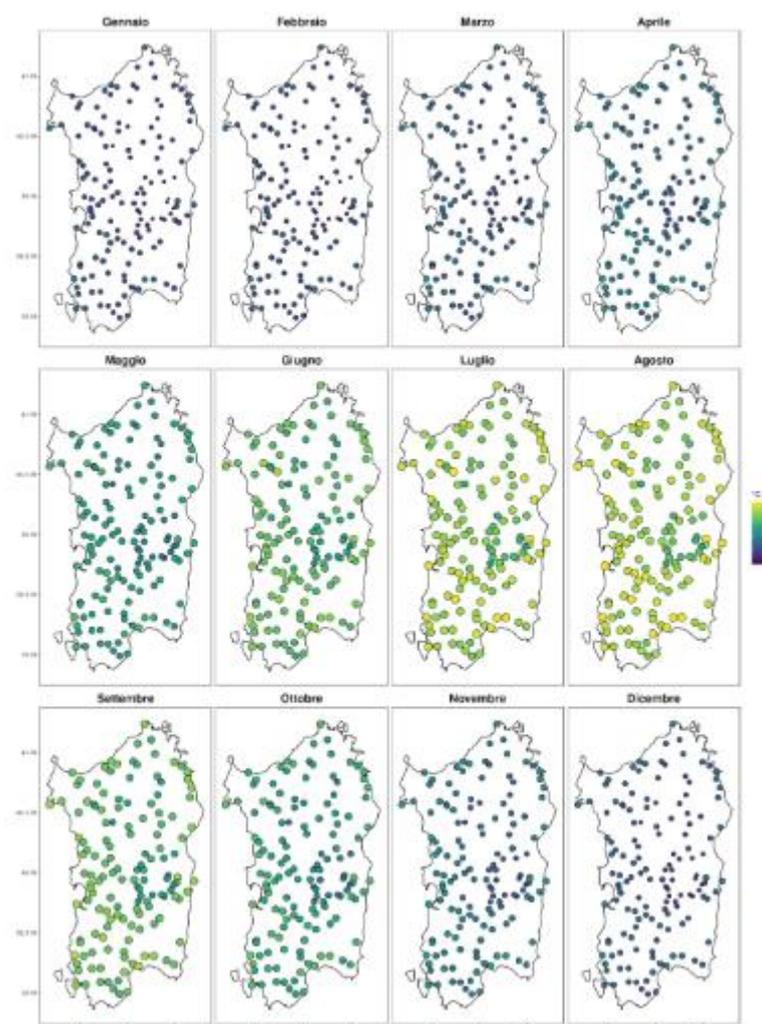


FIGURA 12 - VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI DI TEMPERATURA MINIMA PER IL TRENTENNIO 1981-2010

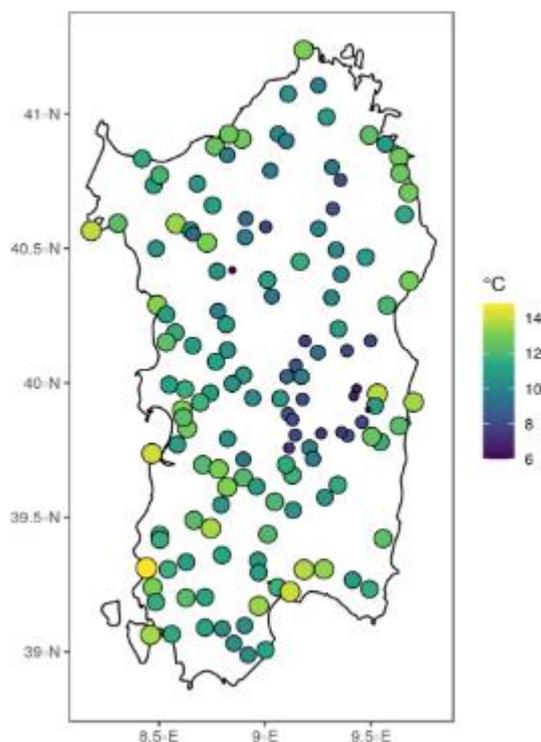


FIGURA 13 - VALORI CLIMATOLOGICI ANNUALI DI TEMPERATURA MINIMA PER IL TRENTENNIO 1981-2010

Nella tabella seguente sono riportati ed evidenziati i cumulati climatologici relativi rispettivamente alle temperature minime e massime della stazione più prossima all'area oggetto di studio:

Stazione	Classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
LULA	B	3,7	3,5	5,7	8,0	12,6	16,8	20,2	20,4	16,1	12,8	7,9	4,6	11,0
LUNAMATRONE	B	4,8	4,7	6,8	9,0	13,0	17,6	20,6	21,1	17,7	14,3	9,9	6,0	13,4
MACOMER	A	3,6	3,5	5,1	7,0	10,9	14,3	17,4	17,9	14,5	11,8	7,6	4,7	9,9
MANDAS F.C.	A	4,8	4,8	6,4	8,5	12,6	16,8	20,1	20,8	17,0	13,6	9,1	6,0	11,7
MEANASARDO	A	4,7	4,4	6,1	7,9	11,9	15,3	18,6	18,7	15,5	12,6	8,7	5,8	10,8
MOGORO	B	6,4	6,5	8,4	10,2	14,1	17,9	20,5	21,0	17,8	15,0	10,7	7,6	13,0
MONTE PEDROSU	B	6,7	6,6	7,8	9,5	13,3	17,3	20,5	21,3	18,0	14,5	10,7	7,8	12,8

TABELLA 2- STRALCIO VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI E ANNUALI 1981-2010 DELLE T.MIN

In Sardegna nel 2019 il clima ha mostrato condizioni termiche con valori annuali

LUNAMATRONE	B	13,6	14,3	17,1	19,6	24,8	29,3	32,4	32,7	27,8	23,4	17,6	14,0	22,2
MACOMER	A	9,7	10,5	13,4	16,3	21,5	26,4	30,4	30,0	24,9	20,3	14,2	10,6	19,0
MANDAS F.C.	A	12,2	13,1	16,7	18,0	23,0	28,2	31,7	31,6	27,0	22,6	16,8	13,2	21,1
MEANASARDO	A	10,7	11,1	13,8	16,2	21,5	26,6	31,0	30,8	25,7	21,1	15,1	11,6	19,6
MONTE PEDROSU	B	14,2	15,0	17,2	19,5	23,9	28,6	31,6	31,9	27,6	23,3	18,7	15,3	22,2

TABELLA 3 -STRALCIO VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI E ANNUALI 1981-2010 DELLE T.MAX

mediamente in linea con la norma (temperature minime) o di poco superiori (in particolare le massime). I valori mensili hanno evidenziato delle anomalie negative concentrate soprattutto

nel primo semestre e positive nel secondo, mentre il regime pluviometrico è stato caratterizzato da cumulati di pioggia in linea o superiori alla media climatica su buona parte del territorio regionale.

Le temperature minime più basse dell'anno si sono verificate a cavallo tra la prima e la seconda decade di gennaio: la minima più bassa, pari a circa -10 °C, è stata registrata nella stazione di Gavoi il 12 gennaio. Tra le massime, i valori più significativi, prossimi a 43 °C, si sono avuti tra giugno e agosto; il picco si è avuto l'11 agosto quando nella stazione di Oschiri si sono sfiorati i 44 °C e nel 12% delle stazioni si sono superati i 40 °C.

Le piogge totali registrate nel 2019 hanno raggiunto cumulati annui variabili a seconda delle località, tra minimi di circa 425 mm e massimi di oltre 1500 mm in alcune aree limitate; sulla maggior parte dell'Isola i valori totali risultano in linea o maggiori delle corrispondenti medie climatiche trentennali (1971-2000), superandole in alcune aree anche del 30%. Considerando i cumulati mensili mediati sul territorio regionale, si evidenzia una marcata carenza nel bimestre febbraio-marzo. L'ultimo trimestre è stato in generale caratterizzato da cumulati elevati, con picchi che hanno sfiorato i 900 mm in alcune aree montuose della fascia centrale. Rispetto alle corrispondenti medie climatiche nell'ultimo trimestre si registra un incremento di oltre il 50% su circa la metà del territorio isolano (Elaborazione della climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010 ARPAS, 2021).

