

RELAZIONE AGRONOMICA

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato
di potenza nominale pari a 20 MWp
denominato "MACOMER 2" sito nei
Comuni di Macomer e Borore (NU)**

Località "Fustinaga"

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.

Rev00		Data ultima elaborazione: 07/12/2022	
Redatto	Formattato	Verificato	Approvato
Dott. Agr. G. Gianino	Dott. Agr. G. Gianino	Dott. Agr. P. Vasta	ENERLAND ITALIA s.r.l.
Codice Elaborato		Oggetto	
MAC2-IAR05		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	

TEAM ENERLAND:

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

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

GRUPPO DI LAVORO:

Geol. Nicola PILI
Dott. Rosario PIGNATELLO
Ing. Gianluca VICINO
Dott.ssa Agnese Elena Maria CARDACI



Ing. Graziella TORRISI
Dott. Agr. Gaetano GIANINO
Ing. Fabio Massimo CALDERARO
Ing. Vincenzo BUTTAFUOCO

INDICE

PREMESSA	1
1.1 Soggetto proponente	2
1.2 Area di intervento	3
1.3 Agrivoltaico	4
2. ANALISI CONTESTO AGRICOLO	8
2.1 Analisi dell'uso del suolo diacronica	10
2.2 Attuale uso del suolo	13
2.3 Pedologia	15
2.4 Capacità d'uso del suolo – Land Capability Classification LCC	18
2.5 Clima	22
2.6 Bioclima	27
3. PROPOSTA PROGETTUALE	31
3.1 Indirizzo produttivo	33
3.2 Agrivoltaico verifica requisiti progetto MACOMER-2	37
3.2.1 Scheda riassuntiva verifica requisiti agrivoltaico	40
3.3 Schede botaniche essenze selezionate	42
3.4 Fabbisogno irriguo	44
3.5 Stima costi aree a verde e sistema di monitoraggio	44
3.6 Cure colturali	45
3.6.1 Piano di manutenzione delle aree a verde	45
3.6.2 Piano di monitoraggio dell'attività agricola – sistemi agricoltura 4.0	47
3.6.3 Macchine ed attrezzature da impiegare	51
3.7 Gestione delle colture	53
3.8 Valutazione potenzialità economica	56
4. CONCLUSIONI	58

5. BIBLIOGRAFIA.....	59
----------------------	----

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, nei Comuni di Macomer e Borore, con potenza pari a 20 MWp. L'area di progetto è estesa circa 41,9 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 storia di Enerland:

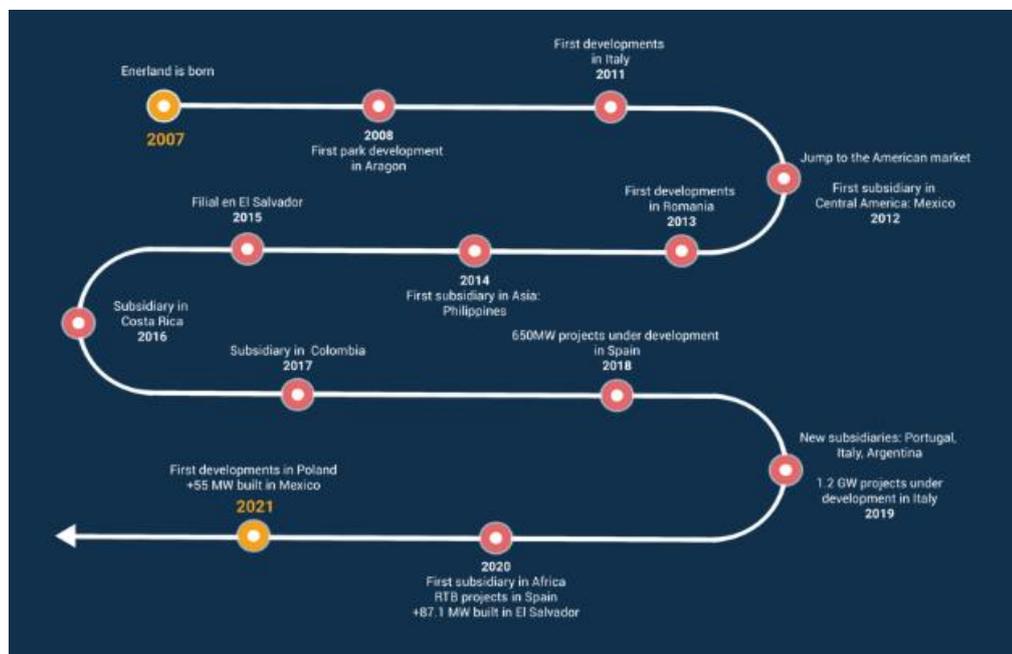


FIGURA 1 - STORYMAP DI ENERLAND

1.2 Area di intervento

L'area di intervento si colloca su di un'area agricola in agro nei territori di Macomer e Borore, comuni della provincia di Nuoro in Sardegna, più precisamente nella località denominata "Fustinaga" (quota compresa tra i 432 m s.l.m. e 445 m s.l.m.). A 600 m Nord-Est è presente la Zona Industriale Tolisso, a Sud-Est si trova il centro abitato di Borore, che dista circa 2,0 km, mentre a Nord, ad una distanza di circa 4,0 km, è presente il centro abitato di Macomer. Rispetto alla viabilità, l'area di progetto è raggiungibile attraverso alcune strade poderali collegate alla SS 131 Carlo Felice e dalla SS 729 Sassari-Olbia.

L'areale di progetto geograficamente ricade all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Foglio IGM scala 1:50000 = 498 "MACOMER";
- Tavoletta IGM 1:25000 = FOGLIO 498 SEZIONE III "MACOMER";
- Carta Tecnica Regionale scala 1:10000 = n° 498140 "BORORE".

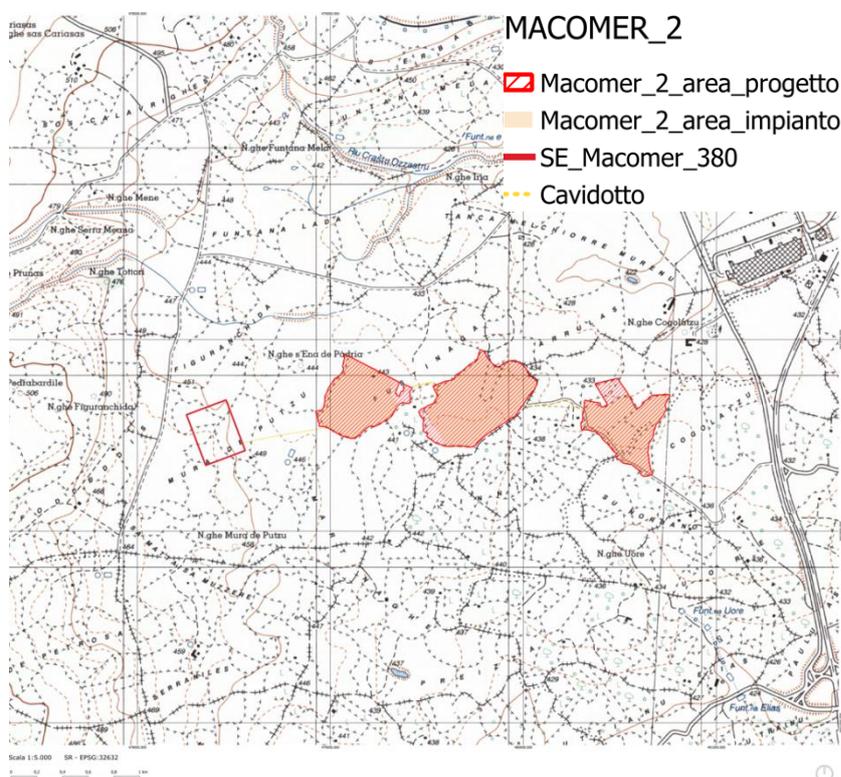


FIGURA 2 - STRALCIO INQUADRAMENTO AREA PROGETTO SU BASE I.G.M. TAVOLA MAC2-IAT01

Per l'individuazione catastale dell'area di intervento si rimanda all'elaborato MAC2-PDR08. Di seguito si riporta un estratto delle particelle interessate dall'impianto.

Provincia	Comune	Foglio	Particella
Nuoro	Macomer	56	11
			13
			66
			117
			67
			28
		57	69
			70
			71
			245
			246
			357
			72
		Borore	7

TABELLA 1 - PARTICELLE INTERESSATE DALL'IMPIANTO

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.

Affinché un sistema agrivoltaico venga definito tale, deve rispettare delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici prestabiliti. In base ai criteri di classificazione presentati all’interno delle Linee guida, è possibile anche determinare la tipologia di sistema a seconda dei requisiti che rispetta.

REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l’integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

La superficie minima coltivata, richiamata anche dal DL 77/2021, è un parametro fondamentale per qualificare un sistema agrivoltaico ed è stabilita con un valore pari o superiore al 70% della superficie agricola totale interessata dall’intervento.

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.

$$LAOR \leq 40\%$$

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

Continuità dell'attività agricola: è importante accertare il mantenimento del valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema (in €/ha o €/UBA) confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA.

Producibilità elettrica minima: viene stabilita attraverso un rapporto tra la produzione specifica di un impianto agrivoltaico e la producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard che interessi la stessa area di impianto. La producibilità dell'impianto agrivoltaico non deve essere inferiore al 60% della producibilità dell'impianto standard.

