



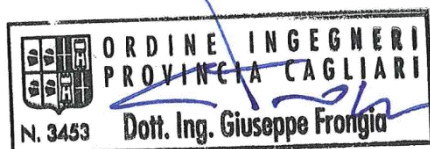
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 75 MW
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI UTA
DENOMINATO “MADAGOCCU”

RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E
PIANO COLTURALE

Rev. 0.0

Data: Settembre 2023

REU-AVU-RP6



Committente:

REPSOL UTA S.r.l.
Via Michele Mercati 39
00197 – Roma (RM)
C. F. e P. IVA: 16699301004
PEC: repsoluta@pec.it

Incaricato:

Queequeg Renewables, ltd
2nd Floor, the Works,
14 Turnham Green Terrace Mews,
W41QU London (UK)
Company number: 11780524
email: mail@quren.co.uk

Progettazione e SIA:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.



www.iatprogetti.it

PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina e Dott. Geol. Mauro Pompei

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti agronomici: Dott. Agronomo Federico Corona

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti e Dott.ssa Alice Nozza

SOMMARIO

1	Premessa.....	4
2	Il contesto tecnico e normativo di riferimento	5
2.1	Definizioni di “Agro-Voltaico”	5
2.2	Potenzialità dell’agrivoltaico per i sistemi agricoli	6
2.3	Parametri tecnici e requisiti degli impianti agrivoltaici e agrivoltaici avanzati secondo il D.L. 199/2021 e le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici	8
3	INQUADRAMENTO CATASTALE.....	12
4	Inquadramento climatico.....	14
4.1	Temperature	14
4.2	Precipitazioni	15
4.3	Evapotraspirazione	16
5	Caratterizzazione pedologica del sito	18
5.1	Inquadramento pedologico.....	18
5.2	Piano delle osservazioni pedologiche	19
5.3	Osservazioni pedologiche	20
5.4	Il metodo della Land Capability Evaluation	26
5.5	Classificazione secondo la Land Capability Classification.....	29
6	assetto agricolo attuale e pianificazione del sistema agrivoltaico	31
6.1	Uso attuale del suolo e contesto agrario	31
6.2	Uso futuro del suolo e suo inserimento nel contesto agrario.....	35
6.2.1	Premessa metodologica.....	35
6.3	Layout dell’impianto agri-voltaico.....	38
6.3.1	Computo metrico estimativo	41
6.4	Comparazione con la situazione ex ante.....	44
6.5	Rispondenza del sistema ai requisiti di un impianto agrivoltaico avanzato	45
7	Analisi degli impatti potenziali del progetto sul sistema agricolo	49
7.1	Suolo	49
7.2	Agricoltura	49
8	Bibliografia	51

Premessa

La presente relazione agronomica è parte integrante del progetto definitivo di un sistema agrivoltaico, da realizzarsi con moduli in silicio monocristallino installati su inseguitori solari monoassiali. Il sistema, insistente su una superficie lorda complessiva di circa 150 ettari, è ubicato in agro del Comune di Uta (CA) in località "Madagoccu".

Scopo del presente lavoro è quello di effettuare la caratterizzazione in via preliminare delle risorse pedo-agronomiche delle aree di intervento e di eseguire tutti i necessari rilievi, gli studi e la classificazione pedologica dell'area mediante raccolta ed analisi dei dati disponibili e rilievi speditivi in campo, comprendendo l'esecuzione dei profili di studio pedologico, la raccolta di campioni rappresentativi dell'area oggetto di indagine e la successiva analisi fisica interna mediante prova al setaccio e prova di reazione all'HCl, determinazione della dimensione e della forma delle aggregazioni e loro grado e consistenza, indicazione della scala cromatica con riferimento alla Munsell Soil Color Code. Sulla base dei risultati ottenuti, lo studio dovrà proseguire con l'elaborazione del piano colturale per il sistema agrivoltaico e la stima dei relativi costi da inserire in progetto, la verifica/dimostrazione che il sistema AgriPV sia conforme alle LLGG ministeriali del giugno 2022 anche attraverso l'elaborazione piano di monitoraggio conforme alla definizione di impianto AgriPV "avanzato" di cui all'art. 65 comma 1-quater e 1-quinquies del DL 24/01/2012 n. 1.

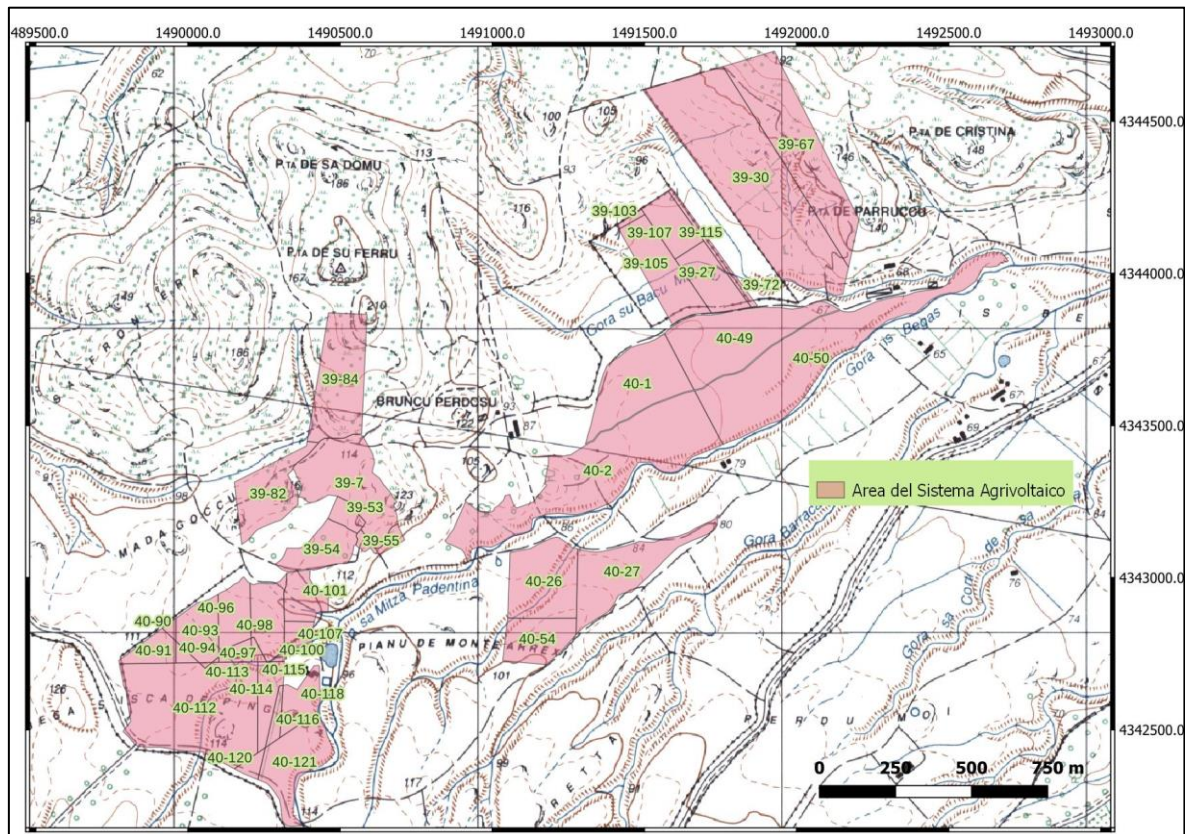


Figura 1.1 – Inquadramento dell'area di progetto su IGM.

2 Il contesto tecnico e normativo di riferimento

2.1 Definizioni di “Agro-Voltaico”

Le locuzioni “agro-fotovoltaico” o “agro-voltaico” o ancora “agri-voltaico” e “agro-photovoltaic” e le relative abbreviazioni “AFV”, “AV” o “APV” indicano un moderno sistema di utilizzo dei terreni agricoli che integra la produzione di energia elettrica a quella agricola mediante la realizzazione di strutture capaci di captare e convertire l’energia solare in energia elettrica.

La definizione di impianto agro-voltaico è contenuta nella Legge 29 luglio 2021 n. 108 di Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, con l’aggiunta all’art. 65 del Dlgs 24 gennaio 2012 dei seguenti commi: “1-quater. Il comma 1 non si applica agli impianti **agrovoltaici** che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l’applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. 1 -quinquies. L’accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1 -quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione 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.”

Sulla base di tali dispositivi, nel giugno 2022 sono state pubblicate dal MiTE le “Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici”¹, con lo scopo di dichiarato di definire quali siano le caratteristiche minime (dimensionali e progettuali) e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un’interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

Al fine di garantire in questo documento una maggiore chiarezza su quelle che sono i recenti riferimenti normativi appare comunque doveroso richiamare alcune definizioni riportate nelle predette linee Guida MiTE.

- Impianto fotovoltaico: insieme di componenti che producono e forniscono elettricità ottenuta per mezzo dell’effetto fotovoltaico; esso è composto dall’insieme di moduli fotovoltaici e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche in corrente alternata o in corrente continua e/o di immetterla nella rete distribuzione o di trasmissione.
- Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;

¹ Scaricabile dal sito del Ministero al seguente link:

https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf

- Impianto agrivoltaico avanzato: impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:
 - adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione.
 - prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.
- Sistema agrivoltaico avanzato: sistema complesso composto dalle opere necessarie per lo svolgimento di attività agricole in una data area e da un impianto agrivoltaico installato su quest'ultima che, attraverso una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, integri attività agricola e produzione elettrica, e che ha lo scopo di valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, garantendo comunque la continuità delle attività agricole proprie dell'area.

2.2 Potenzialità dell'agrivoltaico per i sistemi agricoli

Negli ultimi decenni, l'agricoltore, sotto la pressione della variabilità dei prezzi dei prodotti, dei costi dei mezzi tecnici e delle politiche agricole comunitarie, ha sperimentato una progressiva limitazione nella possibilità di scelta delle colture da inserire negli avvicendamenti colturali. Oltre a questo, anche l'ampia disponibilità di mezzi tecnici ha determinato la diminuzione delle specie coltivate e la diffusione di poche colture.

In questo contesto il reddito aggiuntivo derivante dal fotovoltaico potrebbe consentire all'agricoltore di conseguire una maggiore autonomia nelle proprie scelte aziendali, tradizionalmente orientate secondo logiche di compatibilità con il territorio e sostenibilità ambientale. Tale processo potrebbe essere accompagnato da un ritorno, in alcuni territori, di colture tipiche, ormai quasi del tutto scomparse.

L'agrivoltaico quindi, diventa efficace strumento per la multifunzionalità dei sistemi agricoli, incentivando anche l'utilizzo produttivo di superfici agricole ormai non più coltivate o non valorizzate adeguatamente per la loro bassa redditività.

Le strutture di sostegno delle coperture fotovoltaiche possono essere considerate come fattori che possono favorire:

- la diffusione delle tecniche di "agricoltura conservativa", per minimizzare le limitazioni alla libera movimentazione dei macchinari agricoli sulla superficie;
- la presenza di aree ad elevata biodiversità (siepi, strisce inerbite con specie spontanee, bande inerbite con specie mellifere o con specie utilizzate dalla fauna selvatica).

Di conseguenza, la diffusione dell'agrivoltaico potrebbe permettere la nascita di sistemi colturali ad elevata sostenibilità ambientale ed economica, andando anche ad aumentare il legame tra produzione agricola e territorio.

Ciò premesso, la reale capacità produttiva dei sistemi agrovoltaici è un argomento di grande interesse per la comunità scientifica e attualmente oggetto di specifiche ricerche in diverse parti del mondo.

In una recente ricerca effettuata dal Politecnico di Torino dal titolo *"Agrivoltaic System: a Case Study of PV Production and Olive Cultivation in Southern Italy"*² pubblicata nel 2022, si è analizzata la configurazione del sistema agrivoltaico mettendo a confronto alta densità di FV e bassa produzione agricola con una disposizione più distanziata dei pannelli FV e introduzione della coltivazione intensiva di olivi (900 piante per ettaro) in un impianto studio del Sud Italia. *"Le simulazioni mostrano che la combinazione di energia fotovoltaica e produzione agricola è possibile, con un notevole risparmio di terreno. In questo caso studio, infatti, per ogni ettaro di terreno utilizzato per l'impianto agrivoltaico si risparmiano 0,34 ha. In conclusione, questo lavoro dimostra che ci sono casi in cui la tecnologia agrivoltaica funziona bene: la produzione agricola non viene omessa, il rapporto costo-efficacia dell'investimento viene preservato e una notevole quantità di terreno può essere risparmiata per altri scopi."*

Nello studio intitolato *"Agrivoltaic Modules Co-Designed for Electrical and Crop Productivity,"* e pubblicato nel 2021³ si conclude che la migliore configurazione fotovoltaica dipende da diversi fattori, tra cui la morfologia del terreno, la tipologia delle colture e la disponibilità di fonti energetiche rinnovabili (in questo caso l'irraggiamento solare) e che la presenza di impianti fotovoltaici porta ad una variazione dei parametri termoclimatici, che migliora il benessere della coltura in ambienti aridi e diminuisce il consumo di acqua.