2.6 Bioclima

Le informazioni sul bioclima del territorio della regione Sardegna sono basate su "La carta bioclimatica della Sardegna" (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna – ARPAS, anno 2014). L'analisi è stata effettuata seguendo il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS) proposto da Rivas-Martinez, (Rivas-Martinez, 2011). Si tratta di una classificazione numerica che mette in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura e precipitazione) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi. È impostata su un sistema gerarchico che comprende 5 macrocategorie climatiche definite Macrobioclimi: Tropicale, Mediterraneo, Temperato, Boreale e Polare; ciascun Macrobioclima si divide, a sua volta, in unità tassonomiche di rango inferiore, definite Bioclimi, per un totale di 27 unità. I Bioclimi, a loro volta, sono ulteriormente suddivisi sulla base delle variazioni nei ritmi stagionali della temperatura e delle precipitazioni attraverso l'utilizzo di indici termotipici, ombrotipici e di continentalità. Le unità gerarchicamente inferiori sono quindi rappresentate dal Termotipo (esprime la componente termica del clima) e dall'Ombrotipo (esprime la componente di umidità del clima) e dalla Continentalità (esprime il grado di escursione termica annua).

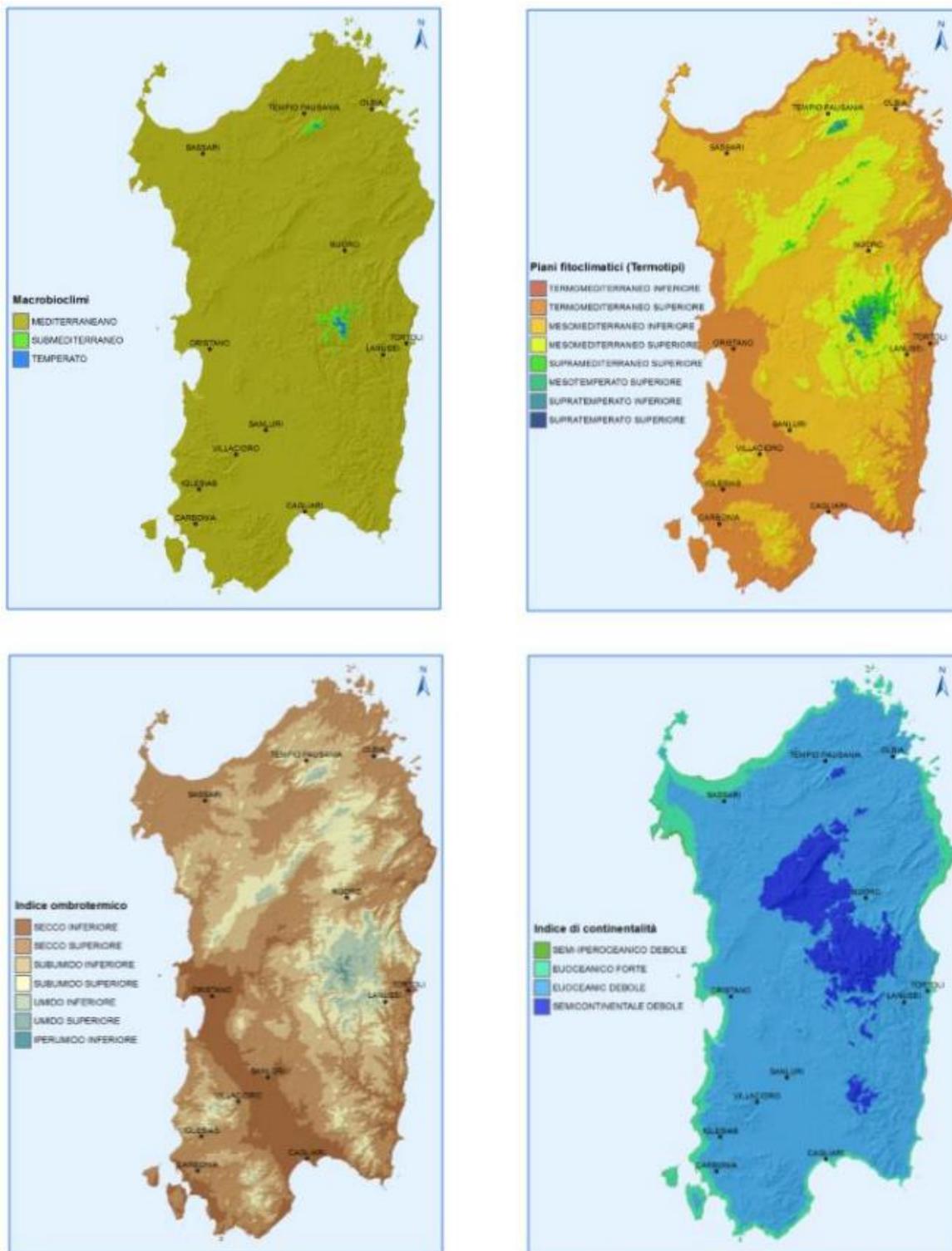


FIGURA 14 - INDICI BIOCLIMATICI

Come si nota nella Figura 15, nell'area oggetto di studio bioclimate è:

- mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato
- mesomediterraneo superiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato.

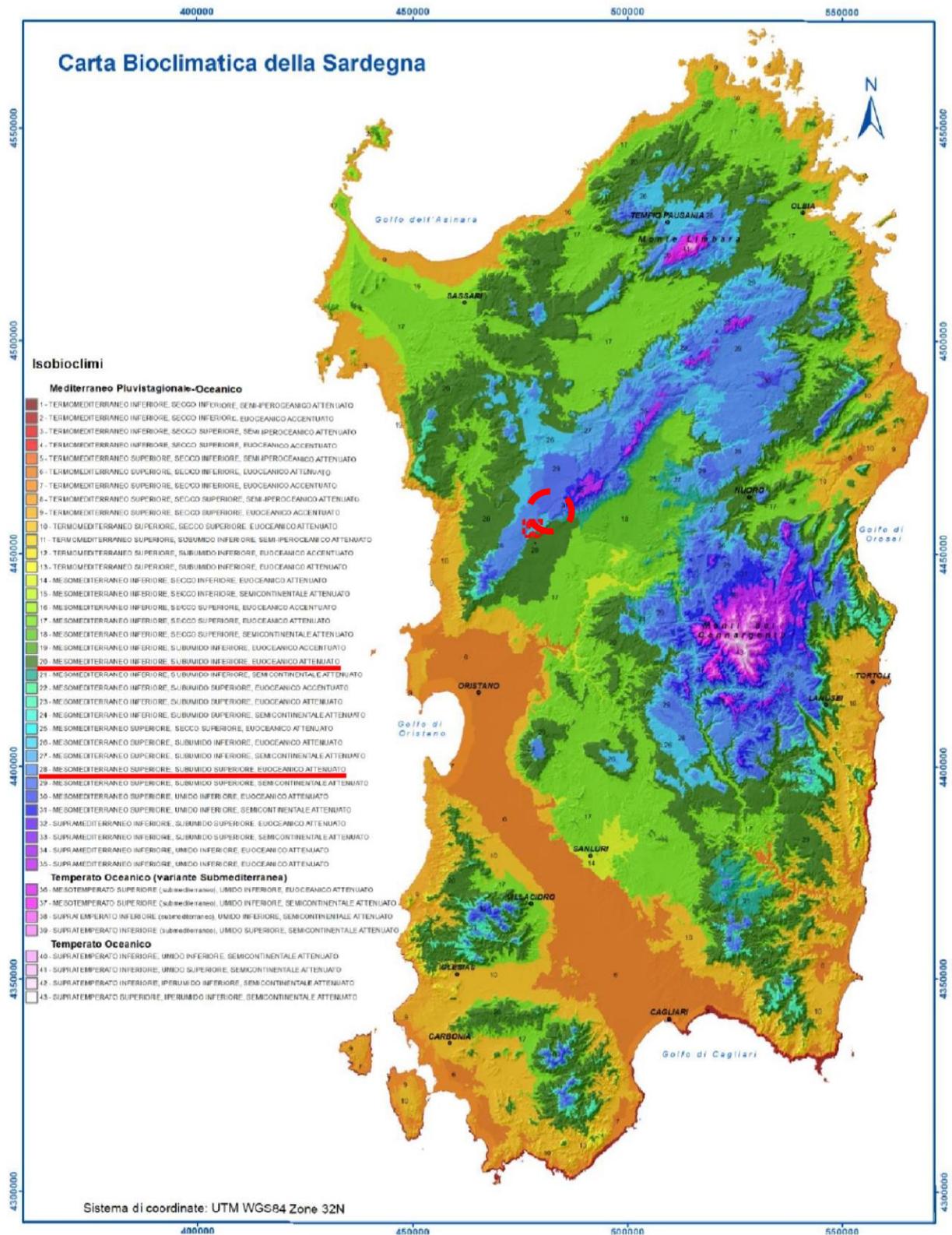


FIGURA 15 - CARTA BIOCLIMATICA DELLA SARDEGNA, IN ROSSO L'AREA OGGETTO DI STUDIO

3. PROPOSTA PROGETTUALE

La realizzazione di un parco fotovoltaico in aree agricole è un tema di grande attualità e spesso controverso. La controversia principale riguarderebbe l'impoverimento dell'area agricola ed un conseguente processo di desertificazione.