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli. Determinare una soglia minima in termini di altezza dei moduli da terra permette di assicurare che vi sia lo spazio sufficiente per lo svolgimento dell'attività agricola al di sotto dei moduli e di limitare il consumo di suolo. Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi – tipo 1) e tipo 3) (Ministero della Transizione Ecologica & Dipartimento per l'Energia, 2022, p. 24) –, si possono fissare, come valori di riferimento per rientrare nel sistema di tipo agrivoltaico e consentire la continuità delle attività agricole o zootecniche anche al di sotto dei moduli fotovoltaici, i seguenti valori:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

REQUISITO D: Il sistema si definisce agrivoltaico quando è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta 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;

REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima e la resilienza ai cambiamenti climatici.

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 le attività di pascolo. 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 dicembre.

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:

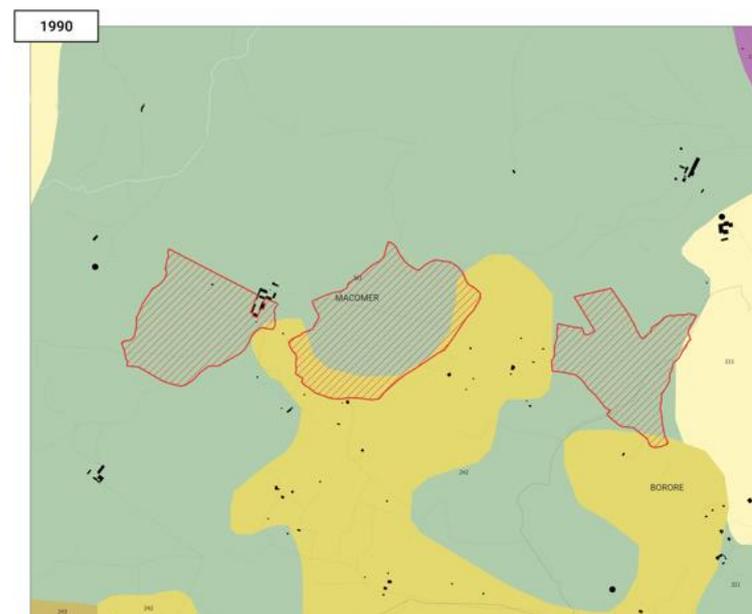
1. tale analisi viene svolta nell'ambito della pianificazione dell'uso del territorio, attraverso la realizzazione di un piano di assetto del territorio PAT, su areali molto vasti (superfici > 10 Km², i cui limiti non coincidono necessariamente con le delimitazioni comunali o provinciali; es. possono 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.

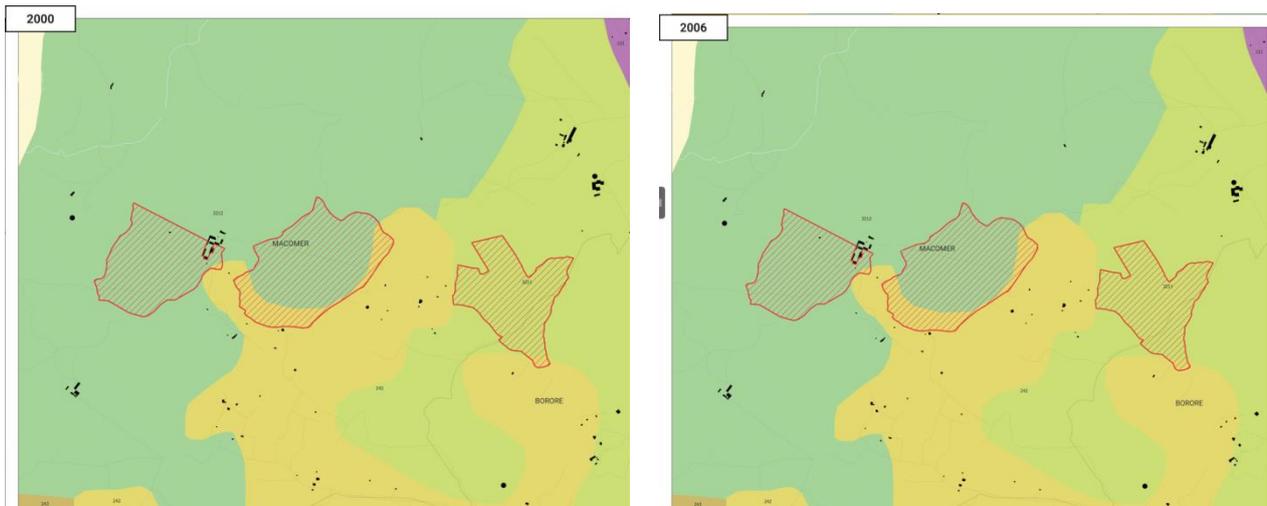
A tal proposito, si riportano gli stralci dell'analisi dell'uso del suolo diacronica riferita agli anni 1990, 2000, 2006 e 2012, con evidenziata in rosso l'area oggetto di studio (tavola "MAC2-IAT27_Uso del Suolo diacronico").



Corine Land Cover anno 1990

- 1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
- 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue
- 2.4.2. Sistemi culturali e particellari complessi
- 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali
- 2.4.4. Aree agroforestali
- 3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie

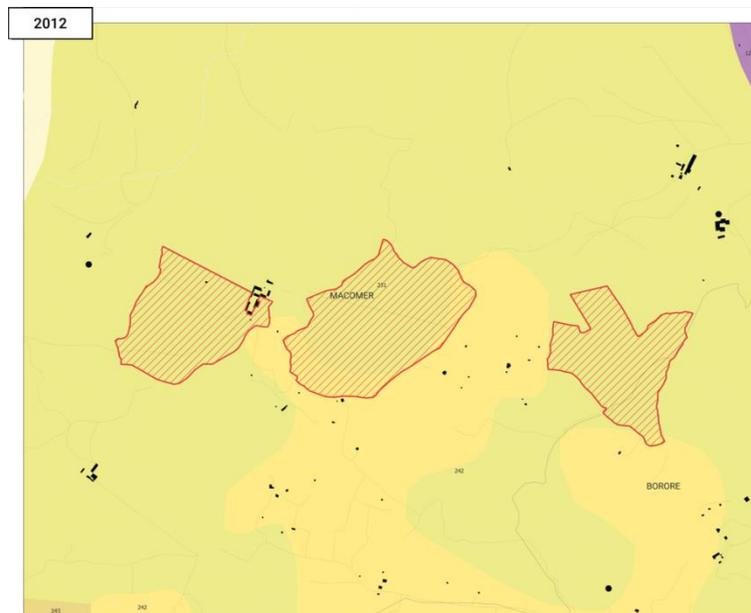
FIGURA 3 - CORINE LAND COVER ANNO 1990



Corine Land Cover anno 2000 e 2006

- 1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
- 2.1.1.1. Colture Intensive
- 2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi
- 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali
- 2.4.4. Aree Agroforestali
- 3.2.1.1. Malghe (edificio e annessi)
- 3.2.1.2. Pascoli di pertinenza di malga

FIGURA 4 - CORINE LAND COVER ANNO 2000 E 2006



Corine Land Cover anno 2012

- 1.2.1. Aree industriali o commerciali
- 2.1.1.1. Colture Intensive
- 2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)
- 2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi
- 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali

FIGURA 5 - CORINE LAND COVER ANNO 2000 2012

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

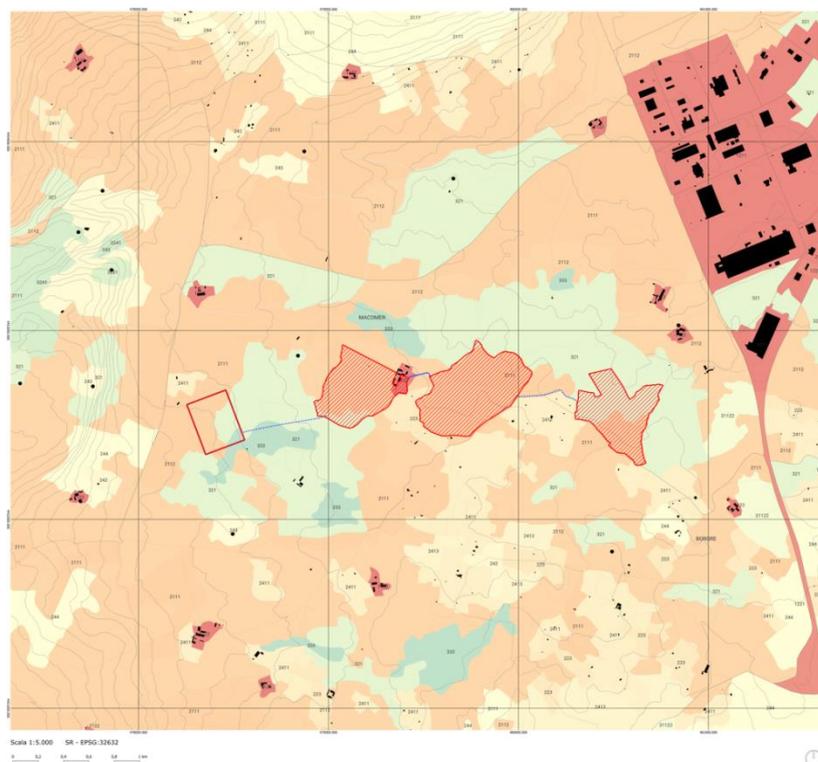
- Per l'anno 1990 sono interessate da sistemi colturali e particellari complessi cod. 2.4.2., seminativi in aree non irrigue cod. 2.1.1. e da area a pascolo naturale e praterie cod. 3.2.1.;
- Per l'anno 2000 sono interessate da sistemi colturali e particellari complessi cod. 2.4.2., pascoli di pertinenza di malga cod. 3.2.1.2. e da malghe (edificio e annessi) cod. 3.2.1.1.;
- Per l'anno 2006 sono interessate da sistemi colturali e particellari complessi cod. 2.4.2., pascoli di pertinenza di malga cod. 3.2.1.2. e da malghe (edificio e annessi) cod. 3.2.1.1.;
- Per l'anno 2012 sono interessate da prati stabili (foraggiere permanenti) cod. 2.3.1. e da sistemi colturali e particellari complessi cod. 2.4.2.