Altri studi tendono a comparare il grado di mantenimento degli habitat naturali nei sistemi agrivoltaici con quelli dei sistemi colturali ad elevata intensità.

Nel documento dal titolo *"Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks"*⁴ viene spiegato che la biodiversità potrebbe essere influenzata sia positivamente che negativamente dai parchi solari e dal cambiamento dell'uso del suolo associato. Nei paesaggi agricoli gestiti in modo intensivo e poveri di specie, tuttavia, i parchi solari possono aiutare a ripristinare le condizioni ideali per gli habitat degli impollinatori. "La creazione di habitat idonei sui parchi solari, che sono comunemente situati tra terreni agricoli a gestione intensiva, potrebbe offrire rifugi per gli impollinatori in paesaggi in cui è stato perso molto habitat, aumentando anche l'eterogeneità e la connettività del paesaggio", hanno sottolineato gli scienziati.

² <https://iris.polito.it/handle/11583/2974610>

³ <https://ieeexplore.ieee.org/document/9519011>

⁴ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121003531?via%3Dihub>

Infine, si cita lo studio dal titolo "*Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem*"⁵ attraverso il quale sono stati indagati gli effetti dei pannelli solari sulla composizione delle piante, tempo di fioritura e comportamento di bottinamento degli impollinatori da giugno a settembre (dopo il picco di fioritura) in aree in piena ombra e in zone a ombra parziale sotto i pannelli solari, nonché in aree in pieno sole (controlli) al di fuori dei pannelli solari. Si è riscontrato che l'abbondanza floreale è aumentata e il tempo di fioritura è stato ritardato nelle parcelle in ombra parziale, il che ha il potenziale per avvantaggiare gli impollinatori di fine stagione negli ecosistemi con acqua limitata. L'abbondanza, la diversità e la ricchezza degli impollinatori erano simili in aree in pieno sole e in ombra parziale, entrambe maggiori che in piena ombra. I tassi di visita dei fiori impollinatori non differivano tra i trattamenti a questa scala. Ciò dimostra che gli impollinatori usano l'habitat sotto i pannelli solari, nonostante le variazioni nella struttura della comunità attraverso i gradienti d'ombra

Vista la novità del settore, la letteratura scientifica di riferimento è ancora carente in Italia e non sono presenti modelli di gestione agronomica appositamente implementati sulla base di esperienze documentate in campo, per cui ci si aspetta in un immediato futuro di avere sempre migliori parametri per il dimensionamento, la comprensione e la valutazione delle potenzialità dell'agrivoltaico per i sistemi agricoli e le modalità di convivenza con gli usi tradizionali dei suoli.

2.3 Parametri tecnici e requisiti degli impianti agrivoltaici e agrivoltaici avanzati secondo il D.L. 199/2021 e le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, composto da due sottosistemi ben definiti ma spazialmente integrati: un sottosistema energetico ed uno agronomico.

I sistemi agrivoltaici, in funzione del contesto e del sito di progetto, possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali (campo solare con grado di copertura più o meno "denso") e livelli di integrazione tra gli usi ed innovazione differenti, con il fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (energetico e culturale).

In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole possono trovarsi in antagonismo poiché le soluzioni spinte verso 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.

Così, affinché un sistema fotovoltaico possa essere definito "agrivoltaico" o "agrivoltaico avanzato", devono essere rispettate delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici specifici.

⁵ <https://www.nature.com/articles/s41598-021-86756-4>

Requisito	Definizione generale	Sub Requisito	Definizione specifica
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;	A.1 Superficie minima per l'attività agricola	Sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) almeno il 70% della superficie è destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA). $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$
		A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)	Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR (% di superficie complessiva coperta dai moduli del 40 %): $LAOR \leq 40\%$
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;	B.1 Continuità dell'attività agricola: esistenza e resa della coltivazione e mantenimento dell'indirizzo produttivo	Confronto del valore produttivo <i>ante operam</i> con quello <i>post operam</i> . $PSa \leq PSp$ Mantenimento dell'indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP
		B.2 Producibilità elettrica minima	La produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri} in GWh/ha/anno), paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{standard}$ in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima: $FV_{agri} \geq FV_{standard}$
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.		L'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico. <ul style="list-style-type: none"> • 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).
D	Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il	D.1 Monitoraggio del risparmio idrico	Per aziende in asciutta, analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici.

	risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;		Prevedere specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficiamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento)
		D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	Verifica dell'esistenza e della resa della coltivazione; Verifica del mantenimento dell'indirizzo produttivo. Mediante relazione tecnica asseverata da un agronomo.
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, la resilienza ai cambiamenti climatici.	E.1 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	Tramite analisi chimiche integrate nella relazione di cui al sub requisito D.2
		E.2 Monitoraggio del microclima	Tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto
		E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici	In fase di progettazione: produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento; In fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).

Il rispetto simultaneo dei quattro requisiti A, B, C e D è condizione necessaria e sufficiente per consentire la definizione di “impianto agrivoltaico avanzato” e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.

Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico”, come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

Il rispetto dei soli requisiti A, B è necessario invece per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “agrivoltaico” e per tale tipologia di impianti dovrebbe inoltre essere previsto anche il rispetto del requisito D.2.

I requisiti di cui al punto E) delle LLGG non sono richiesti per l'impianto in oggetto, non essendo prevista alcuna richiesta di accesso a contributi a valere sul PNRR.

3 INQUADRAMENTO CATASTALE

Dal punto di vista amministrativo l'area del sistema agrivoltaico ricade interamente nel perimetro delle aree del comune di Uta, ed è individuata catastalmente dai seguenti identificativi:

FOGLIO	NUMERO	QUALITA'	SUPERFICIE
39	55	PASCOLO	6225
39	54	SEMINATIVO	26250
39	53	PASC ARB	8015
39	30	PASC CESPUG	196620
39	27	SEMINATIVO	29220
39	105	MODELLO 26	48740
39	7	MODELLO 26	64850
39	72	PASC CESPUG	1570
39	115	PASC CESPUG	8585
39	67	PASC CESPUG	97280
39	82	SEMINATIVO	39055
40	121	SEMINATIVO	41551
40	120	SEMINATIVO	5104
40	54	BOSCO ALTO	30688
40	50	MODELLO 26	136700
40	118	SEMINATIVO	17386
40	116	SEMINATIVO	3880
40	114	MODELLO 26	18234
40	113	SEMINATIVO	558
40	112	MODELLO 26	129802
40	49	SEMINATIVO	78320
40	101	SEMINATIVO	18617
40	99	SEMINATIVO	2518
40	98	SEMINATIVO	25993
40	97	SEMINATIVO	5143
40	96	SEMINATIVO	21782
40	95	SEMINATIVO	68
40	94	SEMINATIVO	2908
40	93	SEMINATIVO	23626

FOGLIO	NUMERO	QUALITA'	SUPERFICIE
40	91	SEMINATIVO	13102
40	90	SEMINATIVO	1399
40	27	SEMINATIVO	55460
40	26	BOSCO ALTO	57375
40	2	MODELLO 26	150560
40	1	SEMINATIVO	60135
39	84	PASCOLO ARB	63256
40	107	SEMINATIVO	8715
39	103	MODELLO 26	2119
39	107	SEMINATIVO	22560
40	115	PASCOLO ARB	66
40	100	SEMINATIVO	549

Per una superficie catastale complessiva pari a oltre 152 ettari.

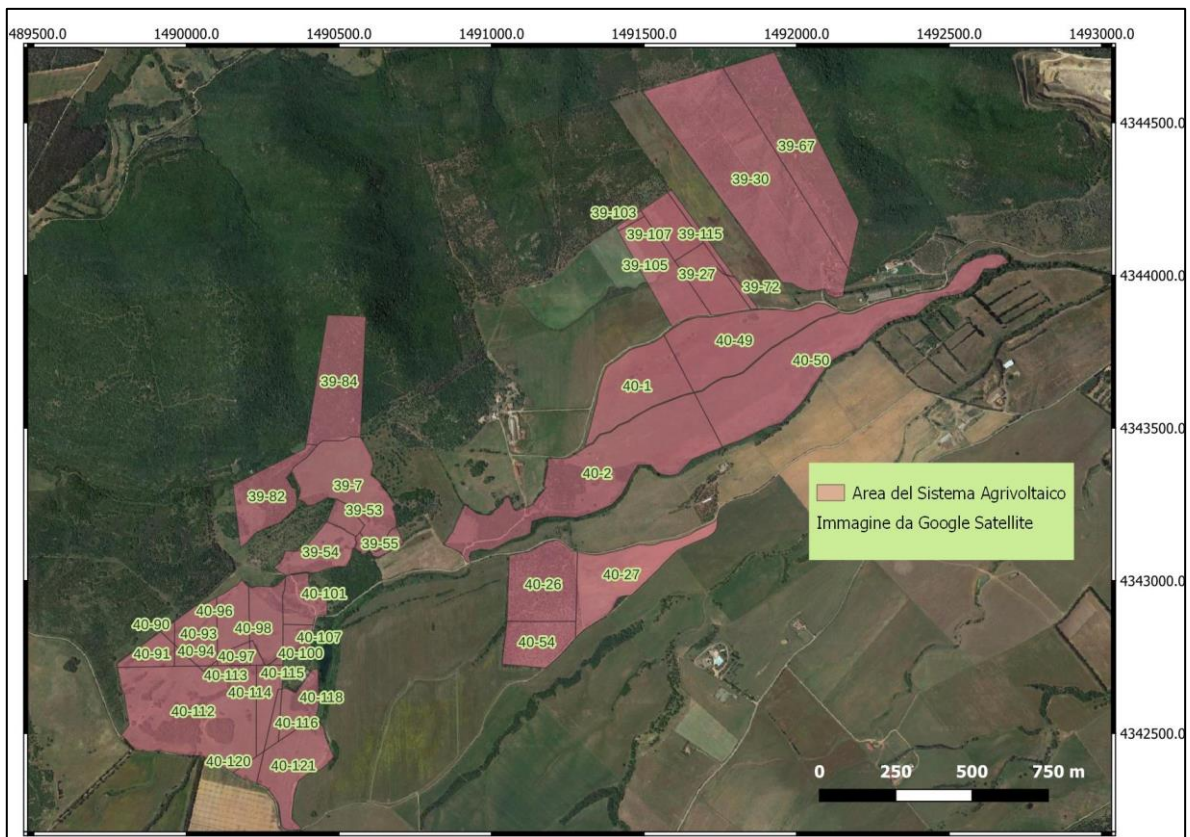


Figura 3.1 – Identificativi catastali su ortofoto

4 Inquadramento climatico

Il comune di Uta è ubicato nella Sardegna meridionale ed il suo territorio comunale ricade interamente nell'area vasta della Città Metropolitana di Cagliari.

Il Macrobioclima della zona è sempre Mediterraneo, con inverni miti e piovosi ed estati aride. L'area in esame ricade entro il Piano Fitoclimatico (Termotipo) Termomediterraneo superiore, l'Ombrotipo è Secco Inferiore e l'indice di continentalità Euoceanico attenuato. Tali parametri definiscono il Bioclima in seguito rappresentato su fonte dati Sardegna Arpa – Dipartimento Meteorologico.