Configurandosi il progetto in esame come un agri-fotovoltaico, eventuali esternalità negative possono essere scongiurate ed eventuali aspetti negativi possono essere mitigati e resi sostenibili prevedendo un'integrazione compatibile tra uso agricolo con destinazione produttiva e la produzione di energia rinnovabile con l'impianto.

Le scelte proposte basano il proprio fondamento sull'analisi oggettiva ex-ante ed ex-post dell'area. Si porrà particolare attenzione alle proprietà del terreno, analizzando i fattori principali quali la topografia del luogo, il tipo di suolo, il clima e l'eventuale disponibilità di acqua per uso irriguo, al fine di valutare l'indirizzo produttivo più idoneo.

Altro aspetto importante da analizzare riguarda le caratteristiche tecniche delle strutture, nello specifico, la loro altezza dal suolo, l'ingombro e distanze tra le singole strutture.

È previsto inoltre un sistema di monitoraggio dell'attività agricola, che monitorerà i fattori agro-ambientali.

Soluzione compatibile con il contesto territoriale è, il mantenimento del pascolo con "prato migliorato permanente".

A perimetro dell'intera area di progetto è prevista la realizzazione di una fascia di mitigazione a verde con piante appartenenti a specie autoctone e/o storicizzate, e che possano inserirsi bene nel contesto paesaggistico, ambientale ed agricolo. La scelta dell'essenza da mettere a dimora lungo quest'area è ricaduta su:

- *Ulmus minor* Mill.,
- *Pyrus spinosa* Forssk, *Prunus spinosa* L.,
- *Crataegus monogyna* Jacq

3.1 Indirizzo produttivo

L'indirizzo produttivo proposto è perfettamente rispondente all'attuale legislazione in materia di Politica Agricola Comunitaria (P.A.C.), la quale prevede specifiche premialità per il settore.

È prevista la coltivazione di:

- Prati stabili di leguminose;

L'azione di miglioramento diretto della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali: da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare per l'ottenimento del prato di leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare l'azoto atmosferico per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatori, a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee; dall'altro lato, invece, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno (avvenuta a maggio), sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini durante i mesi di ottobre/novembre e dei successivi mesi invernali.

In particolare, si provvederà all'inserimento tra il miscuglio di leguminose del *Trifolium subterraneum*, capace oltretutto di autoriseminarsi e che, possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale, diventata "permanente", ad arrestare l'erosione superficiale attualmente molto diffusa nella superficie oggetto di intervento.

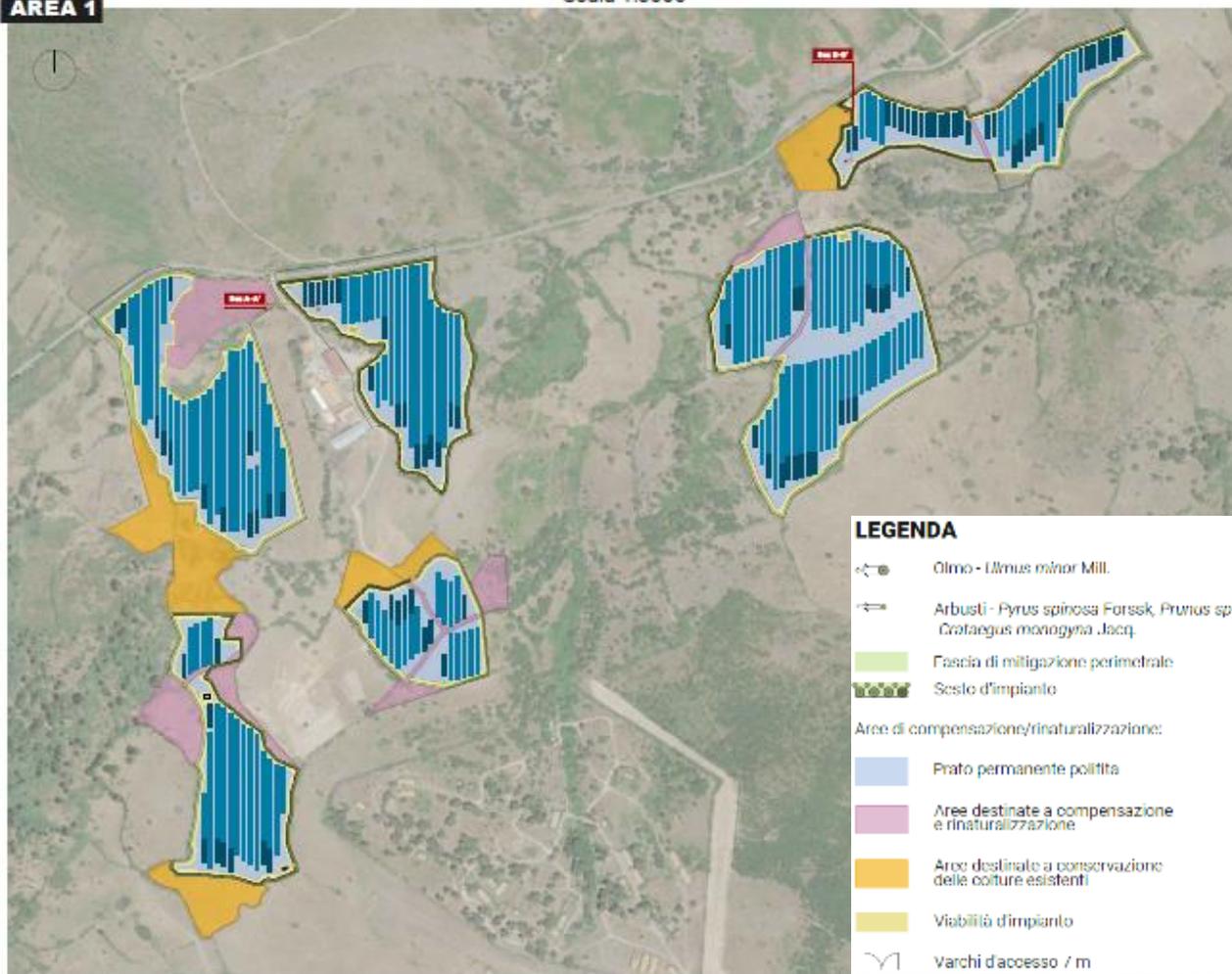
Con questo indirizzo produttivo, si garantisce una copertura permanente del suolo, che favorisce la mitigazione dei fenomeni di desertificazione e di erosione per ruscellamento delle acque superficiali. Un prato stabile apporta una copertura perenne, per il quale dopo l'insediamento non sarà necessario effettuare semine ma provvedere al suo mantenimento con l'apporto di concimazione e sfalciature.