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. 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;
- Colture temporanee associate all'olivo cod. 2411;
- Aree prevalentemente occupata da coltura agraria cod. 243;
- Aree a pascolo naturale cod. 321.



usoSuolo2008_areali	
■	1122 - FABBRICATI RURALI
■	1211 - INSEDIAMENTI INDUSTRIALI, ARTIGIANALI E COMMERCIALI E SPAZI ANNESSI
■	1221 - RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI
■	2111 - SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE
■	2112 - PRATI ARTIFICIALI
■	223 - OLIVETI
■	2411 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO
■	2413 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI
■	242 - SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI
■	243 - AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE
■	244 - AREE AGROFORESTALI
■	3111 - BOSCO DI LATIFOGLIE
■	31122 - SUGHERETE
■	321 - AREE A PASCOLO NATURALE
■	3231 - MACCHIA MEDITERRANEA
■	3241 - AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE
■	333 - AREE CON VEGETAZIONE RADA >5% E <40%

FIGURA 6 - STRALCIO CARTA USO DEL SUOLO USD2008- TAVOLA MAC2-IAT04_UsO DEL SUOLO



FIGURA 7 - AREA OGGETTO DI STUDIO



FIGURA 8 - AREA OGGETTO DI STUDIO

Ulteriori immagini con coni ottici sono disponibili all'elaborato "MAC2-IAT16_Inquadramento fotografico".

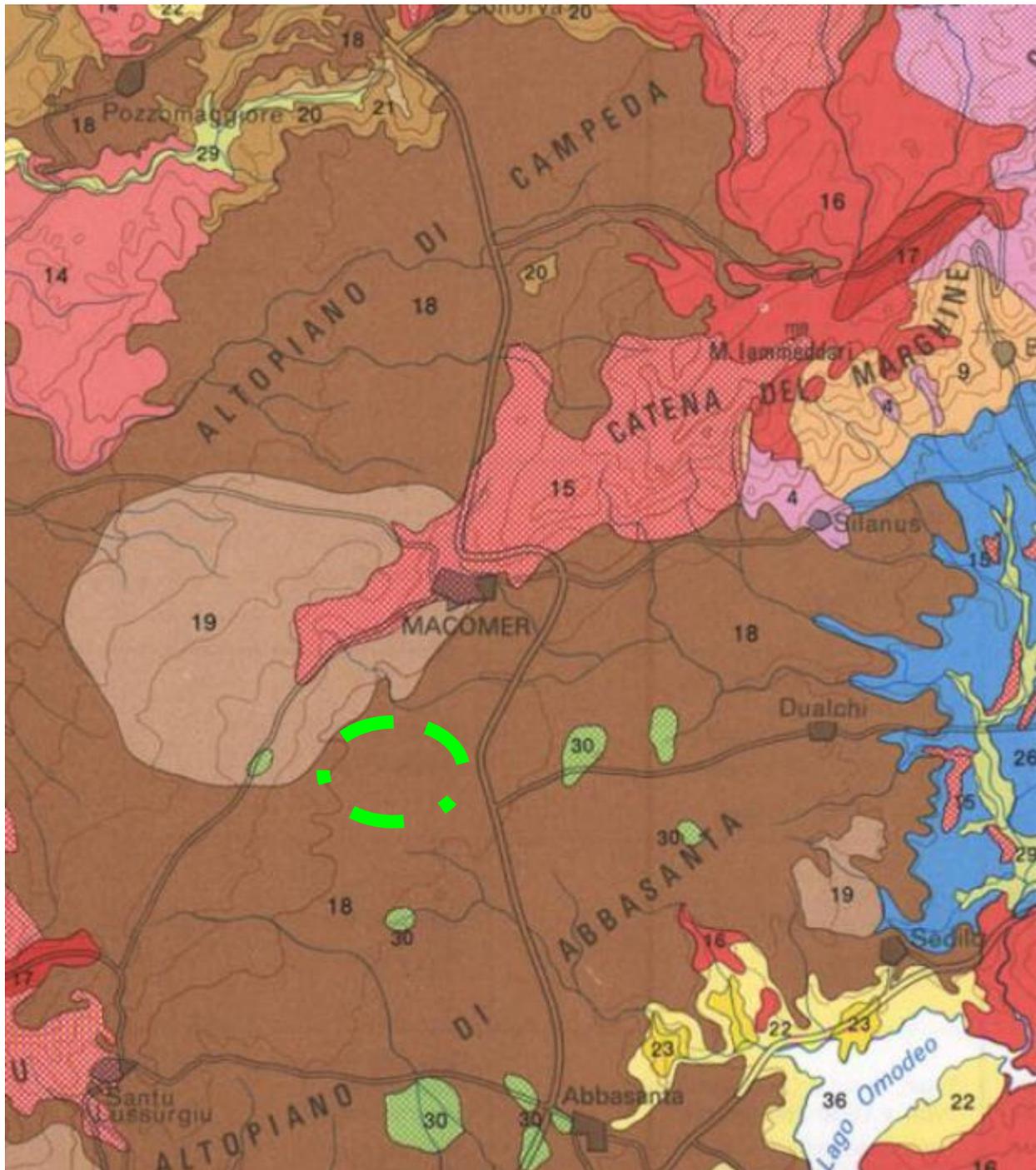
2.3 Pedologia

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.

Altresì, dall'analisi del suolo diacronica effettuata al paragrafo 2.1 è stato possibile accertare che, sulle aree oggetto di studio, l'uso del suolo principale riscontrato è quello del pascolo. Per tale ragione cui, non effettuando alcuna conversione colturale, ovvero conversione a regimi irrigui, appare superfluo realizzare dei profili pedologici mediante scavo e/o trivellazione.



: Paesaggi su rocce effusive basiche (basalti) del Pliocene superiore e del Pleistocene e relativi depositi di versante e colluviali Landscapes on basic effusive rocks (basalts) of the Upper Pliocene and Pleistocene and their slope and colluvial deposits	
18	Rock outcrop Lithic Xerorthents
18	Rock outcrop Eutric e Lithic Leptosols

FIGURA 9 - STRALCIO CARTA DEI SUOLI DELLA REGIONE SARDEGNA – NEL CERCHIO VERDE 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 alla Unità 18. Di seguito la descrizione:

Substrato: rocce effusive basiche del Pliocene superiore e del Pleistocene e relativi depositi di versante e colluviali.

Uso attuale: pascolo naturale.

Carattere dei suoli:

- Profondità: *poco profondi*
- Tessitura: *franco argillosa*
- Struttura: *poliedrica subangolare*
- Permeabilità: *permeabili*
- Erodibilità: *bassa*
- Reazione: *neutra*
- Carbonati: *assenti*
- Sostanza organica: *da scarsa a media*
- Capacità di scambio cationico: *media*
- Saturazione basi: *saturi*
- Classe di capacità VII-VIII

Questa unità è tipica degli altopiani basaltici, con morfologie da ondulate a sub pianeggianti, ove attratti più o meno ampi gli affioramenti rocciosi si alternano a suoli a profilo a- R, a profondità modesta. Esistono comunque piccole superfici ove il suolo è più profondo e con profilo di tipo a meno Bw-C. Poiché l'utilizzazione dei pascoli risale sino al neolitico, questi suoli hanno subito a tratti una degradazione, per erosione, molto intensa. L'interesse per i pascoli è attualmente ancora elevato, data la notevole fertilità e di conseguenza l'alto valore nutritivo delle specie che compongono il cotico. L'uso agropastorale necessita di una profonda razionalizzazione, con carichi proporzionali alla produttività. In alcune aree più sensibili o con presenza di specie di notevole interesse, tale attività dovrà essere eliminata (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 (Cremaschi e Rodolfi, 1991, Aru, 1993).

CLASSE	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

TABELLA 2 - LE 8 CLASSI DELLA LAND CAPABILITY

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 10 - AREA OGGETTO DI STUDIO - TERRENI ADIBITI A PASCOLO



FIGURA 11 - FOTO AREA OGGETTO DI STUDIO.

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

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 a un trentennio di osservazioni dei dati di precipitazioni e temperature.

Sul territorio durante le osservazioni erano presenti circa 370 stazioni dotate di pluviometro per il periodo 1922 – 2016 (figura 12). In un numero inferiore di stazioni (circa 290) è presente anche il termometro.