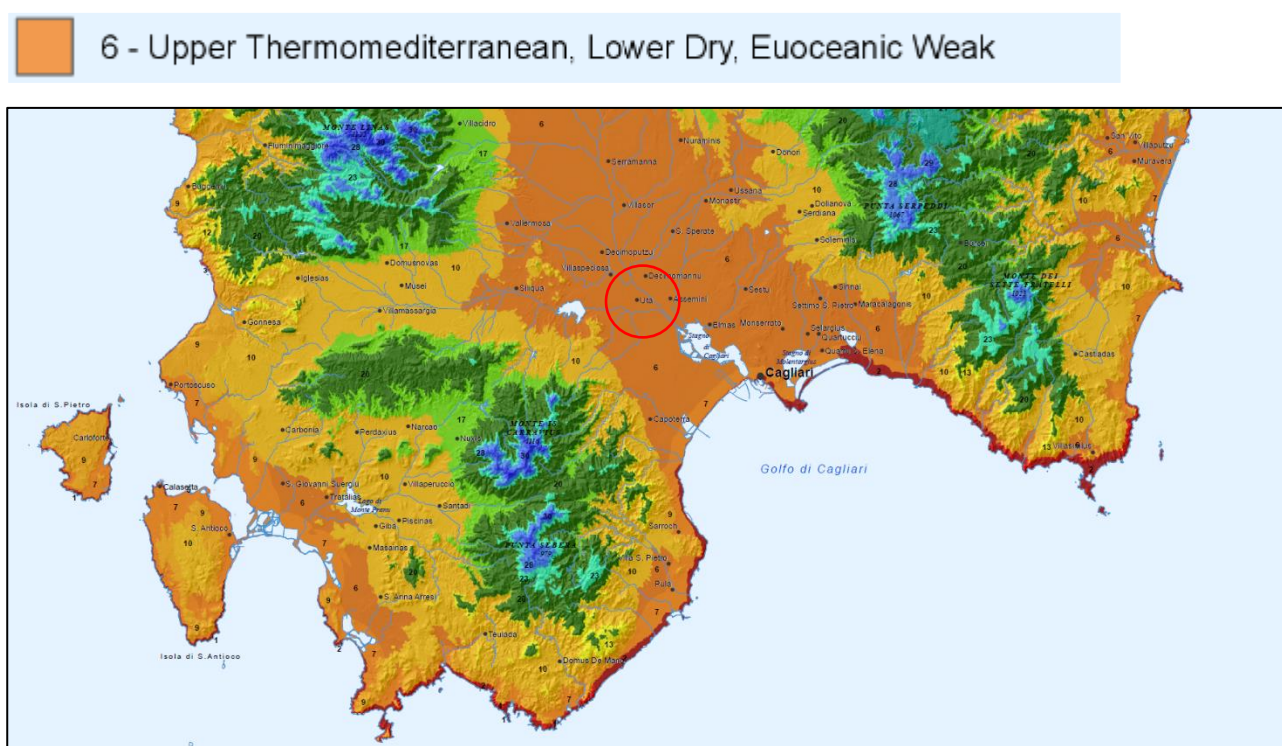


Figura 4.1 – Stralcio Carta Bioclimatica della Sardegna - Edizione 2014

Per quanto attiene ai parametri climatici medi sono stati considerati quelli registrati nelle stazioni meteorologiche ARPAS ubicate nelle vicinanze della zona di interesse.

Si riportano di seguito le temperature medie massime e medie minime mensili relative alla stazione di Decimomannu (15 m s.l.m.) per il trentennio 1981-2010. Le condizioni altimetriche della stazione e la distanza dal mare (12 km circa), rendono le condizioni di rilevamento paragonabili a quelle dell'area di studio.

4.1 Temperature

Si riportano i dati medi rilevati nel trentennio 1981-2010.

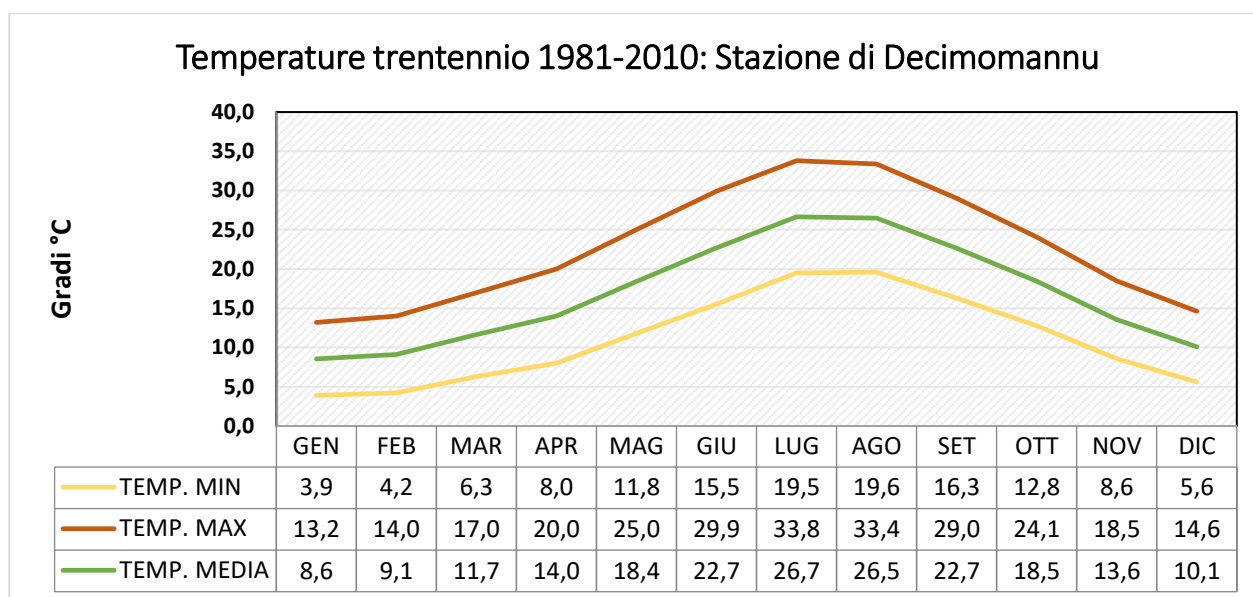


Figura 4.2 – Andamento delle temperature

Le temperature minime si mantengono sempre al di sopra dello zero; ciò non significa che la zona sia esente da gelate o da fenomeni eccezionali che possono interessare la piana, occasionalmente e per brevi periodi, con i dannosi effetti sulle coltivazioni (gelate tardive primaverili).

Le temperature massime, di contro, raggiungono nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre la soglia dei 30°C, superandola quasi sempre nei mesi di luglio e agosto che risulta essere il più caldo.

4.2 Precipitazioni

Si riportano i dati medi rilevati nel trentennio 1981-2010.

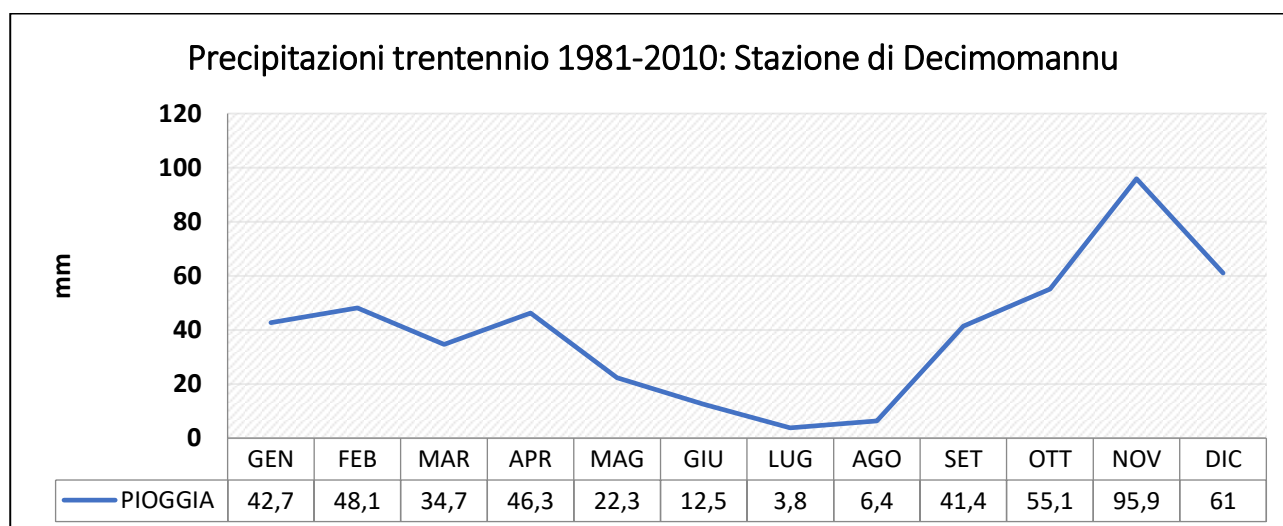


Figura 4.3 – Andamento delle precipitazioni

Le precipitazioni annuali ammontano a circa 470 mm e la loro distribuzione assume un andamento inverso a quello osservato per le temperature. Le piogge si concentrano nel semestre autunno vernino, raggiungendo il picco di piovosità nei mesi di novembre e dicembre. I mesi più asciutti sono quelli estivi da giugno ad agosto.