La distribuzione e l'ubicazione di coltivazione agricole e aree a verde per fini compensativi è rappresentata sull'elaborato "SINDIA2-PDT11", di cui sotto si riportano alcuni stralci

PLANIMETRIA OPERE DI MITIGAZIONE

Scala 1:3000

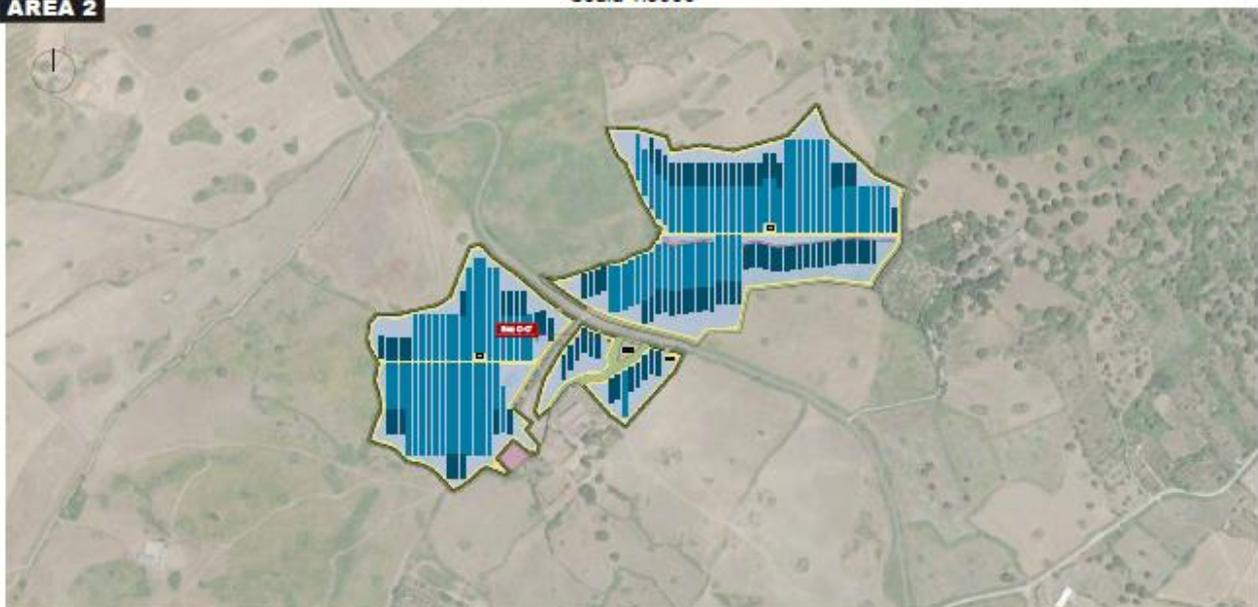
AREA 1



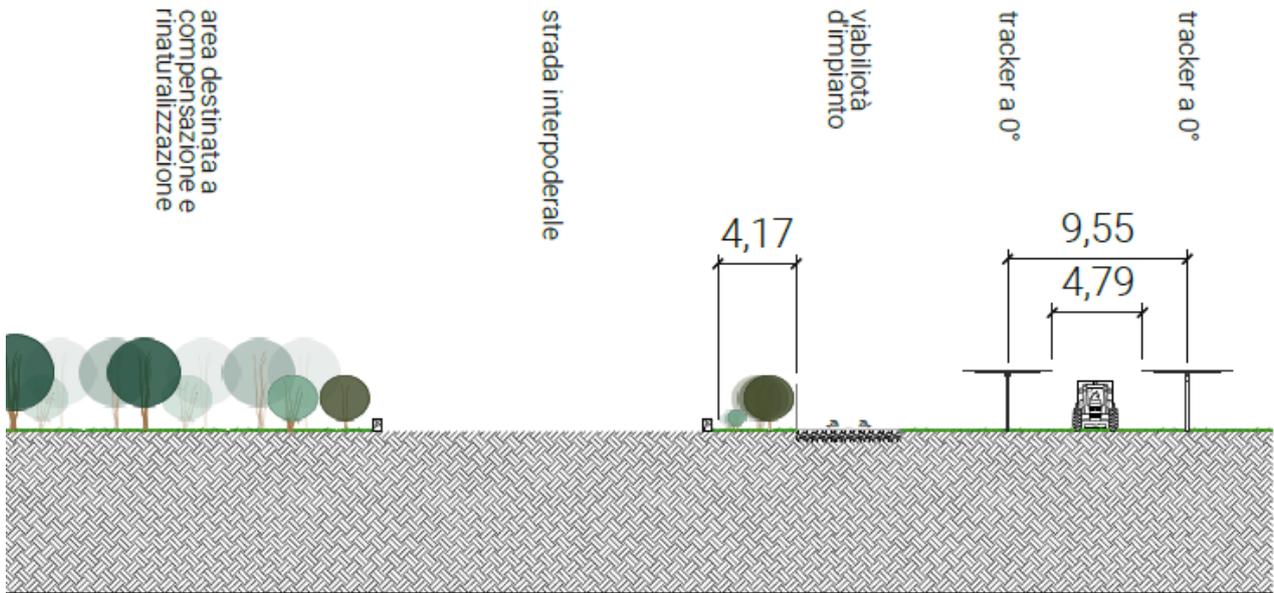
PLANIMETRIA OPERE DI MITIGAZIONE

Scala 1:3000

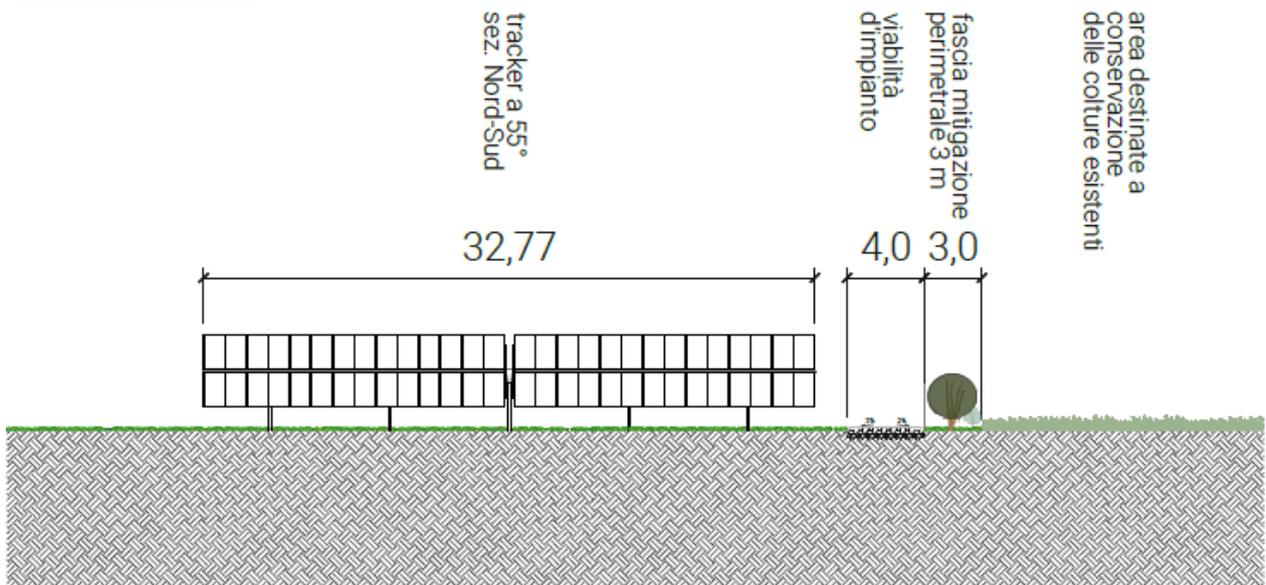
AREA 2



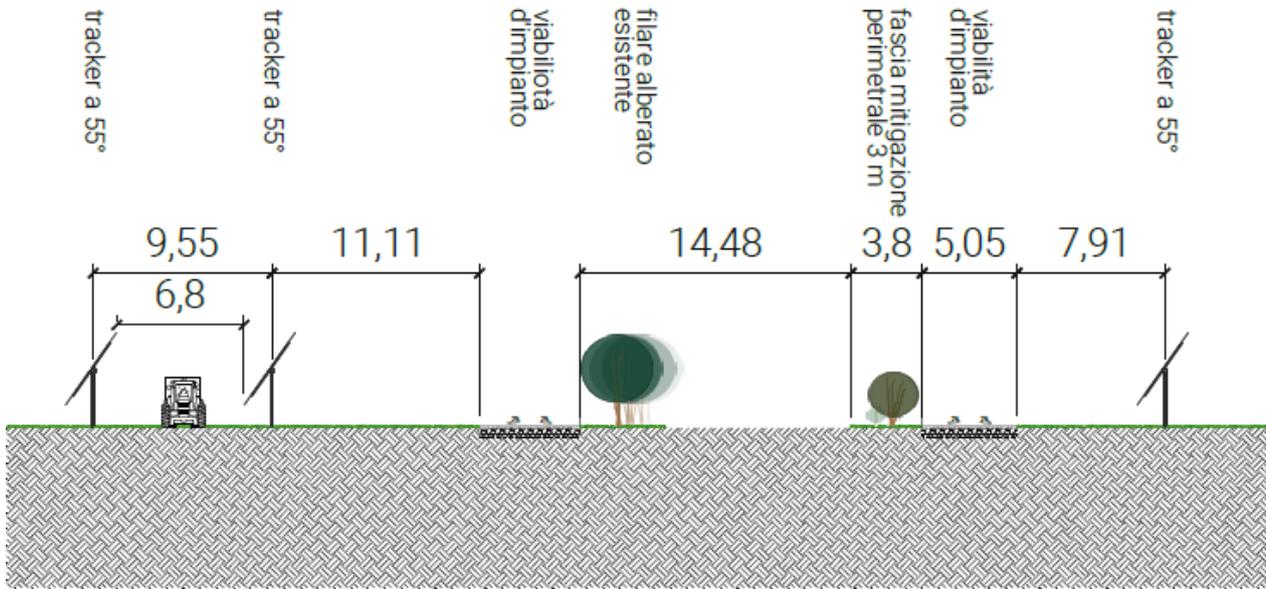
Sezione A-A'