Stazioni Climatiche

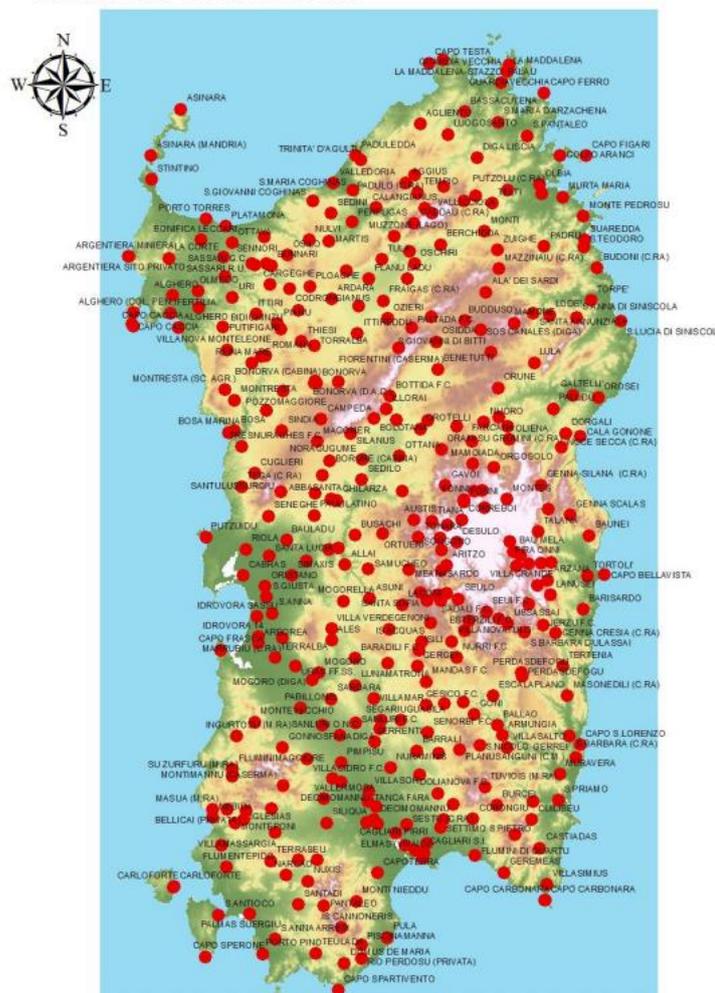


FIGURA 12 - STAZIONI CLIMATICHE DOTATE DI PLUVIOMETRO PER IL PERIODO 1922-2016 IN SARDEGNA

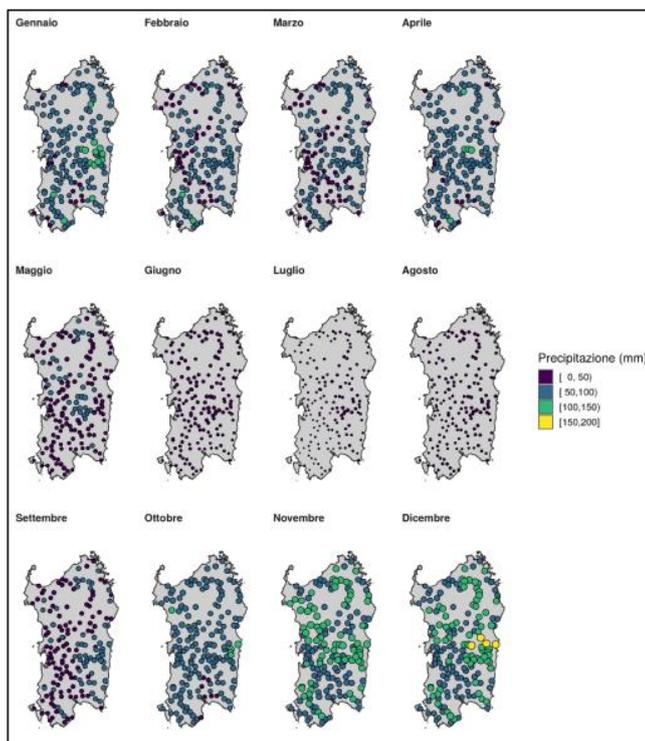


FIGURA 13 - CUMULATI CLIMATOLOGICI MENSILI DI PRECIPITAZIONE PER IL TRENTENNIO 1981-2010

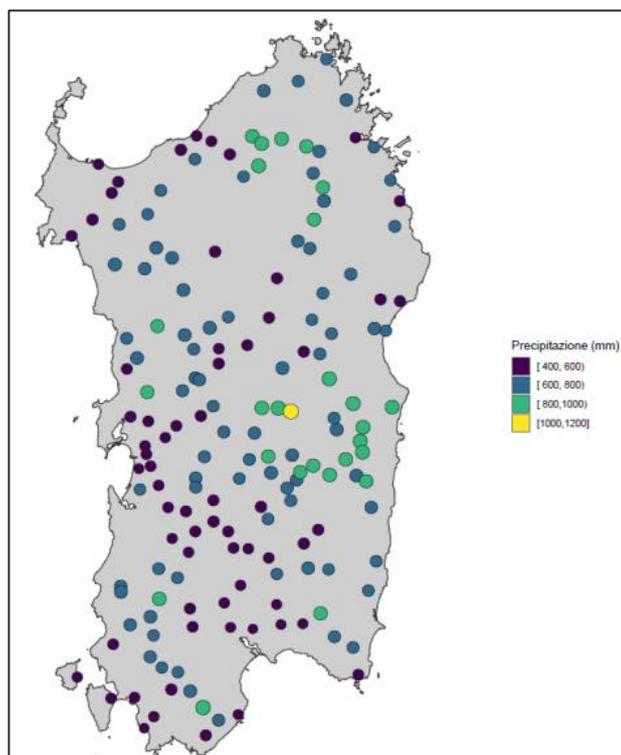


FIGURA 14 - CUMULATI CLIMATOLOGICI ANNUALI DI PRECIPITAZIONE PER IL TRENTENNIO 1981-2010

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

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	59.9	89.3	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

TABELLA 3 - STRALCIO VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI E ANNUALI 1981-2010 DELLE PRECIPITAZIONI

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

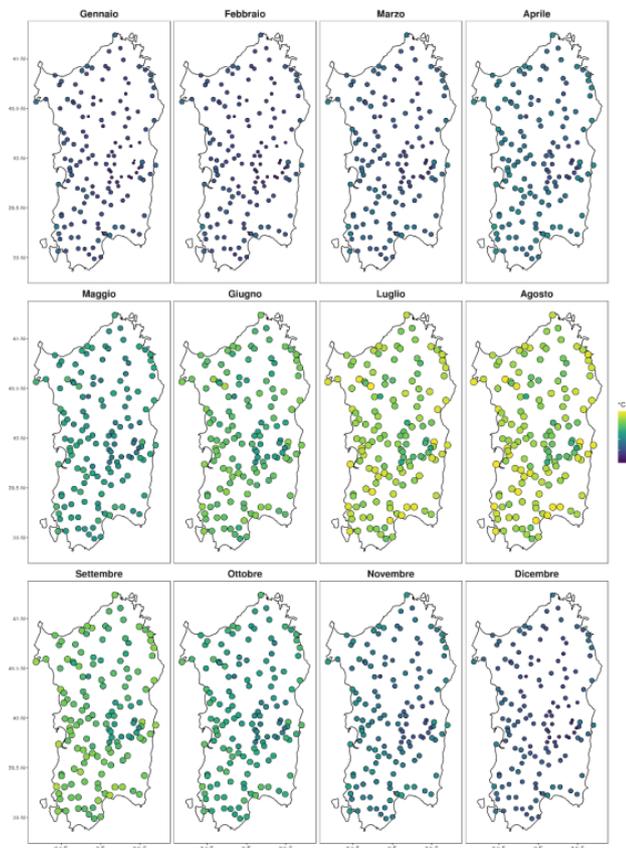


FIGURA 15 - VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI DI TEMPERATURA MINIMA PER IL TRENTENNIO 1981-2010

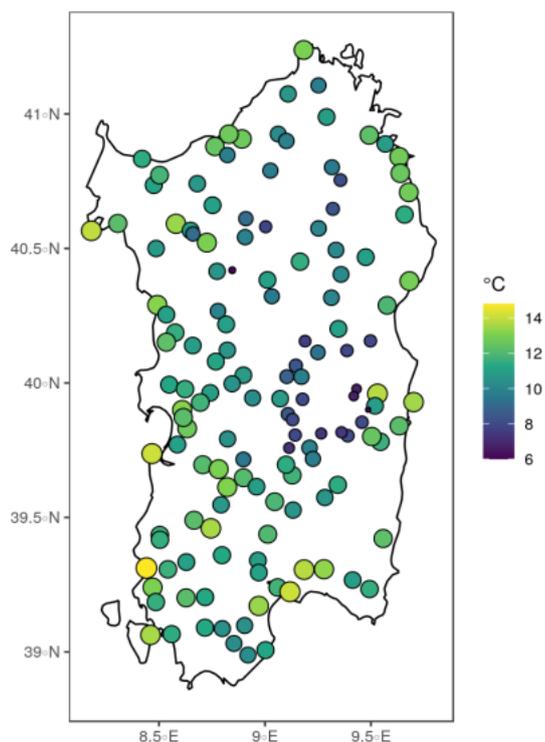


FIGURA 16 - VALORI CLIMATOLOGICI ANNUALI DI TEMPERATURA MINIMA PER IL TRENTENNIO 1981-2010

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	12.6	7.9	4.6	11.0
LUNAMATRONA	B	4.6	4.7	6.8	8.9	13.2	17.6	20.8	21.1	17.7	14.2	9.3	5.9	12.1
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	20.6	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 4 - STRALCIO VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI E ANNUALI 1981-2010 DELLE T.MIN

Stazione	Classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
LUNAMATRONA	B	13.5	14.3	17.1	19.5	24.8	29.3	32.4	32.7	27.8	23.4	17.5	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	15.7	18.0	23.0	28.2	31.7	31.6	27.0	22.5	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 5 - STRALCIO VALORI CLIMATOLOGICI MENSILI E ANNUALI 1981-2010 DELLE T.MAX

In Sardegna nel 2019 il clima ha mostrato condizioni termiche con valori annuali 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), dall'Ombrotipo (esprime la componente di umidità del clima) e dalla Continentalità (esprime il grado di escursione termica annua).