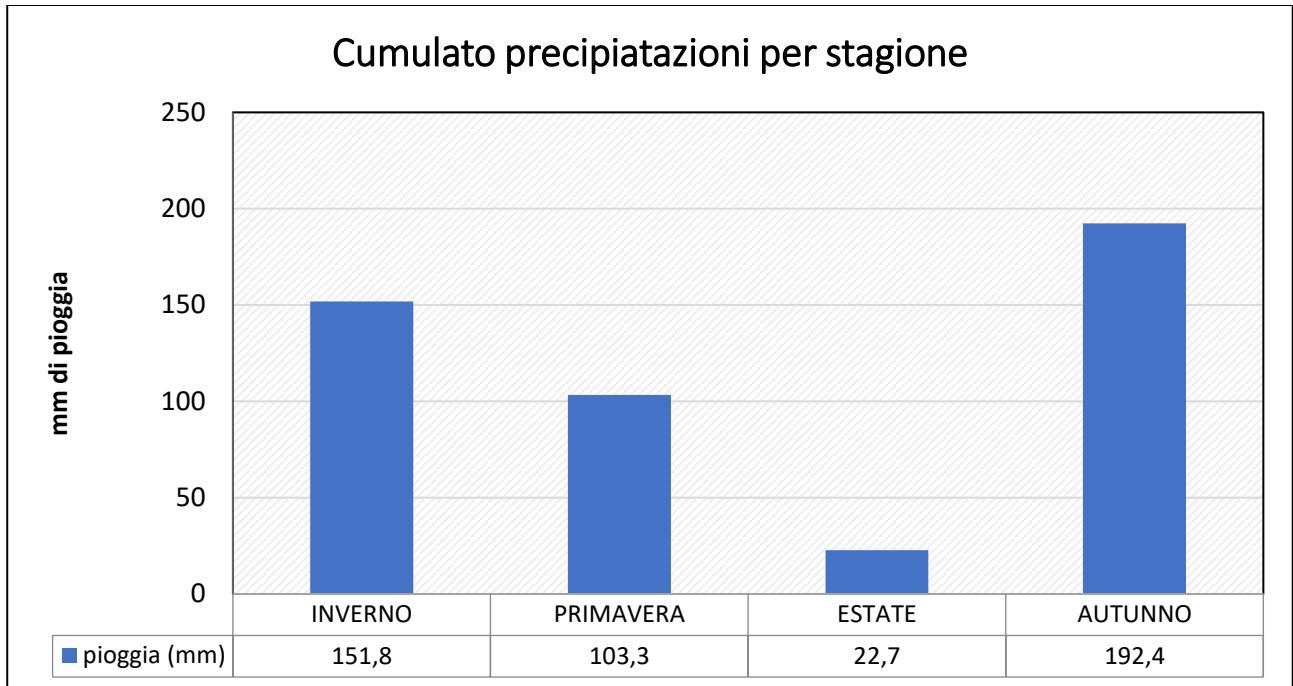


Figura 4.4 – Ripartizione stagionale delle precipitazioni

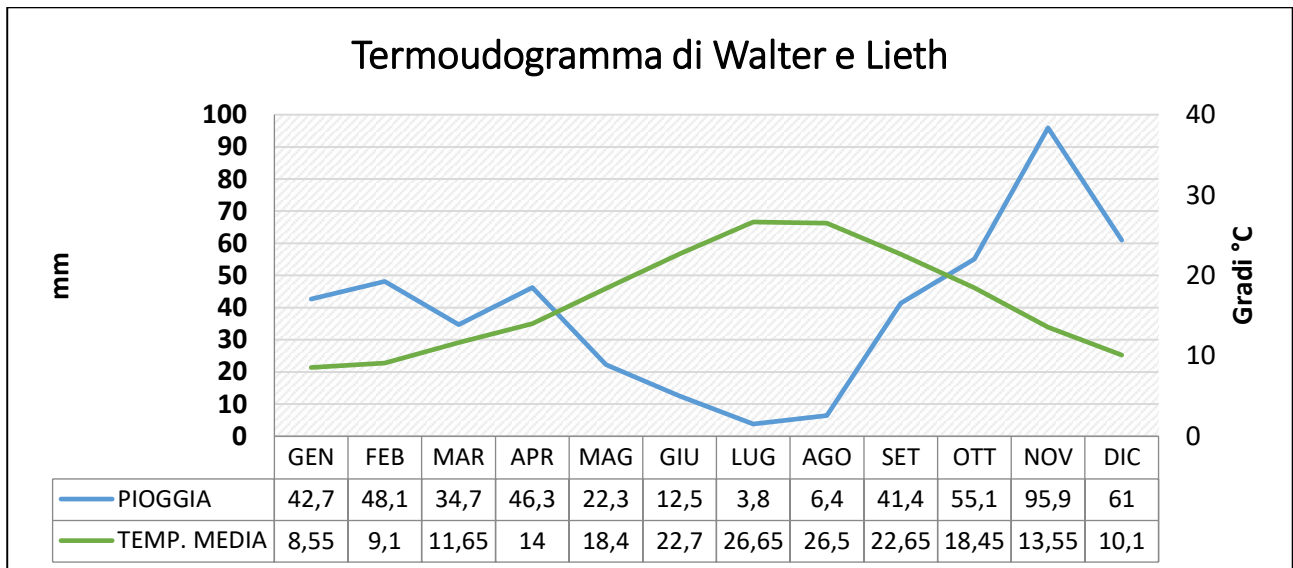


Figura 4.5 – Termoudogramma

4.3 Evapotraspirazione

Ai fini agronomici risulta di fondamentale importanza la conoscenza dell'evapotraspirazione, ovvero di quella quantità d'acqua che viene persa dal sistema suolo-pianta per effetto congiunto della evaporazione di acqua dal suolo e della traspirazione fogliare.

Tale dato, unito a quello delle precipitazioni e, meglio, correlato alle c.d. "piogge utili" fornisce una indicazione sullo stato idrico del suolo e sulla capacità di soddisfare il fabbisogno idrico colturale, nonché sulla definizione dei volumi di adacquamento necessari a sostenere le colture agrarie nel pieno delle loro funzioni vegeto-produttive.

Nel sito in esame, come è normale attendersi dal termoudogramma sotto riportato, l'evapotraspirazione totale (964 mm circa) supera abbondantemente le piogge utili annuali (234 mm) creando un deficit sulla riserva idrica del suolo complessivamente pari a 730 mm.

Tale dato assume maggior significato nel semestre primaverile-estivo, dove il cumulato evapotraspirativo dei mesi compresi tra aprile e settembre è pari a 731 mm.

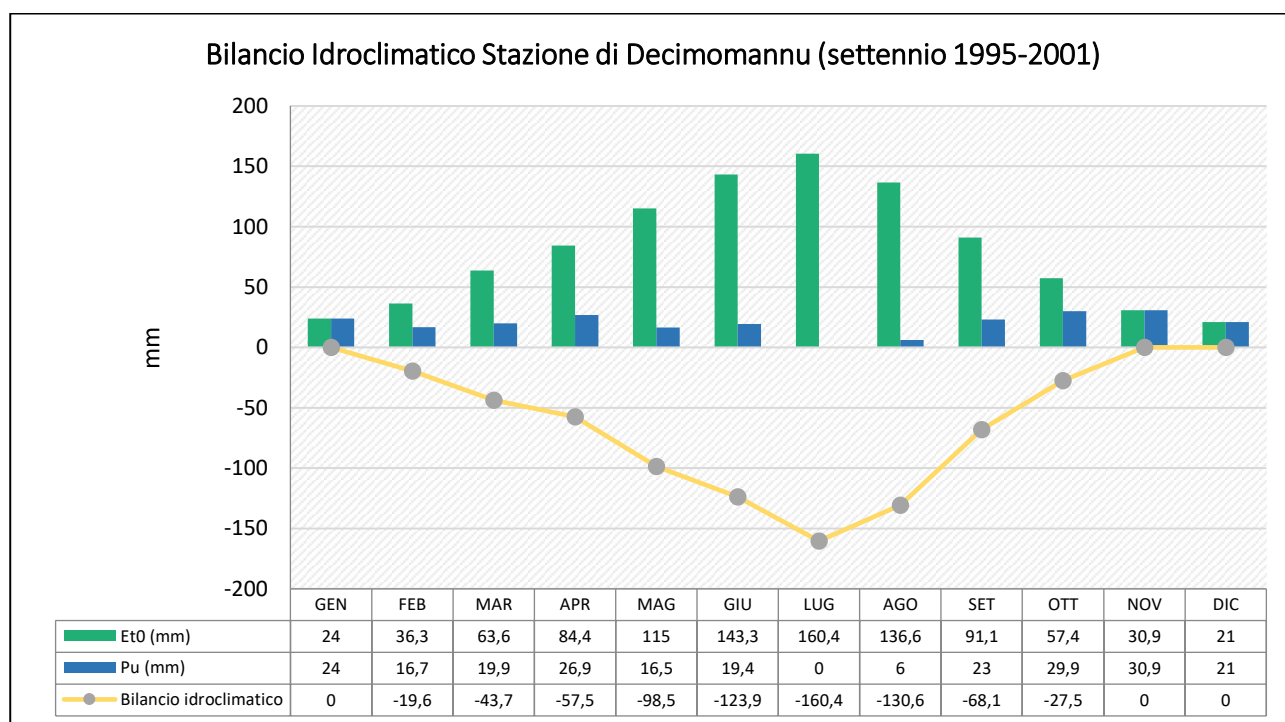


Figura 4.6 – Bilancio evapotraspirativo

5 Caratterizzazione pedologica del sito

5.1 Inquadramento pedologico

Per l'inquadramento pedologico dell'area in esame si è fatto riferimento alla Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000.

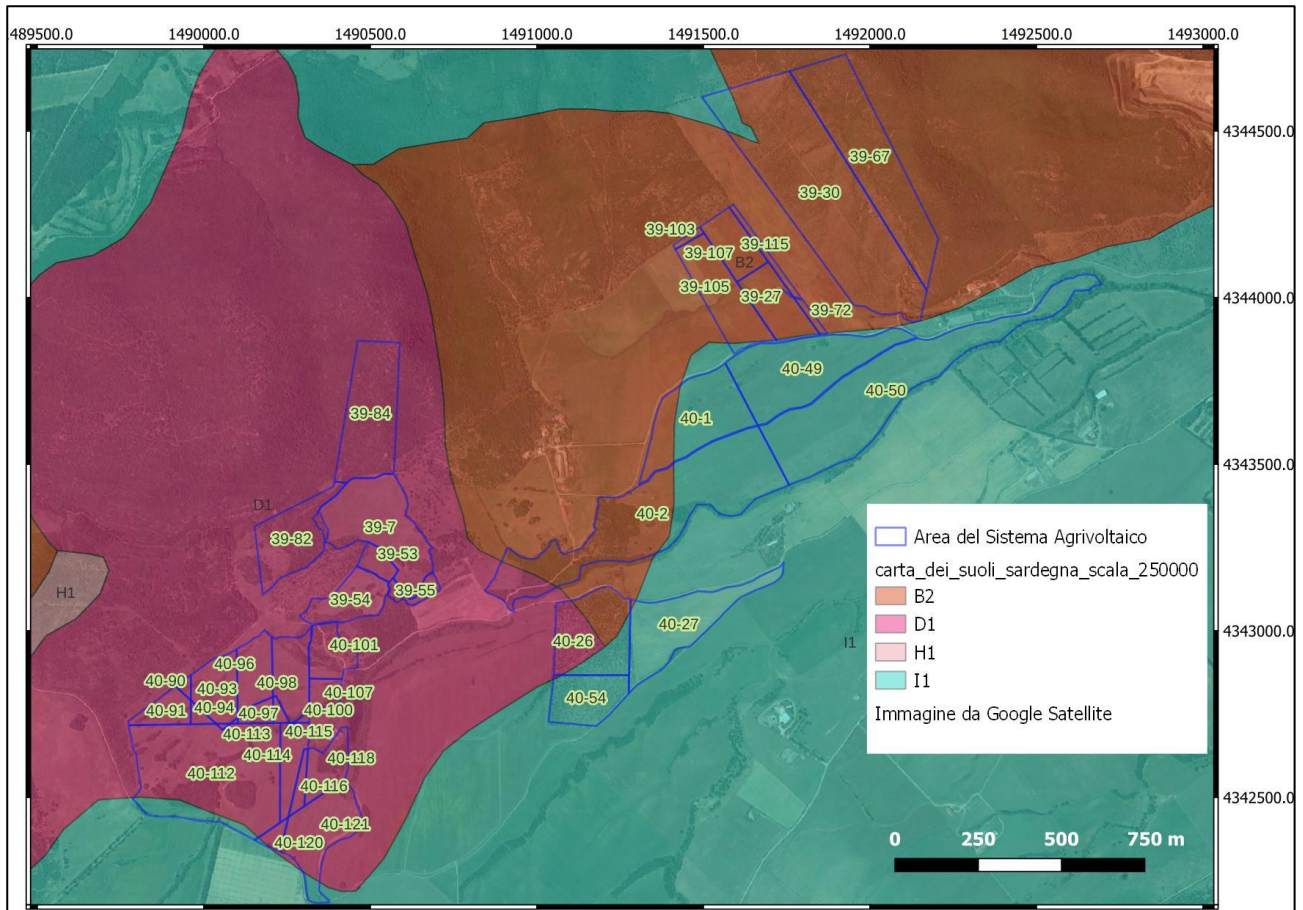


Figura 5.1 - Inquadramento su Carta Pedologica della Sardegna

Per la caratterizzazione pedologica dell'area in esame si è fatto riferimento alla Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000, sulla base della quale sono state individuate le unità cartografiche di paesaggio presenti nell'area in esame; lo studio di dettaglio ha previsto un sopralluogo finalizzato a verificare lo stato dei luoghi e l'esecuzione di alcuni rilievi speditivi supportati da due osservazioni pedologiche rappresentative dei suoli presenti.

L'area di intervento intercetta le seguenti Unità cartografiche delle Terre:

- B2** – Paesaggi sulle metamorfite (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante.
- I1** – Paesaggi sulle alluvioni e sulle arenarie eoliche cementate del Pleistocene;
- D1** – Paesaggi sulle rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e loro depositi di versante e colluviali;

5.2 Piano delle osservazioni pedologiche

Lo studio di dettaglio ha previsto un sopralluogo finalizzato a verificare lo stato dei luoghi accompagnato da sondaggi speditivi per l'individuazione di aree omogenee e dalla descrizione di alcune osservazioni pedologiche rappresentative dei suoli presenti.

Il sopralluogo è stato eseguito su terreni attualmente coltivati e su altre superfici oggetto di pascolamento ovino; i punti di sondaggio sono stati scelti con la tecnica della "V doppia (W)" avendo cura di non campionare nei punti con maggior depressione o in prossimità di elementi antropici in grado di condizionare gli esiti delle analisi.