Sezione B-B'



Sezione C-C'



SCHEMA DI IMPIANTO

Scala 1:50

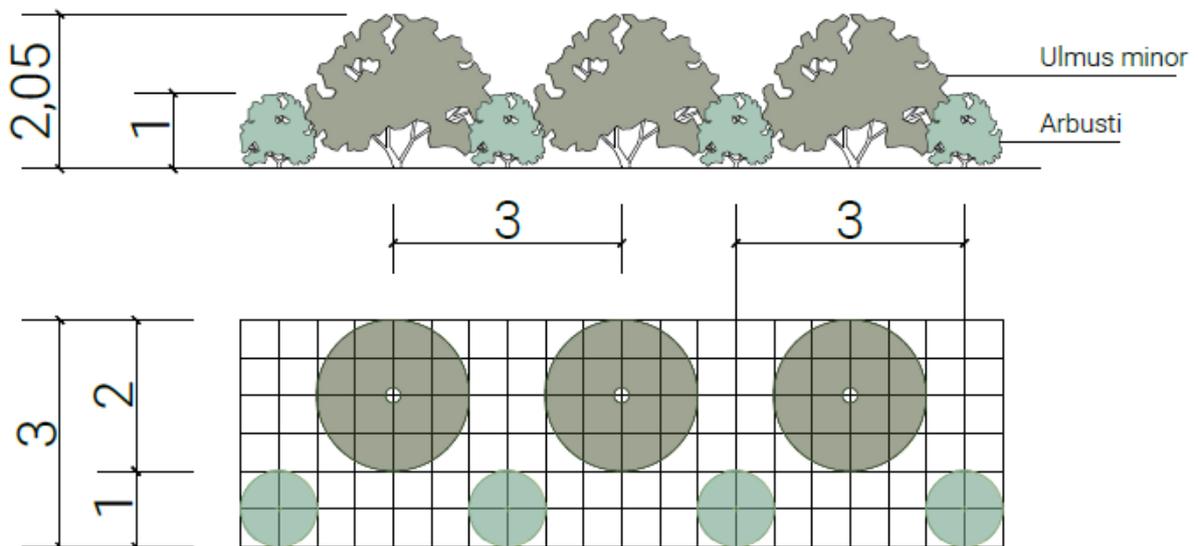


FIGURA 16 - STRALCIO ELABORATO SINDIA2-PDT11

Nella sottostante tabella si riportano i dati relativi all'utilizzo del suolo:

Tipologia	Suolo non consumato [ha]	Consumo di suolo rev. [ha]	Consumo di suolo perm. [ha]
Strutture FV (tracker)	14,39	0,000	0
Pali infissi	0,00	0,004	0
Cabine di trasf./utente/cons./coll./guard.	0,00	0,038	0
Piazzole cabine di trasformazione	0,00	0,089	0
Piazzola cabina utente	0,00	0,004	0
Piazzola cabina di consegna	0,00	0,008	0
Viabilità impianto	0,00	4,334	0
Area conservazione colture esistenti	3,98	0,000	0
Mitigazione perimetrale	3,22	0,000	0
Compensazione e rinaturalizzazione	3,46	0,000	0
Prato permanente polifita	39,00	0,000	0
Aree libere da intervento	2,01	0,000	0
TOTALE	51,68	4,478	0

3.2 Schede botaniche essenze selezionate

Nella presente proposta progettuale è prevista la realizzazione di un prato migliorato di leguminose (mix sementi. A titolo esemplificati veccia-trifoglio), e di un'area di mitigazione con ulivo coltivato in asciutto.

Di seguito si riportano le schede botaniche per le soluzioni sopra indicate:

SCHEDA TRIFOGLIO SOTTERANEO	
	
Dominio	Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)
Regno	Plantae
Sottoregno	Tracheobionta (Piante vascolari)
Superdivisione	Spermatophyta (Piante con semi)
Divisione	Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)
Classe	Magnoliopsida (Dicotiledoni)
Sottoclasse	<i>Rosidae</i>
Ordine	Fabales
Famiglia	<i>Fabaceae</i>
Specie	<i>Trifolium subterraneum</i> L.
Descrizione	Pianta annua di piccole dimensioni 3-15 cm, più o meno irsuta, con radici poco profonde. Gli steli si intrecciano tra di loro sul terreno, formando una fitta trama, che origina il portamento prostrato e strisciante della pianta.
Fioritura o antesi	Aprile/giugno
Fabbisogno idrico	in asciutto
Tecnica colturale	PREPARAZIONE DEL TERRENO: La preparazione del terreno avviene mediante aratura non molto profonda a circa 25-35 cm., seguita da lavorazioni complementari (erpicoltura/fresatura), per poi procedere alla semina. GESTIONE INFESTANTI: non necessaria. GESTIONE FITOSANITARIA: non necessaria. RACCOLTA: dopo lo sfalcatura ed eventuale ranghinatura, si procede con la raccolta in balle a forma parallelepipedo del peso medio di 25 Kg, con dimensioni di cm 150 x 0,45, 0,45.
Piano colturale	Semina: novembre-dicembre; Concimazione: febbraio-marzo; Sfalco e raccolta: maggio-giugno.

<p>SCHEDA OLMO</p>	
<p>Dominio</p>	<p>Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)</p>
<p>Regno</p>	<p>Plantae</p>
<p>Sottoregno</p>	<p>Tracheobionta (Piante vascolari)</p>
<p>Superdivisione</p>	<p>Spermatophyta (Piante con semi)</p>
<p>Divisione</p>	<p>Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)</p>
<p>Ordine</p>	<p>Rosales</p>
<p>Famiglia</p>	<p><i>Ulmaceae</i></p>
<p>Specie</p>	<p><i>Ulmus minor</i></p>
<p>Habitat</p>	<p>Europa continentale e Asia Mediterranea</p>
<p>Fioritura o antesi</p>	<p>maggio</p>
<p>Radici</p>	<p>L'apparato radicale è inizialmente fittonante, poi sviluppa molte radici laterali poco profonde.</p>
<p>Fiori</p>	<p>I fiori sono piccoli, ermafroditi e dotati di petali verdastrì. Gli stami sono 5 ed i carpelli 2, formanti un ovario supero. La fioritura avviene prima dell'emissione delle foglie, nel periodo a cavallo di inverno e primavera compreso tra i mesi di febbraio e marzo</p>
<p>Frutti</p>	<p>Il frutto è una samara, le samare ellittiche, glabre, con seme portato al centro, brevemente peduncolate sono disperse in maggio.</p>
<p>Età e dimensione materiale vegetale</p>	<p>Materiale vivaistico con max 3 anni età, in contenitore di materiale plastico diametro con altezza di circa 1,5 metri</p>

Cure colturali	concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto); eliminazione e sostituzione delle piante morte; difesa dalla vegetazione infestanti con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice); ripristino della verticalità delle piante, a seguito di cedimenti del suolo o eventi atmosferici; controllo legature e tutoraggi; controllo dei parassiti e delle fitopatie Irrigazione
Fabbisogno idrico	100 l/pianta
Fonte approvvigionamento idrico	Fornitura irrigazioni di emergenza con autobotte per garantire l'attecchimento