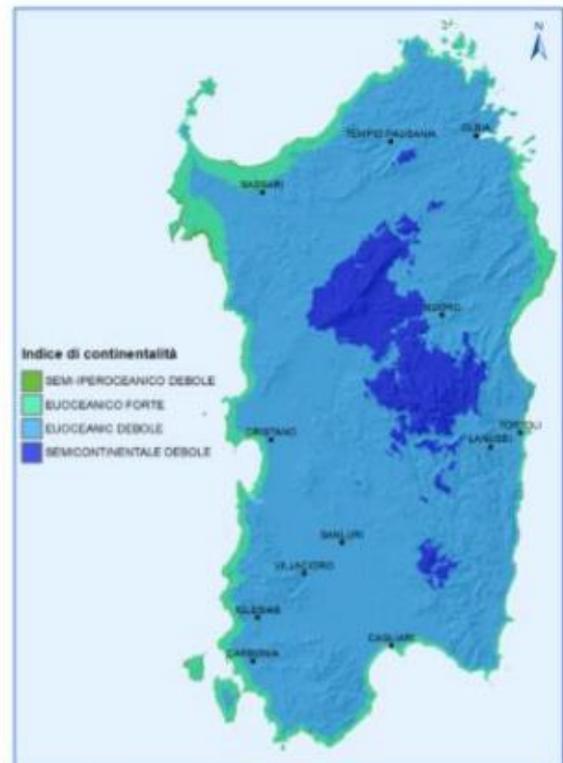
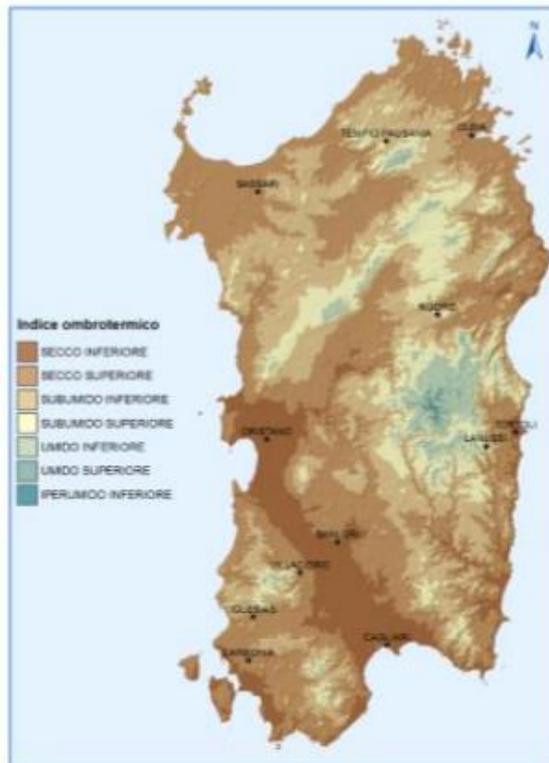
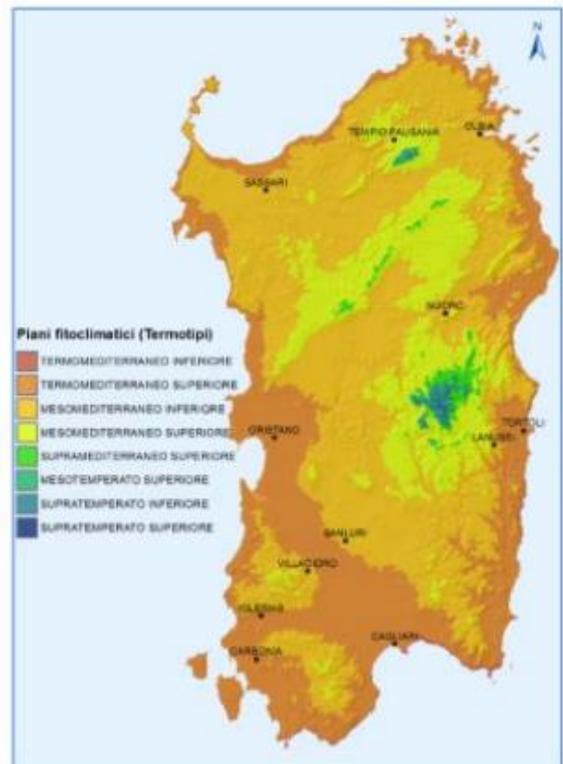
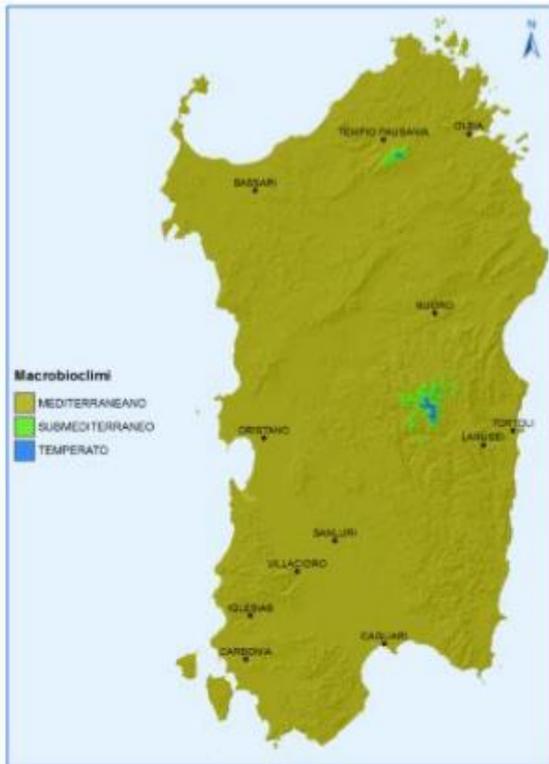


FIGURA 17 - INDICI BIOCLIMATICI

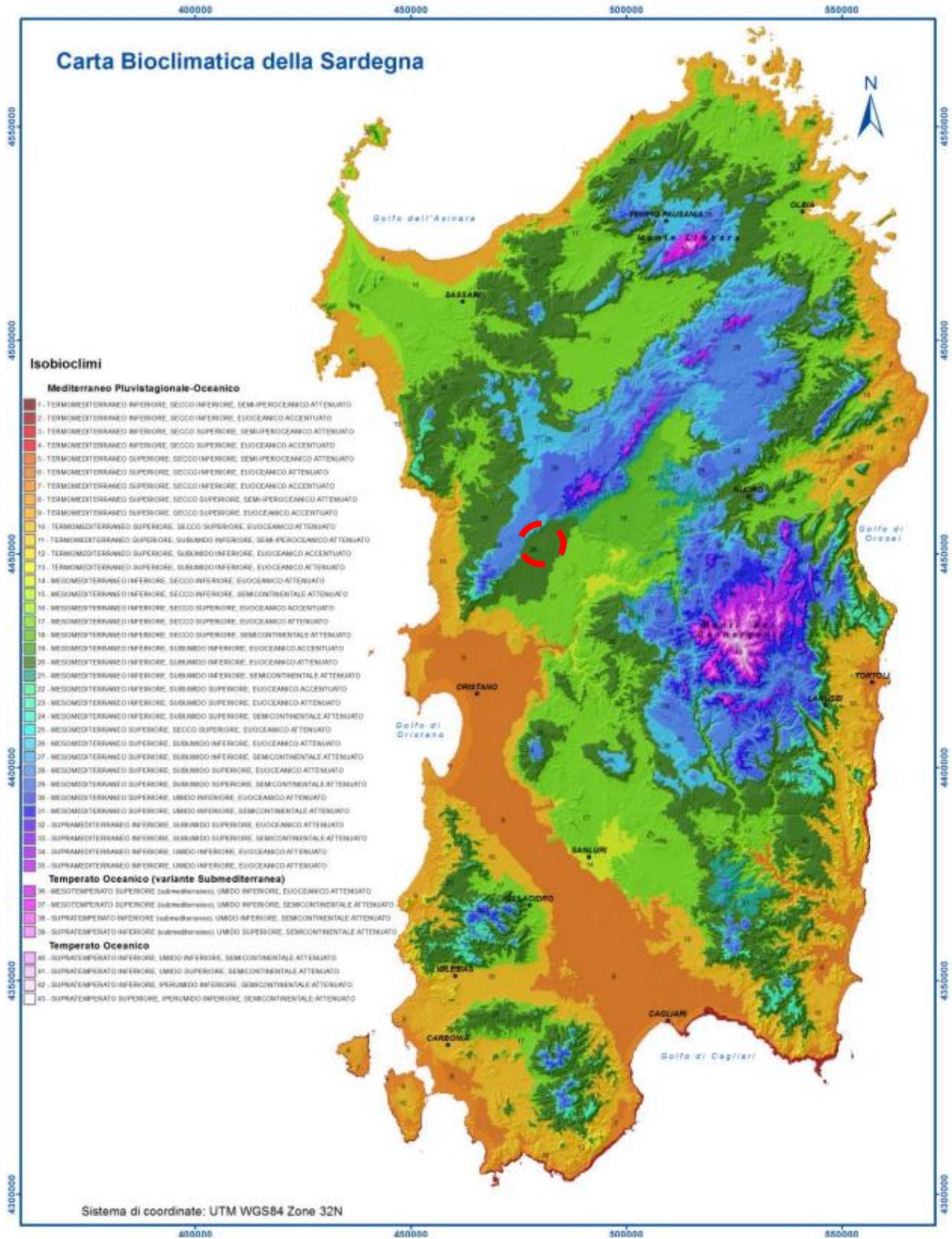
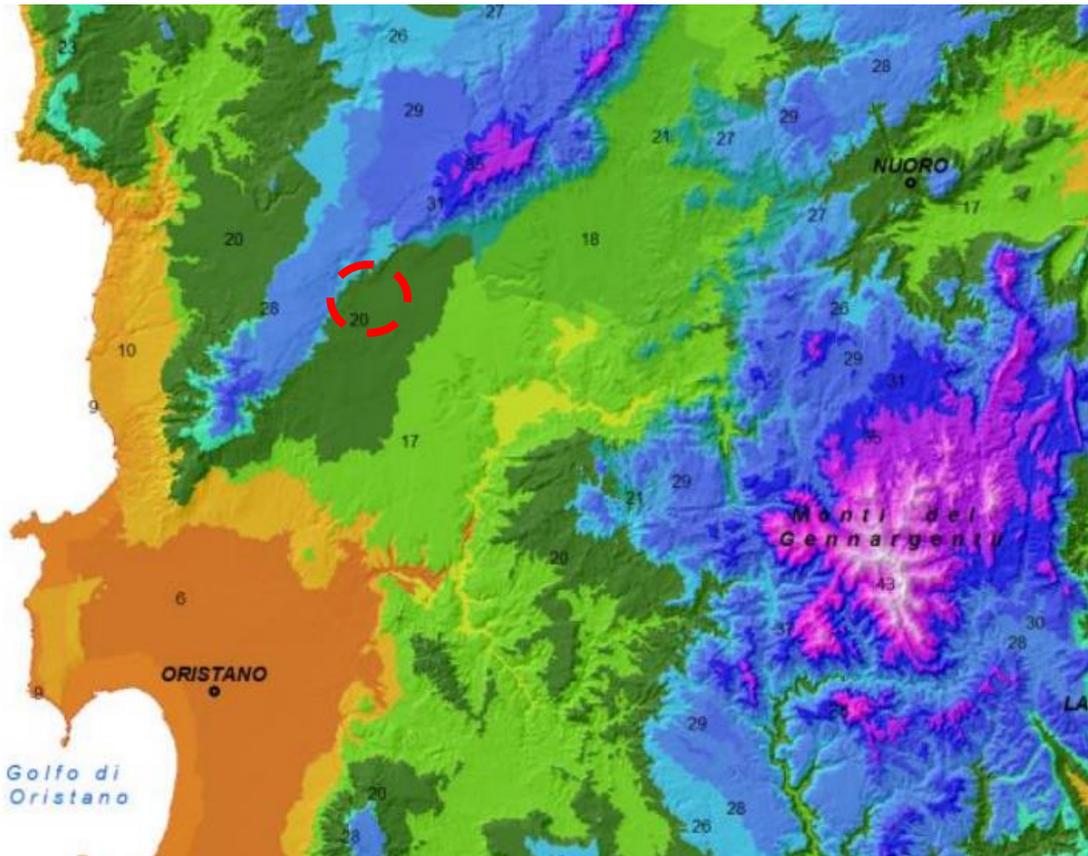