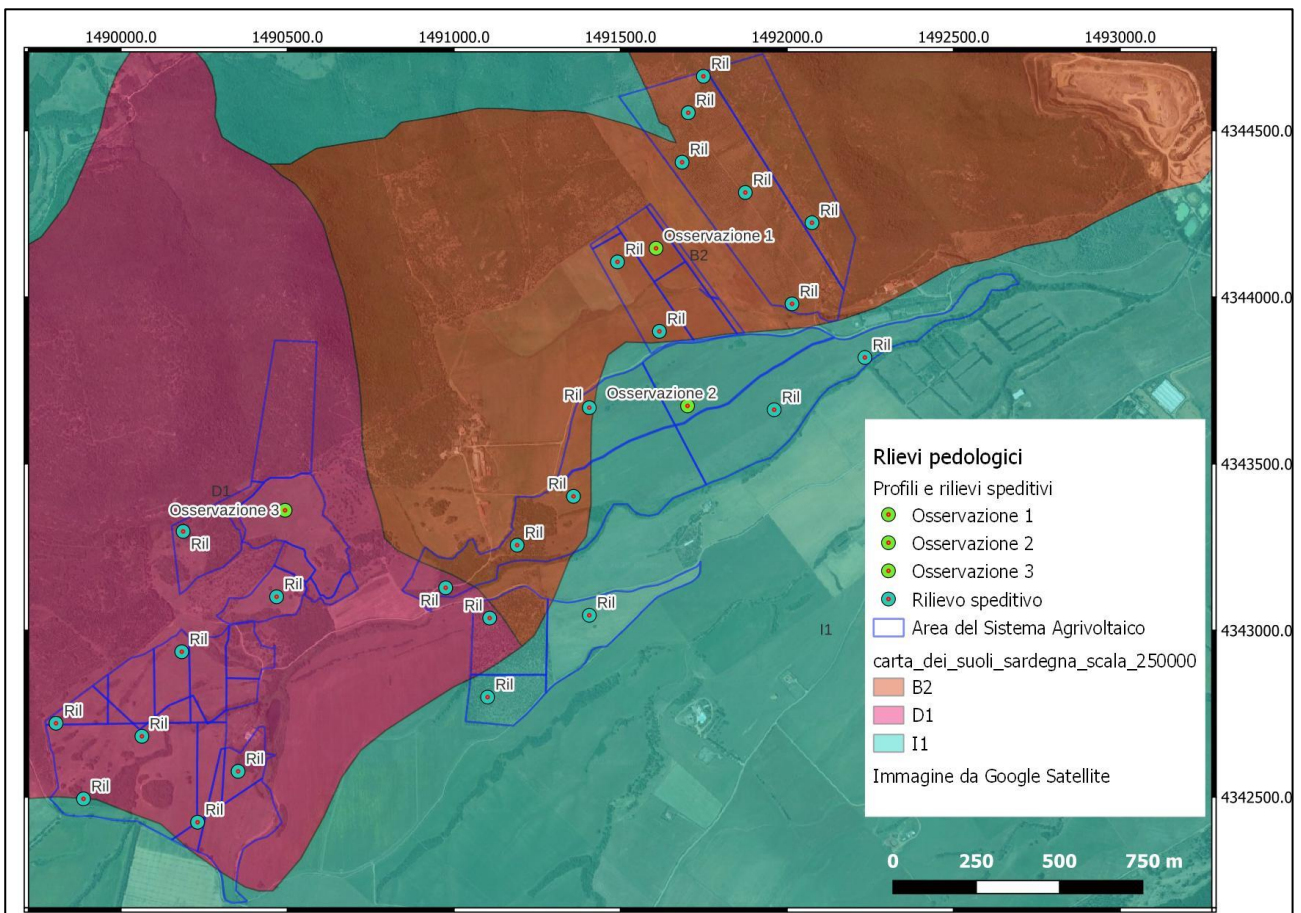


Figura 5.2 - Schema dei rilievi e delle osservazioni

Sono state infine individuate tre aree giudicate rappresentative dell'unità di terra indagata, onde approfondire lo studio con l'apertura di un pozzetto per l'osservazione del profilo di suolo.

L'osservazione pedologica compiuta in campo infatti prevede l'esecuzione dei profili di studio pedologico, la raccolta di campioni rappresentativi dell'area oggetto di indagine e la successiva analisi fisica del terreno eseguita direttamente in campo mediante prova al setaccio e prova di reazione all'HCl, determinazione della dimensione e della forma delle aggregazioni e loro grado e consistenza, indicazione della scala cromatica con riferimento alla Munsell Soil Color Code, prova del cilindretto per conferma della stima della tessitura.

5.3 Osservazioni pedologiche

Data l'omogeneità riscontrata nei 28 sondaggi speditivi effettuati, sono state eseguite le osservazioni pedologiche i cui risultati sono stati raccolti nelle tabelle che seguono.

Osservazione 1 (Monte Mario Italy1 1491618.9E, 4344143.4N): identifica i paesaggi sulle metamorfite (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante. Data la sola osservazione senza esecuzione di analisi chimiche la classificazione riportata è quella più probabile per le caratteristiche del profilo.

Di seguito si riporta la descrizione degli orizzonti pedologici individuati:

Osservazione 1

Note sulla stazione: pendenza: 3,5%; quota: 75 m s.l.m; pietrosità superficiale maggiore del 40% con pietre grandi 25% e ciottoli grandi 15%; rocciosità affiorante 0%. Erosione in atto: gravità e precipitazioni. Sono campi coltivati a erbai autunno vernini.			
Orizzonti pedologici tipici dell'unità B2 (classificazione eseguita sulla base dell'osservazione, Typic Xerochrepts)			
Orizzonte	Ap	Bw	C non campionato
Profondità	0 – 32 cm	32 – 65/70 cm	
Limite	abrupto e lineare	chiaro	
Concrezioni	assenti	assenti	
Screziature	assenti	assenti	
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	assenti	assenti	
Aggregazione	poliedrica subangolare	poliedrica subangolare	
Dimensioni aggregati	Da grossolana a media	media	
Grado dell'aggregazione e consistenza	resistente	resistente	
Colore	10YR 5/6	10YR 6/6	
Pietrosità dell'orizzonte %	25 con dimensioni pietre da piccole a medie	40 con dimensioni pietre da piccole a medie	
Drenaggio	Mediamente buono	Mediamente buono	
NOTE	Pori e radici abbondanti. Tessitura franco	Pori e radici comuni. Tessitura franca.	

	sabbiosa. Leggermente plastico e non adesivo. Reazione all'HCl assente.	Plastico e adesivo. Reazione all'HCl assente.	
--	---	---	--



Figura 5.3 - Osservazione 1: Erbaio a fine ciclo (estate)



Figura 5.4 - Osservazione 1: particolare del profilo con netta separazione degli orizzonti



Figura 5.5 - Osservazione 1: panoramica area circostante

Osservazione 2 (Monte Mario Italy1 1491705.6E, 4343664.8N): identifica i paesaggi sulle alluvioni e sulle arenarie eoliche cementate del Pleistocene. Data la sola osservazione senza esecuzione di analisi chimiche la classificazione riportata è quella più probabile per le caratteristiche del profilo.

Di seguito si riporta la descrizione degli orizzonti pedologici individuati:

Osservazione 2

Note sulla stazione: pendenza: 1%; quota: 75 m s.l.m; pietrosità superficiale maggiore del 35%con pietre grandi 20% e ciottoli grandi 15%; rocciosità affiorante 0%. Erosione in atto: gravità e precipitazioni. Sono campi destinati al pascolo del bestiame ovino.			
Orizzonti pedologici tipici dell'unità I1 (classificazione eseguita sulla base dell'osservazione, Typic Palexeralfs)			
Orizzonte	Ap	Bt	C non campionato
Profondità	0 – 15 cm	15 – 38 cm	
Limite	abrupto e lineare	abrupto e lineare	
Concrezioni	assenti	assenti	
Screziature	assenti	assenti	
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	assenti	assenti	
Aggregazione	poliedrica subangolare	poliedrica subangolare	
Dimensioni aggregati	grossolana	media	
Grado dell'aggregazione e consistenza	resistente	resistente	
Colore	7.5YR 5/4	10YR 5/6	
Pietrosità dell'orizzonte %	10% con dimensioni pietre da piccole a medie	8% con dimensioni pietre da piccole a medie	
Drenaggio	lento	lento	
NOTE	Pori e radici abbondanti. Tessitura franca. Plastico e adesivo. Reazione all'HCl assente.	Pori e radici abbondanti. Tessitura franco argillosa. Molto plastico e adesivo. Reazione all'HCl assente.	



Figura 5.6 - Osservazione 2: netta separazione fra gli orizzonti Ap e Bt

Osservazione 3 (Monte Mario Italy1 1490500.6E, 4343355.3N): identifica i paesaggi sulle rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e loro depositi di versante e colluviali. Data la sola osservazione senza esecuzione di analisi chimiche la classificazione riportata è quella più probabile per le caratteristiche del profilo.

Di seguito si riporta la descrizione degli orizzonti pedologici individuati:

Osservazione 3

Note sulla stazione: pendenza: 0%; quota: 115 m s.l.m; pietrosità superficiale: campo spietrato; rocciosità affiorante 0%. Erosione in atto: gravità e precipitazioni. Sono campi coltivati a erbai autunno vernini.			
Orizzonti pedologici tipici dell'unità D1 (classificazione eseguita sulla base dell'osservazione, Typic Xerochrepts)			
Orizzonte	Ap	C campionato	
Profondità	0 – 50/55 cm		
Limite	chiaro		
Concrezioni	assenti		
Screziature	assenti		
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	assenti		
Aggregazione	poliedrica subangolare		
Dimensioni aggregati	Da media a grossolana		
Grado dell'aggregazione e consistenza	resistente		
Colore	7.5YR 4/3		
Pietrosità dell'orizzonte %			
Drenaggio	Buono		
NOTE	Pori e radici abbondanti. Tessitura franca. Non plastico o adesivo. Reazione all'HCl assente.		



Figura 5.7 - Osservazione 3: panoramica dell'area di intervento



Figura 5.8 - Osservazione 3: dettaglio del profilo con evidenza dei 2 orizzonti rinvenuti

Secondo la letteratura consultata, l'unità di paesaggio B2 identifica i paesaggi sulle metamorfite (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante. La morfologia è data da aree con forme da aspre a subpianeggianti al di sotto degli 800-1000 m. I suoli presenti sono a profilo A-C, A-Bw-C e subordinatamente roccia affiorante, da poco a mediamente profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subacidi, parzialmente desaturati. Sono classificati secondo la Soil Taxonomy come: Typic, Dystric, Lithic Xerorthents e Typic, Dystric, Lithic Xerochrepts, subordinatamente Palexeralfs e Haploxeralfs, Rock Outcrop, Xerofluvents. Le classi d'attitudine all'uso sono: VII - VI. Sono aree con scarsa copertura arbustiva ed arborea. Le limitazioni principali sono a tratti: rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro. Forte pericolo di erosione. Sono aree adatte alla conservazione e ripristino della vegetazione naturale, riduzione graduale del pascolamento, a tratti colture agrarie.

L'unità di paesaggio I1 identifica i paesaggi sulle alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Plei-stocene. La morfologia è data da aree da subpianeggianti a pianeggianti. I suoli presenti sono a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati. Sono classificati secondo la Soil Taxonomy come: Typic, Aquic e Ultic Palexeralfs, subordinatamente Xerofluvents e Ochraqualfs. Le classi d'attitudine all'uso sono: III - IV. Sono aree con prevalente utilizzazione agricola. Le limitazioni principali sono: a tratti eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento. Moderato pericolo di erosione. Sono presenti colture erbacee ed arboree anche irrigue.

L'unità di paesaggio D1 identifica i paesaggi sulle rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e loro depositi di versante e colluviali. La morfologia è data da aree con

forme generalmente aspre. Sono presenti roccia affiorante e suoli a profilo A-C e subordi-natamente A-Bw-C, poco profondi, da franco argillosi ad argillosi, da mediamente a poco permeabili, neutri, saturi. Sono classificati secondo la Soil Taxonomy come: Rock outcrop, Lithic Xerorthents, subordinatamente Lithic Xerochrepts. Le classi d'attitudine all'uso sono: VIII. Sono aree prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea. Le limitazioni principali sono: rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, forte pericolo di erosione. Sono aree adatte al ripristino della vegetazione naturale, riduzione od eliminazione del pascolamento.

A seguito delle indagini effettuate, si propongono le seguenti classificazioni:

- Suolo 1 (B2): **Typic Xerochrepts**, suoli profondi, a profilo Ap-Bw-C, ghiaiosi, a tessitura da franca a franco argillosa, scarsamente calcarei, moderatamente alcalini, drenaggio medio ed erosione in atto per gravità e precipitazioni.
- Suolo 2 (I1): **Typic Palexeralfs**, suoli molto profondi, a profilo Ap-Bt, ghiaiosi, a tessitura franco argillosa con plasticità e adesività marcate, non calcarei, da neutri in superficie a debolmente acidi in profondità, drenaggio lento ed erosione in atto per gravità e precipitazioni.
- Suolo 3 (D1): **Typic Xerochrepts**, suoli profondi, a profilo Ap-C, spietrati in superficie e con ghiaiosità media in profondità, a tessitura franca, non calcarei, moderatamente acidi o sub acidi, drenaggio medio ed erosione in atto per gravità e precipitazioni.