<p>SCHEDA PERO MANDORLINO</p>	
<p>Dominio</p>	<p>Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)</p>
<p>Regno</p>	<p>Plantae</p>
<p>Sottoregno</p>	<p>Tracheobionta (Piante vascolari)</p>
<p>Superdivisione</p>	<p>Spermatophyta (Piante con semi)</p>
<p>Divisione</p>	<p>Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)</p>
<p>Ordine</p>	<p>Rosales</p>
<p>Famiglia</p>	<p><i>Rosaceae</i></p>
<p>Specie</p>	<p><i>Pyrus spinosa</i></p>
<p>Habitat</p>	<p>È specie steno-mediterranea diffusa dalla Spagna fino alla Turchia con particolare riferimento alle seguenti regioni: Catalogna, Provenza, Italia centro-meridionale, Istria, Dalmazia, Serbia meridionale, Peloponneso, Creta, Rodi, Bitinia e Tracia.</p>
<p>Fioritura o antesi</p>	<p>marzo-maggio</p>
<p>Radici</p>	<p>L'apparato radicale è fittonante, robustissimo (si innesta infatti sul <i>Pyrus calleryana</i>) ed è in grado di vivere bene in tutti i terreni, anche i più poveri e sassosi; vive un po' meno bene, invece, in quelli umidi e con forti ristagni d'acqua.</p>
<p>Fiori</p>	<p>I fiori (8-12) sono raccolti in cime ombrelliformi. I petali, bianchi ed ellittici (5-6 – 7-8 mm), sono interi o più spesso leggermente bilobi all'apice, con breve unghia alla base. I boccioli, sulla parte terminale, presentano una colorazione rossastra simile al melo. La fioritura avviene da marzo a maggio a seconda delle altitudini e dell'esposizione</p>
<p>Frutti</p>	<p>I frutti globosi, di 2-4 cm di diametro, con peduncolo robusto e lungo quanto il frutto o più, sono di colore bruno-giallognolo e maturano in settembre-ottobre.</p>
<p>Età e dimensione materiale vegetale</p>	<p>Materiale vivaistico con max 3 anni età, in contenitore di materiale plastico diametro con altezza di circa 1,5 metri</p>

Cure colturali	concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto); eliminazione e sostituzione delle piante morte; difesa dalla vegetazione infestanti con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice); ripristino della verticalità delle piante, a seguito di cedimenti del suolo o eventi atmosferici; controllo legature e tutoraggi; controllo dei parassiti e delle fitopatie Irrigazione
Fabbisogno idrico	100 l/pianta
Fonte approvvigionamento idrico	Fornitura irrigazioni di emergenza con autobotte per garantire l'attecchimento

	
SCHEDA BIANCOSPINO	
Dominio	Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)
Regno	Plantae
Sottoregno	Tracheobionta (Piante vascolari)
Superdivisione	Spermatophyta (Piante con semi)
Divisione	Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)
Classe	Magnoliopsida (Dicotiledoni)
Sottoclasse	<i>Rosidae</i>
Ordine	Rosales
Famiglia	<i>Rosaceae</i>
Specie	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
Habitat	Predilige temperature miti, ma tollera bene anche il freddo invernale, indifferente al substrato, vegeta ai margini dei boschi di latifoglie, arbusteti, dalla pianura sino a 1.400 m s.l.m
Fioritura o antesi	maggio-giugno
Fiori	I fiori sono raggruppati in corimbi, che ne contengono circa 5-25. I petali sono di colore bianco-rosato e lunghi 5 o 6 millimetri.
Frutti	Il frutto è un pomo globoso o cilindrico, coronato dai resti del calice, glabro, rosso, che misura 5,5-12 x 4.4-10 mm, con al suo interno un solo nocciolo monospermo, largamente ellissoide, solcato dorsalmente e ventralmente, con superficie opaca, tuberculata, brunastra.
Età e dimensione materiale vegetale	Materiale vivaistico con max 3 anni età, in contenitore di materiale plastico diametro 20 cm con altezza di circa 0,5 metri

Cure colturali	concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto); potature di formazione; spollonature; eliminazione e sostituzione delle piante morte; difesa dalla vegetazione infestanti con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice); ripristino della verticalità delle piante, a seguito di cedimenti del suolo o eventi atmosferici; controllo legature e tutoraggi; controllo dei parassiti e delle fitopatie Irrigazione
Fabbisogno idrico	30 litri/pianta
Fonte approvvigionamento idrico	Fornitura irrigazioni di emergenza con autobotte per garantire l'attecchimento

3.3 Fabbisogno irriguo

Il fabbisogno irriguo per le aree a verde inserite nel progetto, è il seguente:

ESSENZA	FABBISOGNO IRRIGUO ANNO [m ³ /pianta]	TOT piante	SUB-TOT [m ³]
Aree di mitigazione	0,1	4.957	495,7
Prato pascolo	0	0	0
TOTALE			495,7

Successivamente al II anno, verificato il corretto attecchimento delle piante arboree e arbustive, considerato l'elevato grado di rusticità e tolleranza alla siccità delle essenze selezionate, sarà valutata l'opportunità di gestire in asciutto le aree di mitigazione.

3.4 Stima costi aree a verde e sistema di monitoraggio

I costi per la realizzazione delle aree a verde (aree coltivate a pascolo, e fascia di mitigazione) sono desunti dal Prezzario regionale dell'agricoltura della Regione Sardegna (Allegato alla Determinazione n. 10543/368 del 14/07/2016 – Prezzi per la vendita del materiale di propagazione festale Del. A.U. 13/2017 allegato A).

Il costo sistema di monitoraggio dell'attività agricola è desunto da una media di preventivi di aziende private operante nel settore. Tutti i costi si intendono non comprensivi dell' I.V.A.

Segue una tabella riepilogativa dei costi complessivi di impianto.

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo euro	Q.ta	Sub.tot
U.009	Semina e concimazione eseguita con trattrice di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime:				
U.009.001	a - per trasporto, miscelazione e distribuzione	Ha	137,90	42,98	5.926,59 €
U.009.002	b - per acquisto di seme e concimi, misura massima accessibile (la scelta del seme deve essere indirizzata verso specie e/o cultivar di origine locale o, quanto meno, di ambienti simili sotto l'aspetto pedologico e climatico)	Ha	461,20	42,98	19.821,20 €
S.001	Messa a dimora di piante di olivo, per la realizzazione di frutteti in forme libere, fornite in contenitore fitocella o vaso, innestate o autoradicate, varietà da olio o da mensa, compresa squadratura del terreno, distribuzione in campo, scavo buca, messa a dimora della pianta, rinterro, la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%, ed ogni altro onere. Escluso il costo di fornitura delle piante.	cad.	7,30	4957	36.186,1 €
Del. A.U. 13-2017	Pianta in fitocontenitore da 5 litri	cad.	4,00	4957	19.828,00 €
0	Sistema di monitoraggio agricoltura 4,0 (prezzo da preventivi di aziende private)	cad.	20.000,00	1	20.000,00 €
COSTO TOTALE AREE A VERDE					83.921,89€

3.5 Cure colturali

3.5.1 Piano di manutenzione delle aree a verde

Il piano di manutenzione si rende necessario per il completamento delle opere e risulta strumento essenziale per garantire il mantenimento dei risultati raggiunti con la realizzazione dell'intervento di riqualificazione.

In generale la prima fase di gestione, relativa ai due anni successivi alla realizzazione, è da considerarsi di assestamento dell'area a verde nel suo complesso. Successivamente ai primi due anni, la manutenzione può considerarsi ordinaria.

La manutenzione del materiale vegetale per i primi due cicli vegetativi segue l'intento di garantire l'attecchimento; pertanto, si porrà attenzione a provvedere all'eliminazione e sostituzione di eventuali piante morte e ad assicurare il corretto approvvigionamento idrico alle piante.

MANUTENZIONE IMPIANTO ARBOREO-ARBUSTIVO FASCIA DI MITIGAZIONE

La manutenzione della vegetazione prevede le seguenti operazioni:

- irrigazioni di soccorso;
- concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto);
- potature di formazione;
- spollonature;
- eliminazione e sostituzione delle piante morte;
- difesa dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice oppure decespugliatore);
- ripristino della verticalità delle piante a seguito di cedimenti del suolo o eventi atmosferici;
- controllo legature e tutoraggi;
- controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere.

INTERVENTI DI MANUTENZIONE PRIMO E SECONDO ANNO

Gli interventi da eseguire annualmente e ove necessario più volte nel corso dell'anno consistono:

- N° 1 intervento di reintegrazione delle fallanze;
- N° 1 intervento annuo di potatura di formazione e di rimozione del secco di tutti gli alberi di nuovo impianto;
- N° 2 verifiche dei pali tutori e dei legacci con consolidamento al fusto;
- N° 1 intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario sulle alberature;
- N° 3 interventi di rimozione dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice oppure decespugliatore);

INTERVENTI DI MANUTENZIONE SUCCESSIVI DAL SECONDO ANNO AL QUINTO ANNO

Gli interventi da eseguire annualmente e ove necessario più volte nel corso dell'anno consistono:

- N° 3 (indicativamente) sarchiature lungo i filari della fascia perimetrale;
- N° 1 intervento di reintegrazione delle fallanze;
- N° 1 interventi di concimazione della fascia arborea perimetrale con concimi organici a lenta cessione;
- N° 1 intervento di potatura ogni due anni sulle alberature di olivo della fascia di mitigazione;
- N° 1 intervento annuo di spollonatura sugli olivi della fascia di mitigazione;
- N° 3 interventi di rimozione dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice);
- N° 1 verifica dei pali tutori e dei legacci con consolidamento al fusto;
- N° 1 intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario;
- N° 3 interventi di monitoraggio impianto di irrigazione;

Alla fine del terzo anno dovranno essere rimossi i pali tutori.