FIGURA 18 - CARTA BIOCLIMATICA DELLA SARDEGNA, CERCHIATA IN ROSSO L'AREA OGGETTO DI STUDIO



Isobioclimi

Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico

15	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO INFERIORE, SEMICONTINENTALE ATTENUATO
16	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO ACCENTUATO
17	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO ATTENUATO
18	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, SEMICONTINENTALE ATTENUATO
19	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO ACCENTUATO
20	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO ATTENUATO
21	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE ATTENUATO

FIGURA 19 - STRALCIO CARTA BIOCLIMATICA, CERCHIATO IN ROSSO L'AREA OGGETTO DI STUDIO

Come si nota nelle figure 18 e 19 (quest'ultima nel dettaglio), nell'area oggetto di studio bioclimate è mediterraneo Pluvistagionale-oceanico, individuabile come 20 - *mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato*.

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, che possano inserirsi bene nel contesto paesaggistico, ambientale ed agricolo. La scelta dell'essenza da mettere a dimora lungo quest'area è ricaduta su *Olea europaea*, pianta termofila ed eliofila che ben sopporta il clima caldo-mediterraneo dell'area in cui si intendono insediare.

Data l'eccessiva petrosità di alcune aree, saranno necessarie delle opere di miglioramento fondiario che prevedano lo spietramento lungo l'area destinata alla fascia di

mitigazione, al fine di poter permettere di mettere a dimora gli alberi di olivo, garantendo così un idoneo franco di coltivazione.

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;
- Oliveto.

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.

Si prevede altresì di introdurre nell'indirizzo produttivo la coltivazione di olive. La coltura di *Olea europaea* risale ad antica data, come lasciano intendere, oltre alle fonti storiche, i grandi alberi pluri-centenari e talora millenari presenti nelle diverse parti dell'Isola (Alghero,

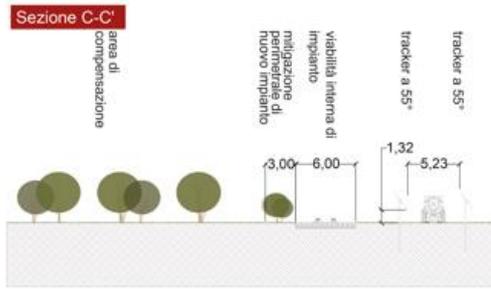
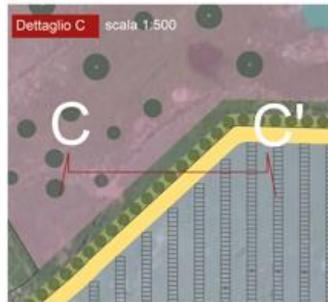
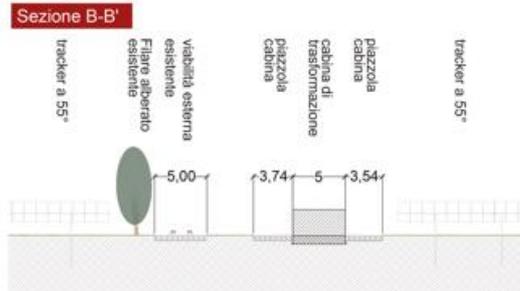
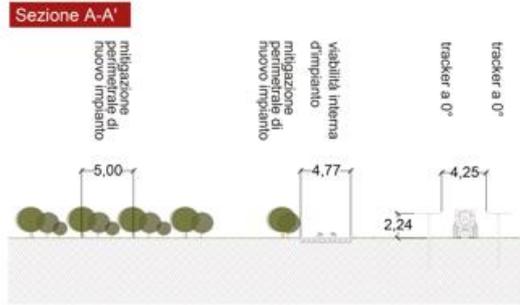
Luras, Cuglieri, Sarule, Samugheo, Ussaramanna, Villacidro, Villamassargia, Turri). Ma è soprattutto dopo il 1600 che l'olivicoltura è stata favorita con incentivi per l'innesto dei ceppi selvatici. I rapporti con l'olivastro-oleastro (*Olea europaea var. sylvestris*) è di piena compatibilità dal punto di vista biologico e ciò giustifica il trattamento tassonomico nell'ambito della stessa specie.

La distribuzione e l'ubicazione di coltivazione agricole e aree a verde per fini compensativi è rappresentata sull'elaborato "MAC2-PDT11", di cui sotto si riportano alcuni stralci.



LEGENDA	
	Ulivo- <i>Olea europaea</i> L.
Fascia di mitigazione perimetrale:	
	Fascia di mitigazione perimetrale di nuovo impianto
	Prato permanente poliifita
	Aree destinate a compensazione e conservazione
	Viabilità d'impianto
	Specchio d'acqua
	Abbeveratoio ovini
	Varchi d'accesso 7 m
	Recinzione
	Confine particellare

SEZIONI RAPPRESENTATIVE IMPIANTO
 Scala 1:200



SCHEMA D'IMPIANTO
 Scala 1:200

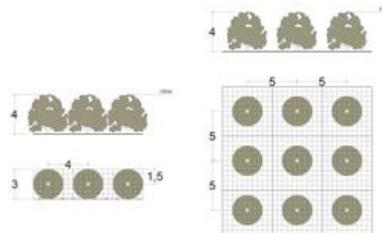


FIGURA 20 - STRALCIO ELABORATO MAC2-PDT11

Nella tabella 6 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 fisse	0,00	0,000	0
Strutture FV (tracker)	9,29	0,000	0
Pali infissi	0,00	0,006	0
Cabine	0,00	0,038	0
Piazzole cabine	0,00	0,104	0
Viabilità impianto	0,00	2,263	0
Habitat	0,00	0,000	0
Area conservazione colture esistenti	0,00	0,000	0
Mitigazione perimetrale (Oliveto)	2,27	0,000	0
Compensazione e rinaturalizzazione (Quercus spp)	1,22	0,000	0
Prato permanente polifita	33,00	0,000	0
Aree libere da intervento	3,04	0,000	0
TOTALE	39,53	2,41	0

TABELLA 6 - DATI RELATIVI ALL'UTILIZZO DEL SUOLO

3.2 Agrovoltaiico verifica requisiti progetto MACOMER-2

I sistemi agrivoltaiici possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali (più o meno dense) e gradi di integrazione ed innovazione differenti, al fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (fotovoltaico e colturale).

Un sistema agrivoltaiico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

Affinché un sistema agrivoltaiico possa essere definito tale, deve rispettare delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici predefiniti:

- La **superficie minima coltivata**, richiamata anche dal DL 77/2021, è un parametro fondamentale per qualificare un sistema agrivoltaiico ed è stabilita con un valore pari o superiore al 70% della superficie agricola totale interessata dall'intervento.

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

Nel caso del progetto in esame, considerando la superficie da destinare a prato che è pari a 33,00 ha e quella riservata a mitigazione perimetrale con indirizzo produttivo pari a 2,27 ha, che sarà interessata dalla presenza di ulivi, si ha una superficie agricola totale ($S_{agricola}$) pari a **35,27 ha**.

Posto che il totale dell'area di progetto (S_{tot}) si attesta sui **41,94 ha**, si ottiene che la superficie agricola occuperà l'**84,1%** rispetto al totale della superficie interessata dall'intervento e, dunque, è rispettato il primo requisito utile per definire un impianto "agri-voltaiico" in quanto:

$$35,27 > 29,36$$

Dove, 35,27 ha rappresenta la superficie agricola calcolata ($S_{agricola}$) e 29,36 il parametro a cui far riferimento secondo le linee guida ($0,7 \cdot S_{tot}$).

- Il **LAOR** (*Land Area Occupation Ratio*) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.

$$LAOR \leq 40\%$$

Dati i valori di 9,30 ha per la superficie complessiva coperta dai moduli e 36,67 ha che rappresenta la superficie occupata dall'impianto al netto delle opere di mitigazione e delle aree libere da intervento, il **LAOR del presente progetto** si attesta intorno al **25,36 %**, quindi al di sotto del limite imposto dalle linee guida.