5.4 Il metodo della Land Capability Evaluation

Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come "*Agricultural Land Capability Classification*" (LCC) proposto da Klingebiel e Montgomery (1961) per l'U.S.D.A.; tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note.

La LCC si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare, e la valutazione non tiene conto dei fattori socio-economici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti, ovvero che non possono essere risolte attraverso appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.) e nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte le pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo.

Come risultato di tale procedura di valutazione si ottiene una gerarchia di territori dove quello con la valutazione più alta rappresenta il territorio per il quale sono possibili il maggior numero di colture e pratiche

agricole. Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità intrinseche del suolo ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito.

	Land Capability Class	Increase in intensity of land use →								
		Wildlife	Forestry	Grazing			Cultivation			
				Limited	Moderate	Intense	Limited	Moderate	Intense	Very intense
Increased limitations and hazards ↓ Decreased adaptability and freedom of choice of uses	I	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
	II	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White
	III	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White
	IV	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White
	V	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White	White
	VI	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White	White	White
	VII	Orange	Orange	White	White	White	White	White	White	White
	VIII	White	White	White	White	White	White	White	White	White

Figura 5.9 - Land Capability e tipi d'uso

“Con il termine di Land Capability si intende il potenziale delle terre alle utilizzazioni agricole, forestali e naturalistiche. Ci si aspetta quindi che le terre con le capacità d'uso più elevate (classi più basse) permettano un uso intensivo per un ragionevole lasso di tempo e di utilizzazioni (uso sostenibile). La tabella seguente è una rappresentazione schematica del rapporto tra classe di capacità d'uso e tipologia di attività effettuabile.”⁶

La classificazione prevede tre livelli decrescenti in cui suddividere il territorio: classi, sottoclassi e 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.

1. Suoli arabili

- **classe 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;

⁶ Prof. A. Aru in Relazione di accompagnamento alla cartografia tematica - settore pedologico e agronomico - carta delle unità di paesaggio e della capacità d'uso dei suoli

- **classe 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;
- **classe III:** suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta, necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture;
- **classe 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;

2. Suoli non arabili

- **classe 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;
- **classe 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;
- **classe 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;
- **classe 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.

Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti:

- **sottoclasse e (erosione):** suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è la suscettività all'erosione. Sono suoli solitamente localizzati in versanti acclivi e scarsamente protetti dal manto vegetale;
- **sottoclasse w (eccesso di acqua):** suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è dovuto all'eccesso di acqua. Sono suoli con problemi di drenaggio, eccessivamente umidi, interessati da falde molto superficiali o da esondazioni;
- **sottoclasse s (limitazioni nella zona di radicamento):** include suoli con limitazioni del tipo pietrosità, scarso spessore, bassa capacità di ritenuta idrica, fertilità scarsa e difficile da correggere, salinità e sodicità;
- **sottoclasse c (limitazioni climatiche):** individua zone nelle quali il clima è il rischio o la limitazione maggiore. Sono zone soggette a temperature sfavorevoli, grandinate, nebbie persistenti, gelate tardive, etc.;
- **sottoclasse t (limitazioni topografiche):** individua zone nelle quali la maggiore limitazione è dovuta al fattore morfologico, come per esempio l'eccessiva pendenza, l'asperità delle forme, etc.;

5.5 Classificazione secondo la Land Capability Classification

Per giungere alla classificazione secondo la LCC si è utilizzata la tabella con le caratteristiche tipiche di ogni classe utilizzata dall'Università degli studi di Sassari e dall'Agenzia Laore per la realizzazione dello schema regionale della capacità d'uso dei suoli della Sardegna in ambito costiero⁷. A seguito delle osservazioni si è poi attribuito il valore "1" ogni volta che il terreno studiato aveva caratteristiche uguali o simili a quelle di riferimento ed il valore "0" in caso contrario. Attraverso questo sistema è possibile classificare il suolo in base alla maggior frequenza di caratteristiche comuni con la classe di riferimento.

Caratteristiche	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Scheletro %	assente	da scarso a comune	da comune ad elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
Osservazione 1	0	0	1	1	1	1	1	1
Osservazione 2	0	0	1	1	1	1	1	1
Osservazione 3	0	1	1	0	0	0	0	0
Tessitura	Tutte, eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	Tutte, eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	Tutte, eccetto sabbiosi grossolani	Sabbiosi grossolani argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani argillosi molto fini	Sabbiosi grossolani argillosi molto fini
Osservazione 1	0	0	1	0	0	0	0	0
Osservazione 2	1	1	1	0	0	0	0	0
Osservazione 3	1	1	1	0	0	0	0	0
Drenaggio	Normale	Normale	Lento	molto lento o rapido	normale	lento	molto lento o rapido	molto lento
Osservazione 1	1	1	0	1	1	0	1	0
Osservazione 2	0	0	1	1	0	1	1	0
Osservazione 3	1	1	0	0	1	0	0	0
Profondità del suolo (cm)	>80	80-60	60-40	<40	20-100	20-60	10-40	<10
Osservazione 1	0	1	1	0	1	0	0	0
Osservazione 2	0	0	1	1	1	1	1	0
Osservazione 3	0	0	1	0	1	1	0	0
Profondità della roccia madre								
a) rocce tenere	>80	80-50	50-30	<30	<20	<20	<20	<10
Osservazione 1	0	0	0	1	0	0	0	0
Osservazione 2	0	1	1	0	0	0	0	0
Osservazione 3	1	1	1	0	0	0	0	0
b) rocce dure	>100	100-60	60-30	<30	<20	<20	<20	<10
Osservazione 1	0	1	0	1	0	0	0	0
Osservazione 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 3	1	1	0	0	0	0	0	0
Pietrosità	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata	elevata	elevata
Osservazione 1	0	0	0	1	1	1	1	1
Osservazione 2	0	0	0	1	1	1	1	1
Osservazione 3								
Roccosità	assente	assente	assente	comune	elevata	elevata	elevata	elevata
Osservazione 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Pericolo di erosione	assente	moderato	da moderato a elevato	elevato	assente	da moderato a elevato	elevato	elevato
Osservazione 1	0	1	1	0	0	1	0	0
Osservazione 2	0	1	1	1	0	1	0	0
Osservazione 3	0	1	1	0	0	1	0	0
Pendenze	0-5	5-15	5-15	15-30	30-40	30-40	40-60	>60
Osservazione 1	1	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 2	1	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Classe OSS. 1	2	4	4	5	4	3	3	2
Classe OSS. 2	2	3	6	5	3	5	4	2
Classe OSS. 3	4	6	5	0	2	2	0	0

Alla luce dei rilievi effettuati e delle considerazioni esposte, il pregio agronomico complessivo dell'area di intervento è medio e le classi d'uso sono le seguenti:

Suolo 1 (B2): IV-V

Suolo 2 (I1): IV-V e subordinatamente VI

⁷ I parametri sono stati adattati al contesto di studio.

Suolo 3 (D1): II-III nelle porzioni di territorio spietrate ed oggetto di importanti azioni di miglioramento pascoli e VIII nelle restanti porzioni (oggi boscate, incolte e improduttive).

6 Assetto agricolo attuale e pianificazione del sistema agrivoltaico

6.1 Uso attuale del suolo e contesto agrario

La prima analisi dello studio dell'uso attuale del suolo (quella che nella pianificazione viene chiamata "riordino delle conoscenze") effettuata mediante la Carte dell'Uso del Suolo edita dalla RAS nel 2003 ed aggiornata nel 2008, offre una lettura abbastanza puntuale ed ancora attuale sugli usi dei suoli in esame.

Infatti, per le aree di studio sono presenti i seguenti codici:

- **2111: Seminativi in aree non irrigue.** Trattasi di coltivazioni di specie cerealicolo-foraggiere annuali per uso zootecnico;
- **223: Oliveti.** Trattasi di impianto olivicolo di recente realizzazione, con distanze di piantagione di 6x6 metri;
- **31121: Pioppeti Saliceti Eucalitteti.** Trattasi di rimboschimenti produttivi mediante piantagione di *Eucalyptus ssp* per gli sfruttamenti legnosi; alcune aree risultano ancora cartografate con tali usi anche se nella realtà sono oggi destinati ad usi diversi (2111);
- **3231: Macchia mediterranea.** Trattasi di formazioni arbustive e arborescenti di specie tipiche della macchia mediterranea;
- **3111: Bosco di latifoglie.** Trattasi di formazioni miste costituite in prevalenza da querce.
- **3241: Aree a ricolonizzazione naturale.**

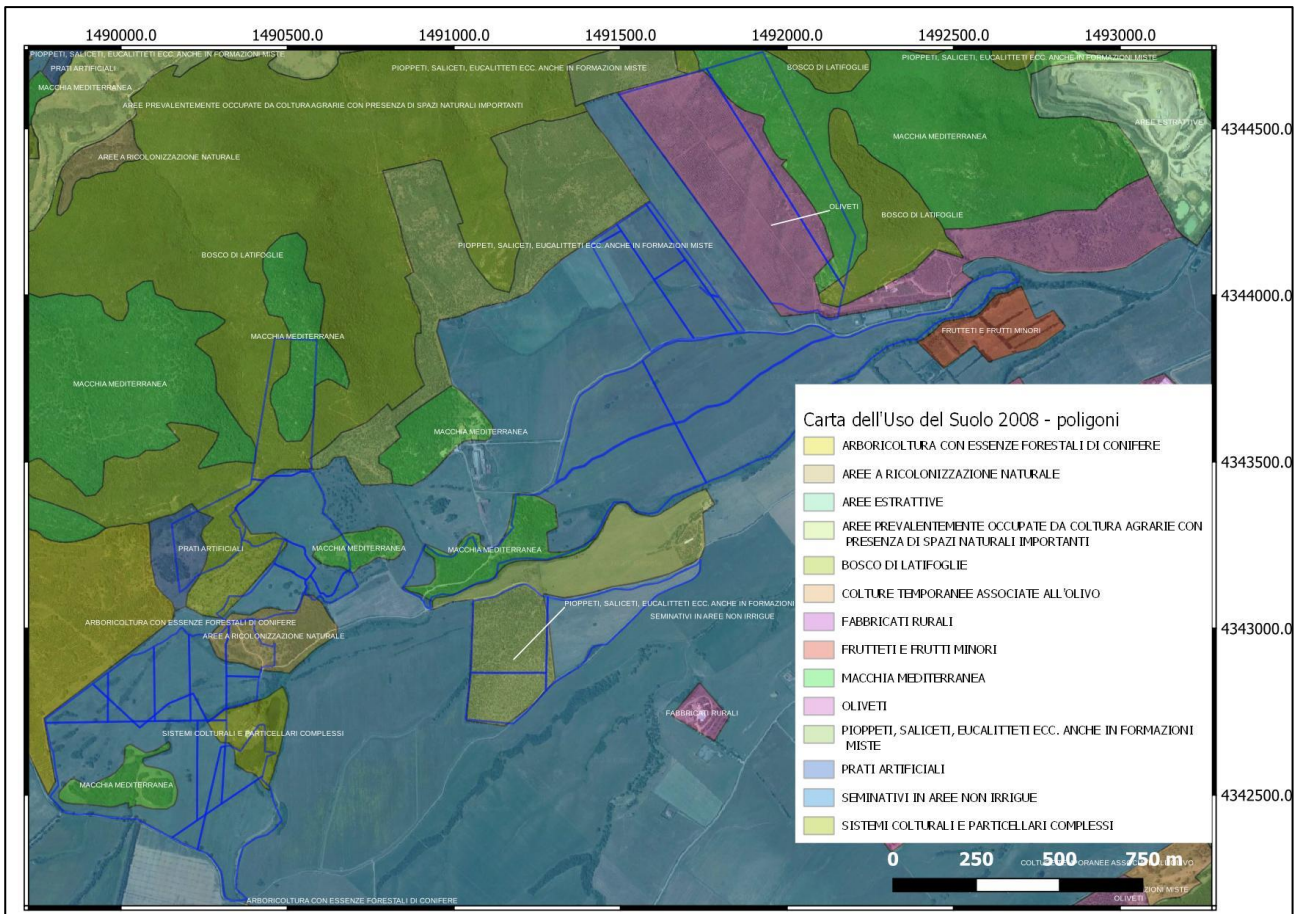


Figura 6.1 - Inquadramento su Carta dell'uso del suolo 2008

L'analisi effettuata su scala più ampia, mediante lettura della Corine Land Cover 2018 riporta i seguenti usi:

- 211 Seminativi in aree non irrigue
- 243 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- 311 Boschi di latifoglie
- 323 Aree a vegetazione sclerofilla

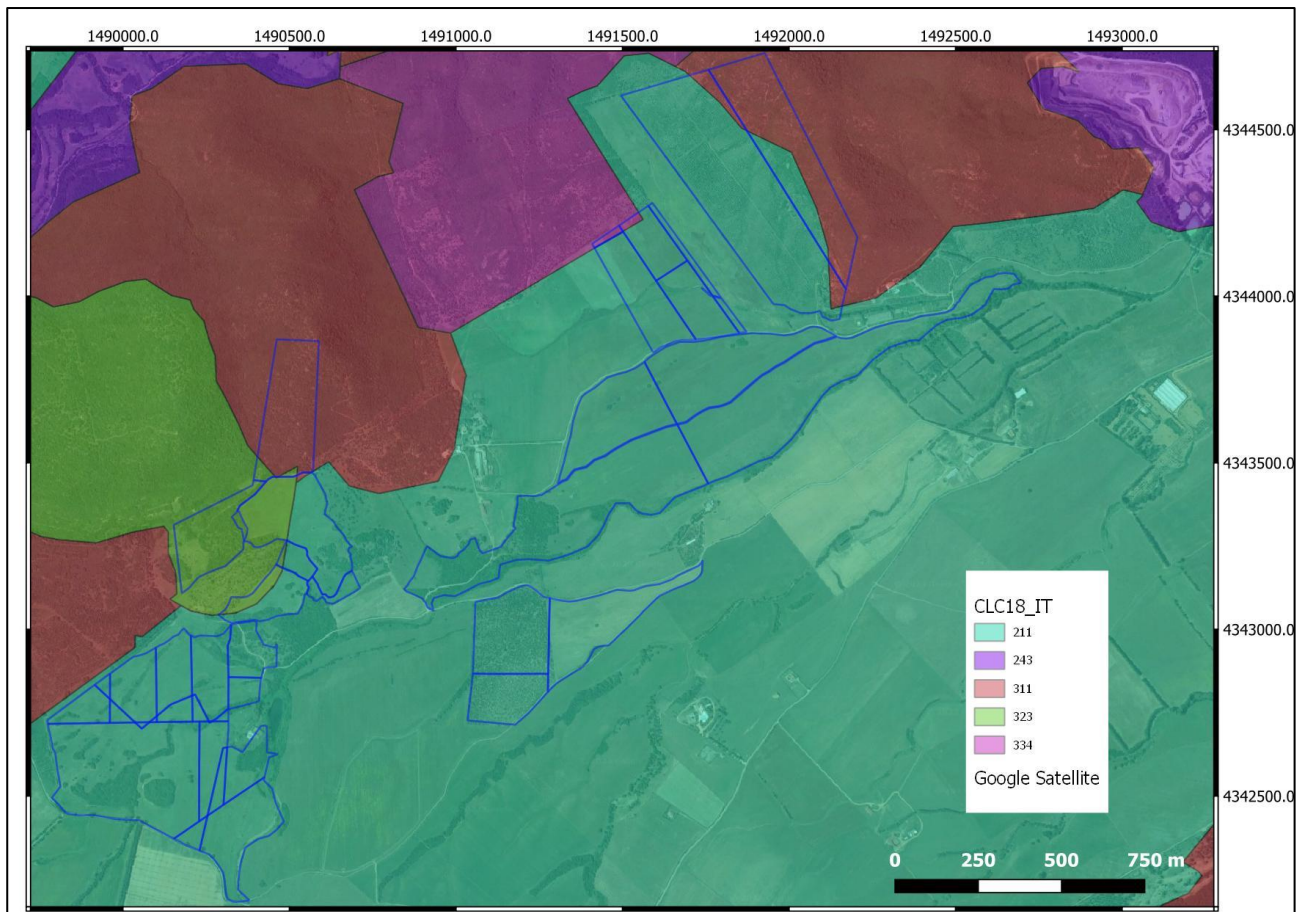


Figura 6.2 - Inquadramento su Corine Land Cover 2018

Attualmente i terreni *de quo* sono condotti da alcune aziende agricole differenti in virtù di validi accordi agrari per la produzione di pascoli annuali, cereali da fienagione e da granella, oltre che per la produzione di olive. Raggruppando per coltura, l'ordinamento culturale *ex-ante* è quello riportato nella tabella seguente.

Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
BOSCO*	12,8355667	237	3.042,03 €	
INCOLTO IMPRODUTTIVO	2,640098405	0,00 €	- €	
OLIVETO	19,31524746	1548	29.900,00 €	
PASCOLO CESPUGLIATI	18,35640925	132,00 €	2.423,05 €	
PRATO PASCOLO	31,54848938	132,00 €	4.164,40 €	
EUCALIPTUS*	8,676031927	1.600,00 €	13.881,65 €	
SEMINATIVO (FORAGGERE)	52,2243257	222,00 €	11.593,80 €	
VEGETAZIONE DI RIPA	3,56197512	0,00 €	- €	
Totale complessivo	149,158144		65.004,93 €	435,81 €

*Elenco valori standard utilizzabili per calcoli IAP e Agriturismo su SI ARTEA

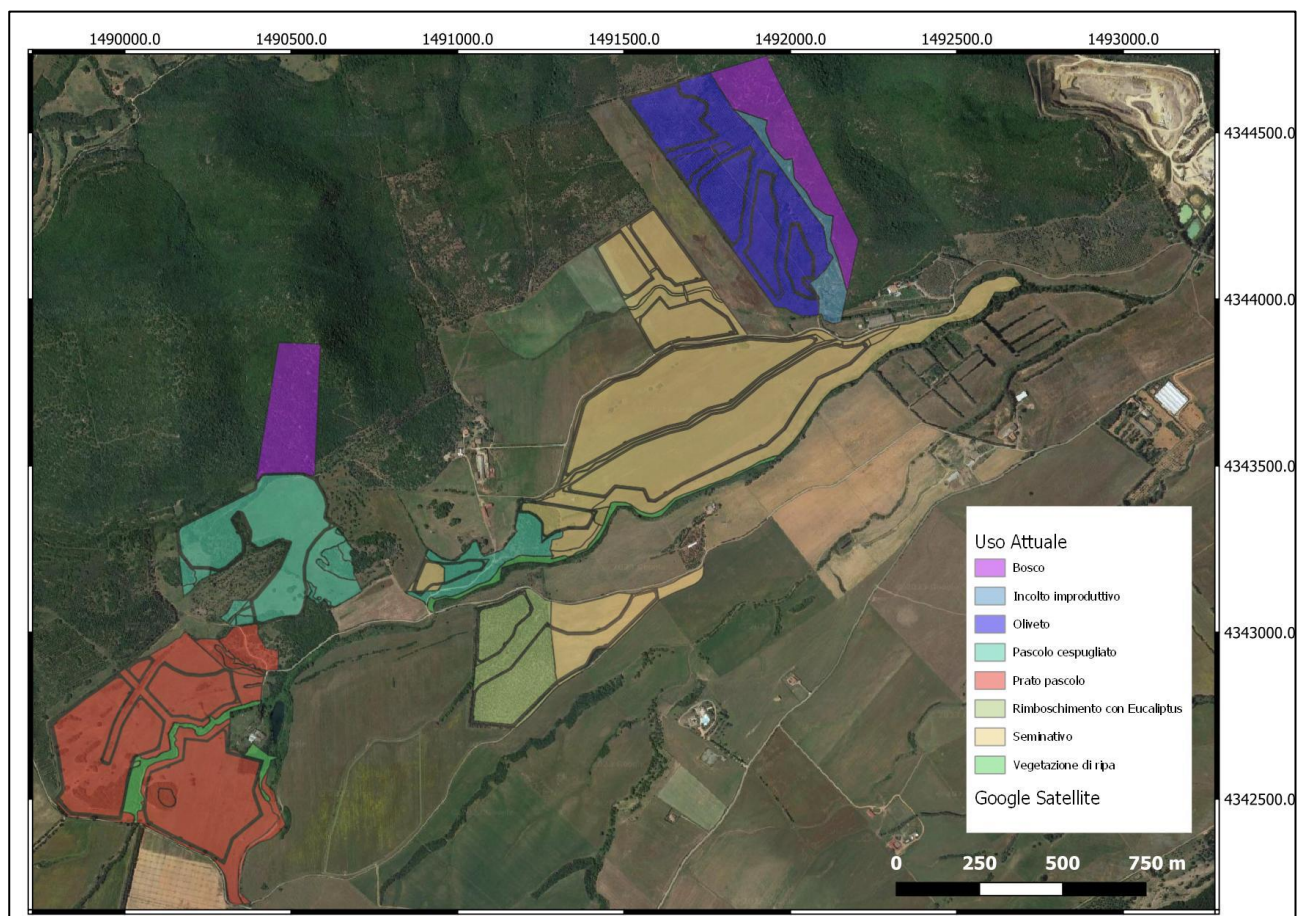


Figura 6.3 – Uso attuale, da fotointerpretazione ortofoto maggio 2022

6.2 Uso futuro del suolo e suo inserimento nel contesto agrario

6.2.1 Premessa metodologica

Prendendo lo spunto dalle considerazioni fin qui condotte, l’idea progettuale del sistema agrivoltaico ha come obiettivo principale, oltre alla produzione energetica, il miglioramento complessivo nella gestione delle superfici agricole attuali ottenuta mediante la razionalizzazione delle coltivazioni in una visione unitaria e sinergica del sistema agrivoltaico.

Il sistema agrivoltaico in progetto si propone, utilizzando come riferimento le linee guida MITE e i criteri dimensionali ivi definiti, l’integrazione sinergica tra produzione da FER e il proseguimento delle attività agricole favorendo il passaggio da un indirizzo prettamente agro-pastorale ad un sistema misto in grado di offrire un indirizzo produttivo di valore economico più elevato.

L’idea fondante del piano di sviluppo proposto, sfruttando le potenzialità imprenditoriali rappresentate dal progetto di produzione da FER e dalle caratteristiche peculiari del sito di intervento è quella di integrare tutte le unità di coltivazione e gli allevamenti ad esse collegati ad un modello sostenibile di agricoltura, in linea con i criteri dell’agricoltura biologica, al fine di conferire alle produzioni la plus-valenza legata all’aspetto del pregio economico-ambientale riconosciuto ai prodotti biologici.

In tale ottica di integrazione tra produzione energetica e agricola gli attori coinvolti, i proprietari che hanno contrattualizzato i loro terreni, si sono detti favorevoli ad una gestione che preveda la contemporanea presenza di aree dedicate alla coltivazione di oliveti in forma intensiva e di aree destinate al pascolamento di ovini da latte che consentirebbe loro una normale prosecuzione delle attività, seppure in forma ridotta.

Tale integrazione consentirebbe, peraltro, una gestione naturale delle erbe – spontanee e coltivate – limitando o eliminando del tutto il ricorso a diserbanti chimici o a lavorazioni meccaniche ripetute con le conseguenti ricadute positive sia in termini economici che ambientali: minori costi di gestione, miglioramento della fertilità dei terreni, limitazione dell’uso dei prodotti chimici.

Lo spunto è arrivato dalla lettura del paesaggio circostante e delle stesse aree di intervento, che presentano una forte vocazionalità per tali sistemi colturali che risultano essere già presenti e bene integrati in un territorio con alta valenza naturalistica quale è quella in esame, come mostrato nella seguente immagine.