3.5.2 Piano di monitoraggio dell'attività agricola – sistemi agricoltura 4.0

Per il monitoraggio delle colture da mettere a dimora è necessario dotare l'area di mezzi tecnologici in grado di recepire, elaborare e fornire dati d'ausilio alla coltivazione. I dati, quali ad esempio le temperature minime e massime, l'umidità del suolo, della coltura o dell'atmosfera, la direzione del vento, l'intensità della radiazione solare ed eventi meteorici, stoccati da remoto, permettono di elaborare un sistema di supporto decisionale per lo studio della migliore strategia colturale. Individuare il "giusto" momento per l'intervento irriguo consente di perseguire l'efficienza irrigua, cioè ridurre al minimo gli sprechi.

Prevenzione è sinonimo di previsione e, così, non solo efficienza, ma anche efficacia si è in grado di perseguire: la pianta riceve, utilizza ed assimila acqua e nutrienti in momenti in cui ne necessita realmente, evitando perdite. Con la raccolta dati è possibile seguire il "trend" di produzione nel medio-lungo termine, risparmiare acqua, ed individuare, in anticipo, i parassiti (es. insetti, funghi ecc.) che potrebbero attaccare le coltivazioni con vantaggi anche, e soprattutto, sull'abbattimento dei costi di gestione e sull'ambiente. Anticipare vuol dire ottimizzare, pertanto la raccolta dei dati rilevati consente all'azienda agricola, in maniera sinergica ed interconnessa, di avere disponibile, con un "click", i dati raccolti e registrati.

GESTIONE DELLA VARIABILITA' SPAZIO-TEMPORALE



OTTIMIZZAZIONE DEL RENDIMENTO GLOBALE



FIGURA 17 MONITORAGGIO VARIABILI FATTORI CLIMATICI NEL CAMPO TRAMITE SMARTPHONE

Monitorare a fini produttivi vuol dire rilevare ed avere a portata di un “click” l’andamento delle variabili quanti-qualitative inter ed infra-campo che intervengono nell’ordinamento produttivo: in specie si vuole, con diverse stazioni meteorologiche dislocate in vaste aree delle zone di impianto, tenere sotto controllo le diverse variabili che intervengono nel processo produttivo (pioggia- direzione ed intensità del vento- umidità- radiazione solare- pressione atmosferica- bagnatura fogliare). L’obiettivo è quello di avere dei modelli previsionali da consultare prima di intervenire, per esempio, con l’irrigazione o col trattamento fitosanitario.

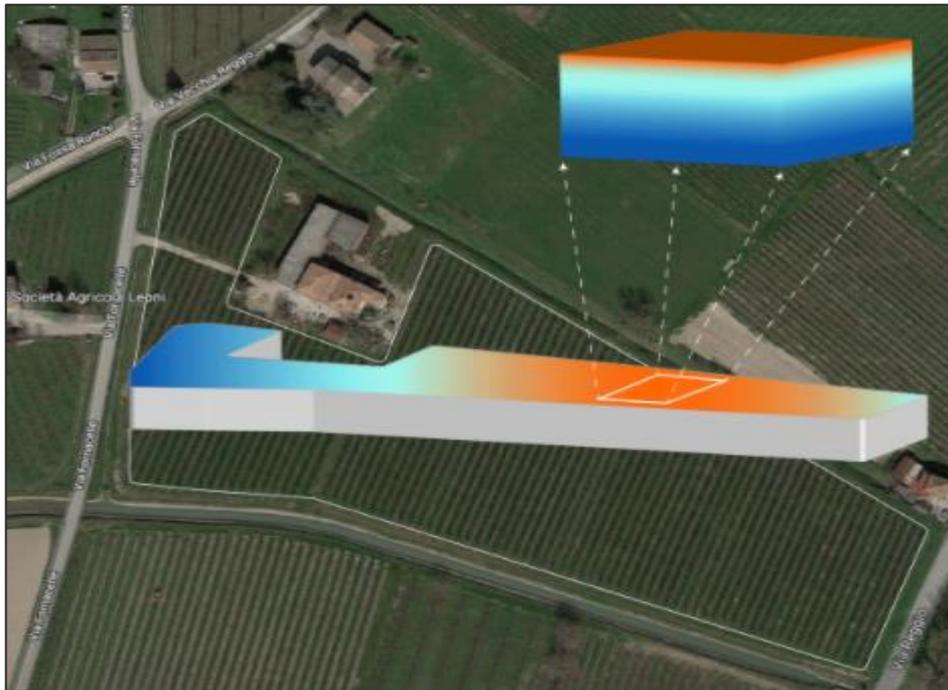
Il sistema di monitoraggio prevede le seguenti attrezzature/strumentazioni:

- a) Unità centrale con **stazione meteo** dotata di: **pluviometro, anemometro, barometro, misuratore di radiazione solare, termo-igrometro;**
- b) **3 Unità periferiche** (connesse in modalità wireless) con sensori meteo-climatici per rilevare **pluviometria, radiazione solare, temperatura e umidità dell’aria.**

Il sistema di gestione e le apparecchiature adottate, saranno inoltre utilizzate anche per la realizzazione e successiva gestione e manutenzione delle fasce verdi perimetrali e per le operazioni di espianto e reimpianto nel medesimo sito di esemplari arborei inclusa la manutenzione

Tale dato consente di:

- analizzare grandi superfici in poco tempo;
- avere un dato puntuale e preciso, basato su un'analisi sui big data, e non empirico, basato sull'esperienza o sul "sentito dire";
- ridurre la quantità di sensori di campo che, dislocati in vari punti e profondità del



terreno, non riuscirebbero a restituire un dato omogeneo.

Sopra è riportato un esempio di mappa 3D con l'individuazione di aree omogenee (zonizzazione) distinte per vigore vegetativo e/o stress idrico.

Dallo studio della mappa, interfacciabile via app tramite smart phone, è facile distinguere sia le zone di terreno in funzione dello stato idrico rilevato, sia il momento dell'intervento irriguo.

3.5.3 Macchine ed attrezzature da impiegare

Le macchine e le attrezzature da utilizzare, per conto terzi o di proprietà, sono condizionate fortemente dall'ampiezza dei corridoi di terreno tra le strutture e la loro altezza da terra.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, si ritengono necessarie le seguenti macchine ed attrezzature:

1. Trattrice di media potenza (100-130 hp), per le lavorazioni pre-impianto ed impianto (aratura, erpicatura, semina);
2. Fresatrice e/o Erpice (larghezza massima 3 metri);
3. Seminatrice (larghezza massima 3 metri);
4. Rullo (larghezza max 2,50 m) da utilizzare nel periodo invernale per favorire il ricaccio del cotico erboso;
5. Falciatrice con barra falciante di larghezza utile compresa max 2,50 m (opzionale – solo in caso di sfalcio prati).