- La producibilità elettrica minima viene stabilita attraverso un rapporto tra la produzione specifica di un impianto agrivoltaico e la producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard costituito da strutture fisse con inclinazione di 12° che interessi la stessa area di impianto. La producibilità dell'impianto agrivoltaico non deve essere inferiore al 60% della producibilità dell'impianto standard.

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

Grazie ad una simulazione è stato possibile ricavare che il valore di producibilità relativa dell'impianto agrivoltaico in oggetto si attesta a **1,06 GWh/ha/y** rispetto ai **1,58 GWh/ha/y** di un impianto fotovoltaico standard con un rapporto tra i due valori di producibilità, corrispondente al **67%**, tale per cui è possibile far ricadere l'impianto del presente progetto nella definizione di sistema agrivoltaico.

Il presente progetto è realizzato adottando una tecnologia su strutture mobili con configurazione a doppia vela che rispettano l'altezza media dei moduli su strutture mobili prescritte dalla Linee guida, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, rientrando nei seguenti valori di riferimento:

- **1,3 metri** nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- **2,1 metri** nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

In particolare, l'**altezza media** dei moduli installati nell'impianto di Macomer 2 corrisponde a **2,24 m**, con un'**altezza minima** da terra dei moduli nel caso di massima inclinazione della struttura (55°) pari a **1,32 m**.

Il sistema agrivoltaico di Macomer 2 prevede un **sistema di monitoraggio** che consente di verificare l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, per cui può essere classificato come sistema agrivoltaico avanzato. Nello specifico, il sistema di monitoraggio agronomico viene presentato nel quadro ambientale dello Studio d'Impatto Ambientale (MAC2-IAR01) al paragrafo 3.10.3 così come nella Relazione agronomica (MAC2-IAR05).

3.2.1 Scheda riassuntiva verifica requisiti agrovoltaiico

Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.				
Progetto di un parco agrovoltaiico avanzato denominato "MACOMER 2" potenza nominale pari a 20 MWp situato nei Comuni di Macomer e Borore (NU)				
REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola				
S_{tot}	Area totale di progetto nella disponibilità della proponente: comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrovoltaiico. Quindi sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione.		41,94 ha	
S_{pv}	Somma delle superfici individuate dall'area recintata. Include l'area occupata dai pannelli e tutte le opere connesse all'impianto: cabine, viabilità, piazzole, etc.		36,67 ha	
S_{agricola}	Superficie minima coltivata: comprende l'area destinata a coltivazione di prato stabile tra e sotto le file dei pannelli e la mitigazione perimetrale destinata alla coltivazione ad ulivo.		35,27 ha	
S_{agricola} ≥ 0,7 · S_{tot}				
VERIFICATO				
REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)				
S_{moduli}	Superficie complessiva coperta dai moduli: è pari alla somma delle superfici dei singoli moduli posizionati sui trackers		9,30 ha	
LAOR (Land Area Occupation Ratio) = S_{moduli}/S_{pv}	Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.		25,36%	
LAOR ≤ 40%				
VERIFICATO				
REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola				
	Ante operam	Post operam		
Tipo di coltivazione/i	Prato magro	Prato permanente Oliveto per olive da olio		
Indirizzo produttivo	Seminativi	Misto: seminativi e colture arboree		
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area (€/ha)	132,44 €	360,00 € 1.548,36 €		
PS - Produzione Standard	5.456,53 € €	15.394,78 €		
VERIFICATO				
REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima				
Modulo	Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale JKM570N-72HL4-BDV della Jinko Solar®	Potenza nominale [W]		570
		Dimensioni	L [mm] =	1134
			P [mm] =	2278
		Sup. impianto	S _{pv} [ha] =	36,67
Impianto agrovoltaiico presentato in VIA Potenza = 20 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrovoltaiico [GWh/anno] =			38,72
	FV _{agri} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrovoltaiico [GWh/ha/anno] =			1,06
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 38,34 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [GWh/anno] =			57,84
	FV _{standard} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =			1,58
*moduli con efficienza 22,07% su supporti fissi con inclinazione a Sud di 12°				

$FV_{agricola} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$

VERIFICATO

REQUISITO C - Adottare soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

TIPO 1	l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici	doppio uso del suolo	Attività Zootecnica	Hmin
		moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura		1,32 m
Attività zootecnica - Hmin = 1,3 m		Attività colturale - Hmin = 2,1 m		

VERIFICATO per ZOOTECCIA

REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico

Aziende con colture in asciutta: analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana per evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico	Monitoraggio periodico dell'umidità di 2 tipologie di terreni attigui: - uno con prato stabile senza pannelli - uno con prato stabile con pannelli FV . L'analisi e la comparazione dei dati evidenzierà come, grazie alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV, il terreno con l'impianto presenti un contenuto d'acqua maggiore rispetto a quello senza l'impianto, con conseguente beneficio per le colture.
---	---

Redazione Relazione Triennale redatta da parte del proponente.

VERIFICATO

REQUISITO D.2 - Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Esistenza e resa della coltivazione	Redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).	Implementazione monitoraggio agricolo come riportato in Relazione Agronomica Par.3.6.2
Mantenimento dell'indirizzo produttivo		

Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo

VERIFICATO

REQUISITO E.1 - Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Par. 3.10.1 dello SIA: il miglioramento diretto della fertilità del suolo sarà garantito da un'opportuna scelta di essenze in grado di fissare l'azoto atmosferico per il miscuglio costituente il prato di leguminose e pascolamento controllato.

Redazione Relazione Tecnica Asseverata o Dichiarazione del proponente

VERIFICATO

REQUISITO E.2 - Monitoraggio del microclima

L'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).	Monitoraggio tramite sensori per la misura di: - temperatura; - umidità relativa; - velocità dell'aria; - radiazione; posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.	Temperatura ambiente esterno e retro-modulo misurata con sensore PT100
		Umidità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con igrometri/psicrometri
		Velocità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con anemometri
		Radiazione solare fronte e retro-modulo misurata con un solarimetro

Relazione Triennale redatta dal Proponente

VERIFICATO

3.3 Schede botaniche essenze selezionate

Nella presente proposta progettuale è prevista la realizzazione di un prato migliorato di leguminose, 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	Rosidae
Ordine	Fabales
Famiglia	Fabaceae
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 (erpatura/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.

SCHEDA OLIVO



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	Asteridae
Ordine	Scrophulariales
Famiglia	Oleaceae
Specie	<i>Olea europaea</i> L., 1753
Habitat	Area mediterranea
Fioritura o antesi	Aprile/giugno
Radici	Le radici della pianta giovane sono a fittone, poi striscianti e infine superficiali con rigonfiamenti
Fiori	I fiori sono piccoli e insignificanti, con quattro petali bianchi, sono riuniti in grappoli e sbocciano da maggio a giugno. Le infiorescenze dette mignola hanno forma a grappolo
Frutti	Il frutto è una drupa (cioè frutto carnoso che non si apre spontaneamente per far uscire il seme) di peso variabile tra 0,5 e 1,5 gr.
Età e dimensione materiale vegetale	Materiale vegetale già fornito da azienda vivaistica in possesso di autorizzazione forestale
Cure colturali	<ul style="list-style-type: none"> • 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 di soccorso
Fabbisogno idrico	100 l/pianta per anno
Fonte approvvigionamento idrico	Fornitura irrigazioni di emergenza con autobotte per garantire l'attecchimento idrico

3.4 Fabbisogno irriguo

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

ESSENZA	FABBISOGNO IRRIGUO ANNUO [m³/pianta]	TOT piante	SUB-TOT [m³]
Aree di mitigazione	0,1	1.479	147,9
Prato pascolo	0	0	0
TOTALE			147,9

TABELLA 7 - FABBISOGNO IRRIGUO

Successivamente al II anno, verificato il corretto attecchimento delle piante arboree ed arbustive e 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.

3.5 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	33	4.550,70 €
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	33	15.219,60 €
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	1479	10.796,70 €
Del. A.U. 13-2017	Pianta di olivo in fitocontenitore da 5 litri	cad.	4,00	1479	5.916,00 €
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					56.483,00 €

TABELLA 8 - COSTI COMPLESSIVI DI IMPIANTO DISTINTI PER AREE

3.6 Cure colturali

3.6.1 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.

3.6.2 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

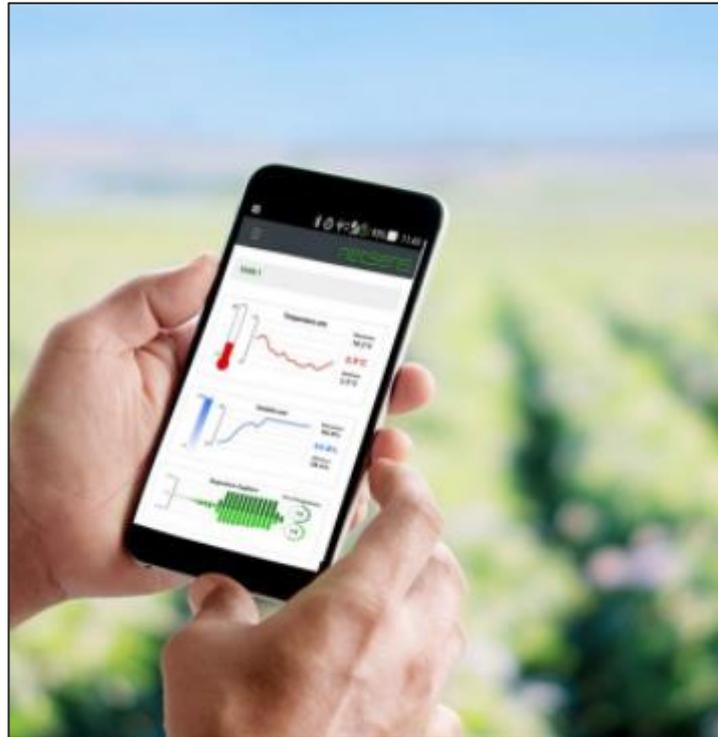


FIGURA 21 - MONITORAGGIO VARIABILI FATTORI CLIMATICI NEL CAMPO TRAMITE SMARTPHONE

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.