Tra le macchine operatrici per la gestione delle aree oggetto di studio si propone:

- Landini Rex 4



ITALIANO	REX 4-080 F-S-V-GT	REX 4-090 F-S-V-GT	REX 4-100 F-S-V-GT	REX 4-110 F-S-V-GT	REX 4-120 F-S-V-GT
MOTORE					
Produttore	Deutz AG				
Tipo motore	TCD 2.9 L4 HI				
Potenza nominale (ISO)	Cv/kW	75 / 56	78 / 58	85 / 63	95 / 70
Potenza massima (ISO)	Cv/kW	75 / 56	90 / 66	95 / 70	102 / 75
Regime nominale	gir/min	2200			
Regime di potenza massima	gir/min	1500	1700	1700	1800
Coppia massima	Nm	375	378	400	410
Regime di coppia massima	gir/min	1600			
Riserva di coppia	%	56	50	48,3	34,9
Cilindrata	cm ³	2900			
Cilindri / Valvole		4 TA / 8			
Classe di emissione		Stage V / Tier 4 Final			
Sistema di post-trattamento		DOC+DPF	DOC+DPF+SCR		
Intervallo di manutenzione		1000 ore			
DIMENSIONI E PESI					
Passo	mm	2140 (F-S-GT) / 2190 (V)			
Altezza dal centro dell'assale posteriore al tetto cabina	mm	1930			
Altezza dal centro dell'assale posteriore al cofano	mm	825			
Larghezza fuori tutto - min - max	mm	1330-1685 (F) / 1100-1775 (S) / 1000-1680 (V) / 1500-1945 (GT)			
Dimensione minima pneumatici posteriori - Raggio indice	mm	380/70R24 - 575 (F-S) / 360/70R20 - 500 (V) / 420/70R24 - 600 (GT)			
Dimensione massima pneumatici di posteriori - Raggio indice	mm	420/70R28 - 650 (F-S) / 360/70R28 - 600 (V) / 420/70R30-480/70R28 - 675 (GT)			
Peso di spedizione	kg	2900			
Peso massimo ammissibile	kg	5250			
Predisposizione per attrezzi anteriori e posteriori		○ montata di fabbrica			
Zavorre anteriori	kg	○ 6x28 / 8x28 / 4x42 / 8x42 (F-S) ○ 6x36 / 8x36 (GT) ○ 6x28 (V)			
Zavorre posteriori	kg	○ 2x45 (1 x ruota) / 4x45 (2 x ruota)			

Macchina trattrice di tipo specializzato, adoperata tra le colture con spazi ristretti (es. vigneti), con file di larghezza tra i 200 cm e 270 cm. Le dimensioni rispetto alla soluzione 1 sono inferiori sia in termini di larghezza (min. 1330 mm max 1945 mm) che in termini di altezza (inferiore ai 3000 mm) sufficienti per transitare tra le file di tracker sia quando sono in posizione di esercizio, che durante il posizionamento di manutenzione.

Nell'ambito degli attrezzi agricoli si riportano a seguire alcuni macchinari (erpici, seminatrici) che potrebbero trovare applicazione sui terreni oggetto di studio.

- Seminatrice Maschio Gasparo mod. Compagna



VERSIONE	LARGHEZZA DI LAVORO  CM	INGOMBRO  CM	PROFONDITÀ DI LAVORO  CM	NUMERO DI UTENSILI  NR.	ELEMENTI DI SEMINA	CAPACITA' TRAMOGGIA (LT)	POTENZA RICHIESTA (HP) 
1800	180	185	28	14	14	215	45-100
1300	130	135	28	10	9	140	30-100
2000	200	205	28	16	16	215	60-100
1500	150	155	28	12	11	140	35-100
2300	230	235	28	18	18	285	65-120
2500	250	255	28	20	20	285	70-120
3000	300	305	28	24	24	355	80-130

Opzione alternativa in caso di terreni troppo rocciosi che non sono stati perfettamente spietrati, potrebbe prevedere l'utilizzo di uno spandiconcime adattato per la semina a spaglio:



VERSIONE	CAPACITA' TRAMOGGIA (LT)	PESO (KG)	LARGHEZZA TRASPORTO	RAGGIO SPANDIMENTO (M)
FURBO 150	150	60	0,9	12
FURBO 200	220	65	0,9	12
FURBO 300	260	74	1	12
FURBO 400	280	90	1,1	12
FURBO 500	345	96	1,2	12

3.6 Gestione delle colture

Pascolamento TRIFOGLIO: In generale l'erbaio può essere pascolato dopo circa 80-90 giorni (con semina autunnale) e dopo 40-50 giorni (con semina primaverile) in funzione della data di semina e dell'andamento meteorologico. L'altezza ottimale della cotica all'ingresso degli animali è di 15-20 cm. Il pascolamento dovrebbe essere effettuato a rotazione, con altre colture o suddividendo il campo in settori da utilizzare in successione. I carichi medi stagionali devono essere moderati in inverno (6-8 capi per ha) e più elevati in primavera-estate (15-18 capi/ha, 20-25 capi/ha in coltura irrigua) in funzione della disponibilità di erba. La fine di ogni periodo di pascolamento va determinata dall'altezza dell'erba residua che non dovrebbe essere più bassa di 5-7 cm per non compromettere o ritardare eccessivamente il ricaccio.



FIGURA 18 - PASCOLAMENTO OVINO SOTTO STRUTTURE FOTOVOLTAICHE

3.7 Valutazione potenzialità economica

Lo scopo della tipologia comunitaria consiste nel fornire uno schema di classificazione che consenta un'analisi della situazione delle aziende agricole a livello comunitario fondata su criteri di natura economica, nonché permetta raffronti tra aziende appartenenti a varie classi e tra i risultati economici ottenuti nel tempo e nei diversi Stati membri e loro regioni.

Gli ambiti di applicazione della tipologia comunitaria riguardano, in particolare, i dati rilevati nell'indagine sulla struttura e le produzioni delle aziende agricole (SPA) e dalla Rete di informazione contabile agricola (RICA). Fino all'anno 2009 questo criterio è stato identificato nel Reddito Lordo Standard (RLS), mentre a partire dal 2010 è coinciso con la Produzione Standard (PS). L'attuale versione della tipologia comunitaria è stata istituita con il Reg. CE n. 1242/2008 e s.m.i.

Nel presente studio si è tenuto conto del dettaglio informativo sulla **Produzione Standard Totale PST della Sardegna** (FONTE: <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>).

Si riportano i dati relativi a due epoche:

- Anno 2022 per lo stato ante;
- Anno 2027 per lo stato post-intervento (con la previsione delle nuove coltivazioni e la conversione del pascolo magro in prato di leguminose).

A seguire i risultati scaturenti dall'analisi delle **PS**:

STATO ATTUALE: PASCOLO MAGRO

Regione P.A.	COD PRODUCT	Rubrica RICA	Descrizione Rubrica	SOC EUR	UM	Sup. coltivata [ha]	Prod. Parziale
Sardegna	J2000T	F02	Pascoli magri	132,44 €	EUR_per_ha	56,15	7.437,10 €
Produzione Standard pre Intervento							7.437,10 €

STATO POST-INTERVENTO: PRATO PERMANENTE

Regione P.A.	COD PRODUCT	Rubrica RICA	Descrizione Rubrica	SOC EUR	UM	Sup. coltivata [ha]	Prod. Parziale
Sardegna	J1000T	F01	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	EUR_per_ha	39,00	14.039,34 €
Sardegna	C1120T	D02	Frumento duro	934,79 €	EUR_per_ha	3,98	3.719,81 €
Produzione Standard post Intervento							17.759,14 €

Dai valori sopra riportati è possibile evincere un incremento percentuale dell'indice relativo alla Produzione Standard **PS** del 139 % circa.

4. CONCLUSIONI

In ragione del contesto territoriale, delle condizioni morfologiche e pedologiche del terreno oggetto di intervento, si ritiene che il sito sia idoneo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico, e che le soluzioni agronomiche ipotizzate sono compatibili con il progetto proposto.

Con il congruo dimensionamento del parco macchine, e la corretta pianificazione delle operazioni colturali, l'impiego delle giornate lavorative ad ettaro non risulterebbe eccessivamente oneroso per il conduttore, specialmente se paragonato a coltivazioni ortive in pieno campo. La corretta gestione del pascolo permette di ottenere un prodotto utile all'allevamento zootecnico. Questo gioca un ruolo chiave nella dinamica di commercializzazione di prodotti agricoli, perché oltre ad azzerare eventuale scarto per deperimento, permette di ridurre la filiera dell'approvvigionamento della materia prima, garantendo inoltre che la stessa, sia di elevata qualità.

Per quanto concerne le esternalità positive, si può affermare che:

1. È garantita una copertura vegetale per tutto l'anno;
2. Si preserva la fertilità del terreno ed il relativo quantitativo di sostanza organica;
3. Crea un habitat quasi naturale, e trattandosi di specie a fiore contribuisce positivamente alla proliferazione di insetti utili;
4. Riduce i fenomeni di erosione del suolo per via della copertura vegetale e delle corrette pratiche agronomiche applicate.

Con tale intervento, pertanto, si potrà creare un micro-ecosistema di natura agricola, sostenibile sul piano ambientale ed economico, compatibile con il contesto rurale del circondario.

Avendo portato a compimento l'incarico, si rassegna la presente relazione.

Siracusa

16 gennaio 2023

Il Tecnico

Dott. Agronomo Giovanni Vaccaro