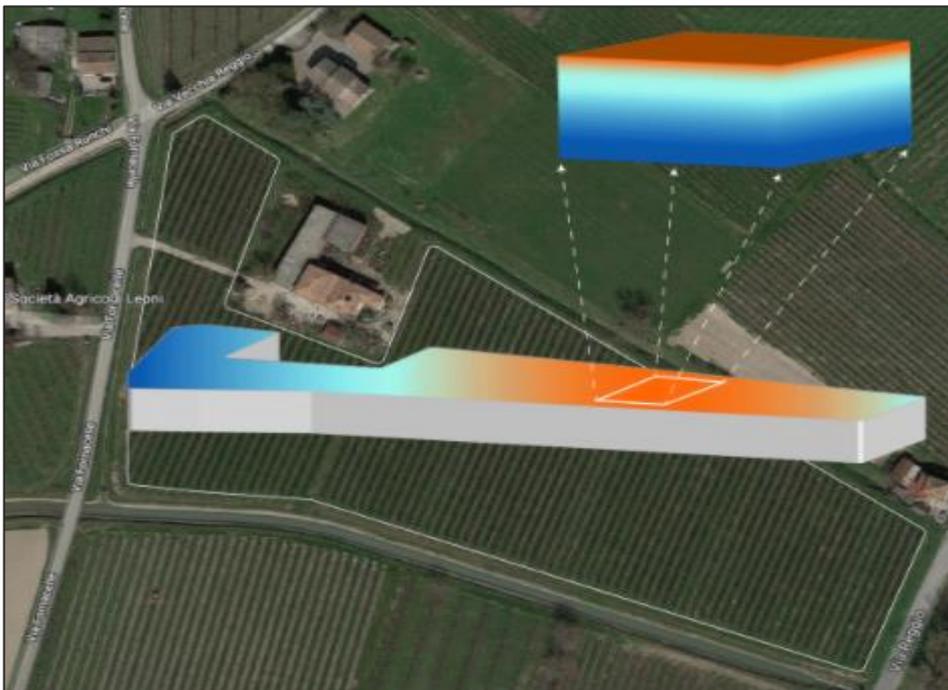


FIGURA 22 - ZONIZZAZIONE AREE IN BASE A VIGORE E/O STRESS IDRICO

In figura 22 è riportata 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 smartphone, è facile distinguere sia le zone di terreno in funzione dello stato idrico rilevato, sia il momento dell'intervento irriguo.

3.6.3 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. Trattore 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 HT				
Potenza nominale (ISO)	CV/kW	75 / 56	78 / 58	85 / 63	95 / 70	104 / 77
Potenza massima (ISO)	CV/kW	75 / 56	90 / 66	95 / 70	102 / 75	112 / 82
Regime nominale	gir/min	2200				
Regime di potenza massima	gir/min	1500	1700	1700	1800	2000
Coppia massima	Nm	375	378	400	410	420
Regime di coppia massima	gir/min	1600				
Riserva di coppia	%	56	50	46,3	34,9	25,7
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'asse posteriore al tetto cabina	mm	1930				
Altezza dal centro dell'asse 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 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		O montata di fabbrica				
Zavorre anteriori	kg	O 6x28 / 8x28 / 4x42 / 8x42 (F-S)		O 6x36 / 8x36 (GT)		O 6x28 (V)
Zavorre posteriori	kg	O 2x45 (1 x ruota) / 4x45 (2 x ruota)				

FIGURA 23 - SPECIFICHE TECNICHE LANDINI REX 4

Landini Rex 4 (Fig. 23) è una 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 alcune soluzioni (erpici, seminatrici) che potrebbero trovare applicazione sui terreni oggetto di studio. Tra queste si citano la Seminatrice Maschio Gasparo mod. Compagna (Fig. 24) e uno spandiconcime (Fig. 25) adattato per la semina a spaglio, trattasi quest'ultimo di una opzione alternativa in caso di terreni rocciosi che non sono stati perfettamente spietrati.



VERSIONE	LARGHEZZA DI LAVORO  CM	INGOMBRO  CM	PROFONDITÀ DI LAVORO  CM	NUMERO DI UTENSILI  NR.	ELEMENTI DI SEMINA	CAPACITÀ 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

FIGURA 24 - SPECIFICHE TECNICHE SEMINATRICE MASCHIO GASPARO MOD. COMPAGNA



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

FIGURA 25 - SPECIFICHE TECNICHE SPANDICONCIME

3.7 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 (esempio in figura 26) 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 26 - PASCOLAMENTO OVINO SOTTO STRUTTURE FOTOVOLTAICHE

OLIVETO

FORMA DI ALLEVAMENTO: il sistema di allevamento ha lo scopo di dare alla pianta una struttura scheletrica funzionale, al fine di assecondare la fisiologia della specie e consentire la meccanizzazione delle operazioni colturali. La forma di allevamento è il vaso policonico, costituita da un tronco alto 100-120 cm da cui dipartono tre o più branche rivestite di branche secondarie con lunghezza crescente dall'alto verso il basso. Ogni branca principale presenta una lunghezza massima di 4-5 m. Questo sistema di allevamento risulta adatto alla raccolta meccanica tenendo adeguatamente raccorciate le branche secondarie e terziarie.

GESTIONE INFESTANTI: sfalcatura o erpicatura trimestrale.

GESTIONE FITOSANITARIA: in caso di malattie batteriche l'eliminazione delle parti malate. Per il controllo della Lebbra delle olive (*Gloeosporium olivarum*) si prevedono trattamenti rameici durante il periodo autunnale. Per il controllo delle cocciniglie si prevedono trattamenti con oli bianchi da effettuare durante il periodo primaverile/estivo. Per il controllo dell'occhio di pavone (*Spilotea oleaginea*), trattamento rameico in caso di raggiungimento della soglia di 30/40 foglie infette a pianta. Per il controllo della mosca dell'olivo (*Bactrocera oleae*) si prevedono trappole cromotropiche o bottiglie trappola per il monitoraggio degli adulti, in caso di raggiungimento soglia di intervento trattamenti a file alterne con prodotto a base di Spinosad (prodotto consentito in agricoltura biologica).

POTATURA: in fase di reimpianto attuare un intervento di potatura di ringiovanimento per definire la forma di allevamento. Successivamente, potatura di produzione annuale da eseguirsi durante l'inverno, o ad inizio primavera. Le principali pratiche di potatura sono le seguenti:

- eliminazione succhioni;
- alleggerimento delle cime e delle branche e regolazione dell'altezza con eventuali tagli di ritorno;
- diradamento dei rami di un anno che porteranno le gemme a fiore.

IRRIGAZIONE: è prevista la gestione dell'oliveto in asciutto.

CONCIMAZIONE: L'olivo per produrre 100kg di drupe asporta mediamente 900 g di N, 200 g di P_2O_5 e 1000 g di K_2O . Pertanto, un oliveto in condizioni ordinarie asporta indicativamente 50-70 Kg/ha di N, 15-25 Kg di P_2O_5 e 60-90 Kg/ha di K_2O .

RACCOLTA: epoca tra ottobre e dicembre, può avvenire sia manualmente che con l'ausilio di macchine agevolatrici. Una pianta di olivo produce dai 15 ai 30 kg. È possibile raccogliere circa 10-12 Kg/ora di drupe per operaio. Un oliveto specializzato è in grado di produrre circa 5-6 t/ha di drupe, con una resa al frantoio tra il 15% ed il 20%.

3.8 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 le tabelle con i risultati scaturenti dall'analisi delle **PS**:

COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM	Sup. coltivata [ha]	Prod. Parziale
J2000T	F02	Pascoli magri	132,44 €	EUR_per_ha	41,2	5.456,53 €
						5.456,53 €

TABELLA 9 - STATO ATTUALE "PASCOLO MAGRO"

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	33	11.880,00 €
Sardegna	O1910T	G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548,36 €	EUR_per_ha	2,27	3.514,78 €
Produzione Standard post Intervento							15.394,78 €

TABELLA 10 - STATO POST INTERVENTO: PRATO PERMANENTE E PASCOLO-OLIVETO

Dai valori sopra riportati è possibile evincere un incremento percentuale dell'indice relativo alla Produzione Standard **PS** del 182 % 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 arborea nelle fasce di mitigazione e nelle aree di impianto ad opera del prato polifita;
2. Si preserva la fertilità del terreno ed il relativo quantitativo di sostanza organica;
3. Si crea un habitat quasi naturale grazie allo sviluppo di specie a fiore che contribuiscono positivamente alla proliferazione di insetti utili;
4. Si riducono 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 e compatibile con il contesto rurale del circondario.

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

Augusta (SR)

07 dicembre 2022

Il Tecnico

Dott. Agronomo Gaetano Gianino

5. BIBLIOGRAFIA

Aru, A., Baldaccini, P., & Vacca, A. (1991). Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250000. Dipartimento Scienze della Terra-Assessorato Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio, Regione Autonoma Sardegna, Cagliari;

Klingebiel, A. A., & Montgomery, P. H. (1961). Land-capability classification (No. 210). Soil Conservation Service, US Department of Agriculture;

Rodolfi, G., & Cremaschi, M. (1991). Il Suolo. Pedologia delle scienze della terra e nella valutazione del territorio.