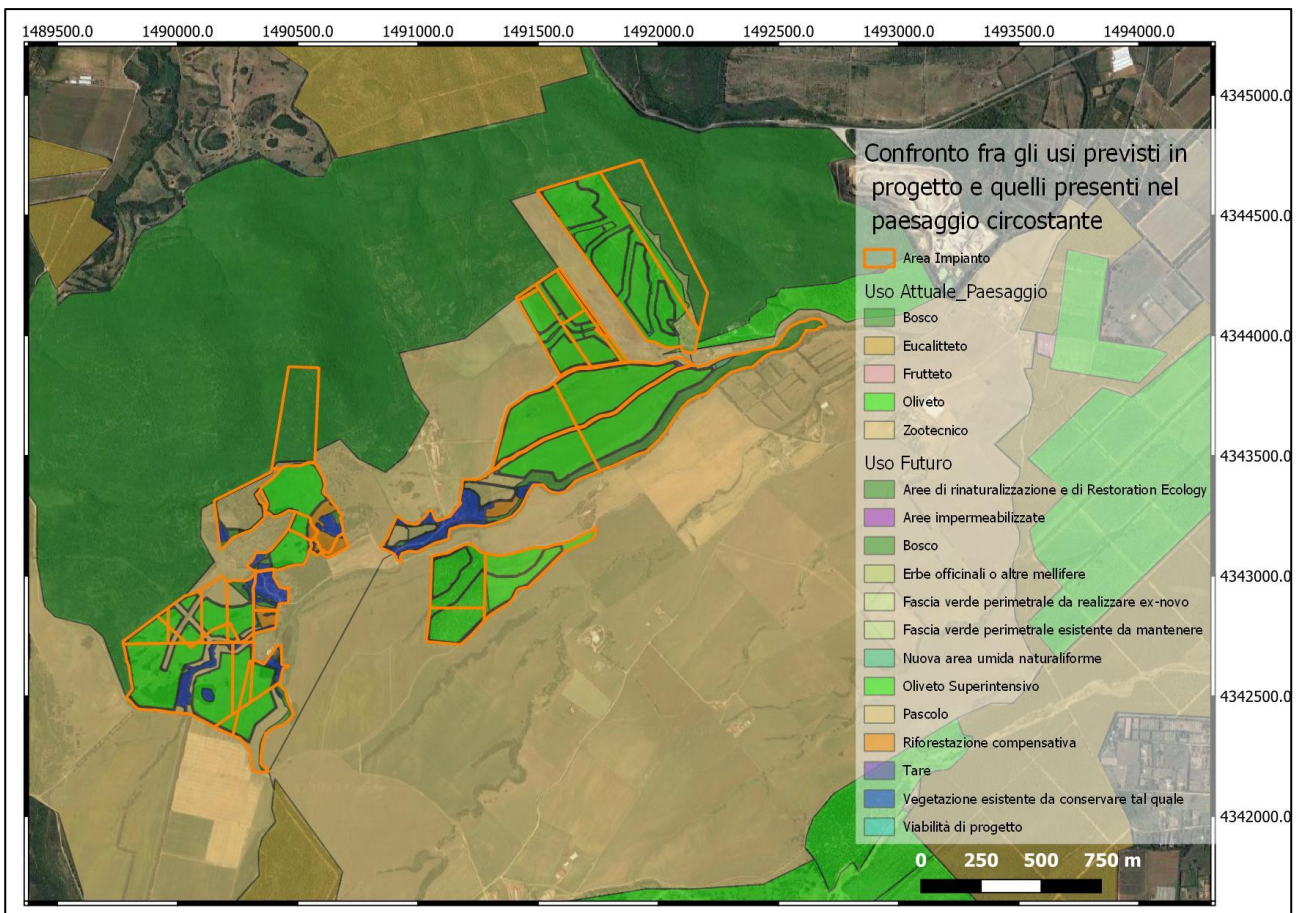


Figura 6.4 – Lettura del paesaggio dell’area di intervento e confronto con gli usi previsti in progetto

La base territoriale che costituisce il sistema agrivoltaico è quella riportata catastalmente nel capitolo 3 della presente relazione, sulla quale è stato ipotizzato il piano di sviluppo proposto.

Stanti le considerazioni in premessa di questo paragrafo, l’idea progettuale prevista con lo sviluppo agrivoltaico è quella di una riconversione complessiva nella gestione delle superfici coltivate ottenuta mediante la razionalizzazione delle coltivazioni che consegue ad una visione unitaria del sistema agricolo.

Ciò è possibile individuando lotti omogenei di coltivazione ai quali assegnare la destinazione produttiva per cui risultano maggiormente vocati: oliveti, usi pascolativi e/o foraggeri che sono determinati sia dall’ambiente pedo-climatico che dalla trasformazione di alcuni usi agro-forestali, che dalle necessità di progetto.

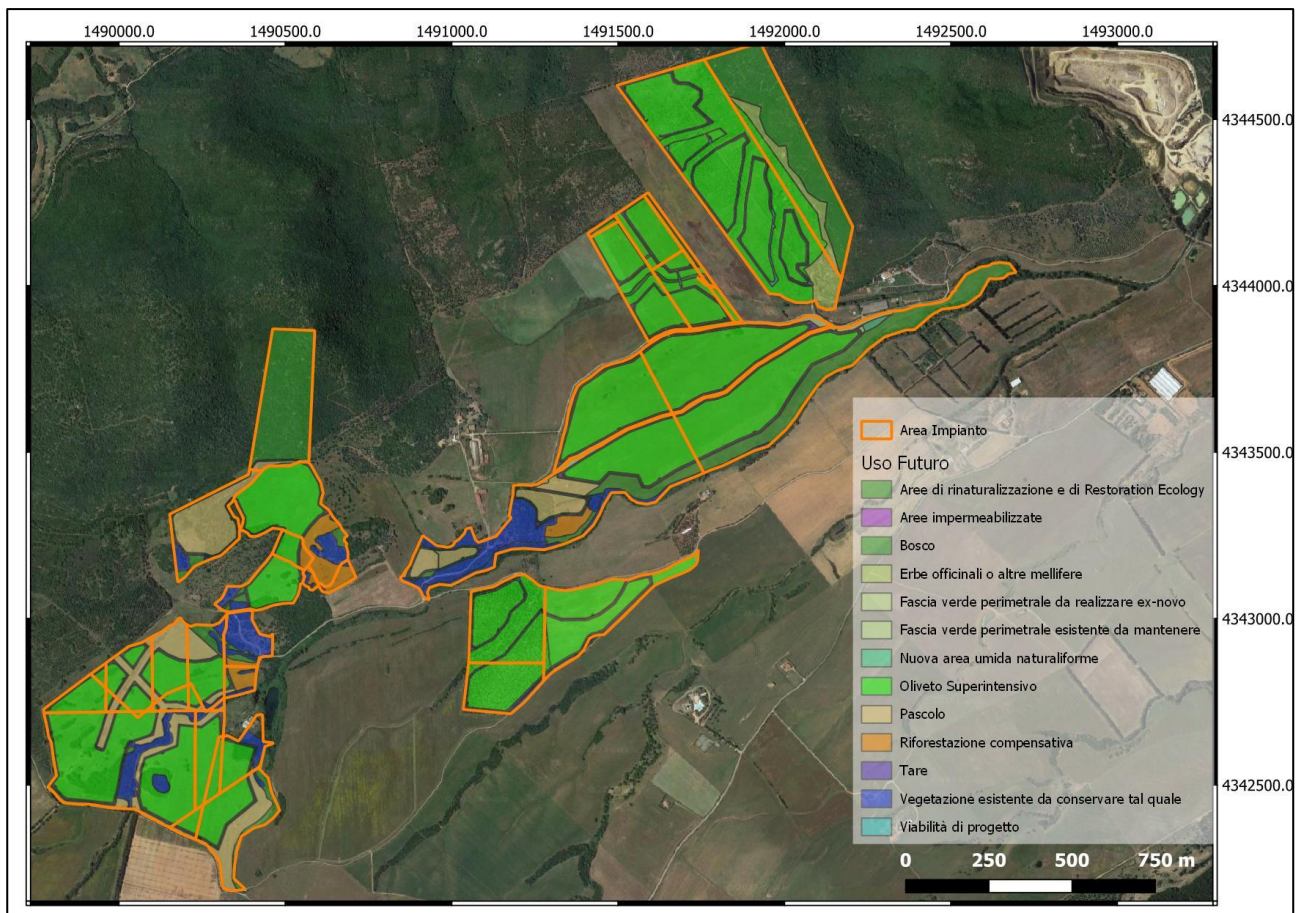


Figura 6.5 – Nuovo ordinamento culturale

L'intero sistema agrivoltaico in progetto insiste su una superficie reale pari a **150 ettari** lordi circa, dei quali:

- 8,7132 ha sono rappresentati da aree di rinaturalizzazione e di restoration ecology;
- 0,0620 ha sono rappresentati da aree impermeabilizzate a servizio del sottosistema energetico;
- 15,4098 ha sono rappresentati da boschi e aree di introduzione di flora mellifera;
- 2,9365 ha sono rappresentati da fasce verdi perimetrali da realizzare ex-novo;
- 2,5355 ha sono rappresentati da fasce verdi perimetrali esistenti;
- 0,1517 ha sono rappresentati da una nuova area umida naturaliforme da realizzare;
- 85,2851 ha sono rappresentati dal sistema ibrido agrivoltaico – oliveto superintensivo
- 11,9364 ha sono rappresentati da pascoli (sia ibridi che puri)
- 3,0548 ha sono rappresentati da riforestazione compensativa
- 1,9265 ha sono tare, rappresentate da bordi residuali non utilizzabili diversamente
- 10,0051 ha sono rappresentati da vegetazione esistente da conservare tal quale
- 7,2602 ha sono rappresentati da viabilità di progetto.

Il nuovo ordinamento produttivo sarà quindi rappresentato dalla seguente tabella:

Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
BOSCO*	15,4098	237,00 €	3.652,12 €	
FASCE VERDI	14,3369	0,00 €	- €	
OLIVETO	85,2851	1.548,00 €	132.021,33 €	
PASCOLI	11,9364	132,00 €	1.575,60 €	
RIFORESTAZIONE COMPENSATIVA	3,0548	0,00 €	- €	
TARE E VIABILITA'	9,1300	0,00 €	- €	
VEGETAZIONE CONSERVATIVA	10,0051	0,00 €	- €	
Totale complessivo	149,158144		137.249,06 €	920,16 €

*Elenco valori standard utilizzabili per calcoli IAP e Agriturismo su SI ARTEA

6.3 Layout dell'impianto agri-voltaico

La definizione del layout impiantistico coniuga le esigenze produttive dell'impianto FV propriamente detto e quelle dell'impianto agricolo. In tale ottica, le scelte progettuali hanno previsto una disposizione dei pannelli con interdistanza fra le strutture di sostegno pari a 9 metri che, con inclinazione dei pannelli a 55° lascia libera una fascia pari a 5,8 metri circa e nella configurazione con inclinazione a 0° tale area si riduce a 4,2 metri, con un'altezza utile pari a 2,41 metri.

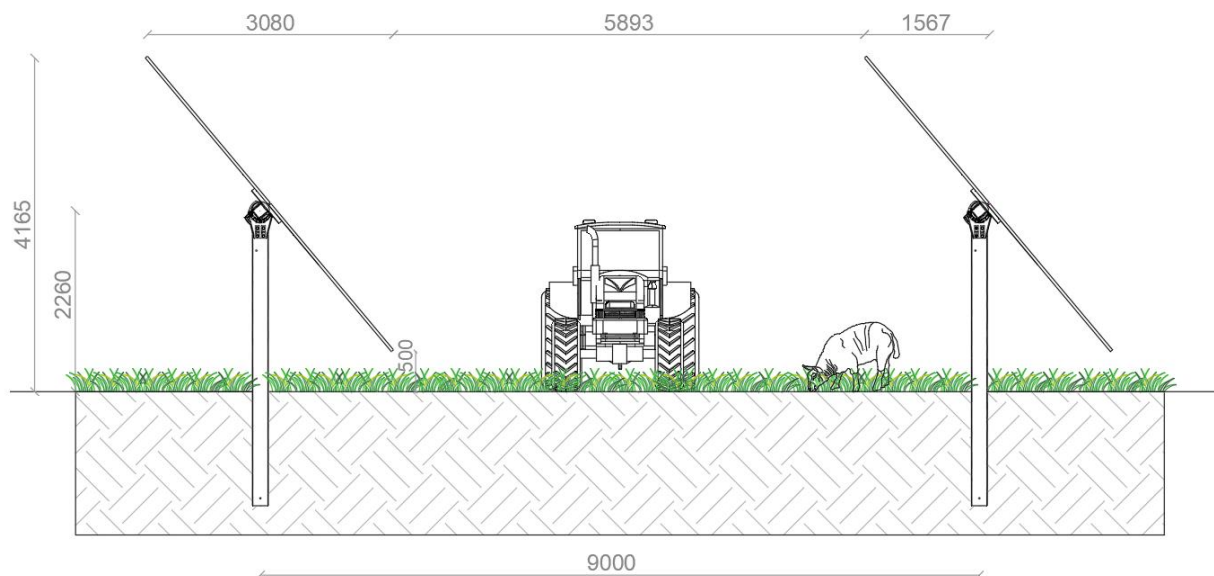


Figura 6.6 – Sezioni a 55°

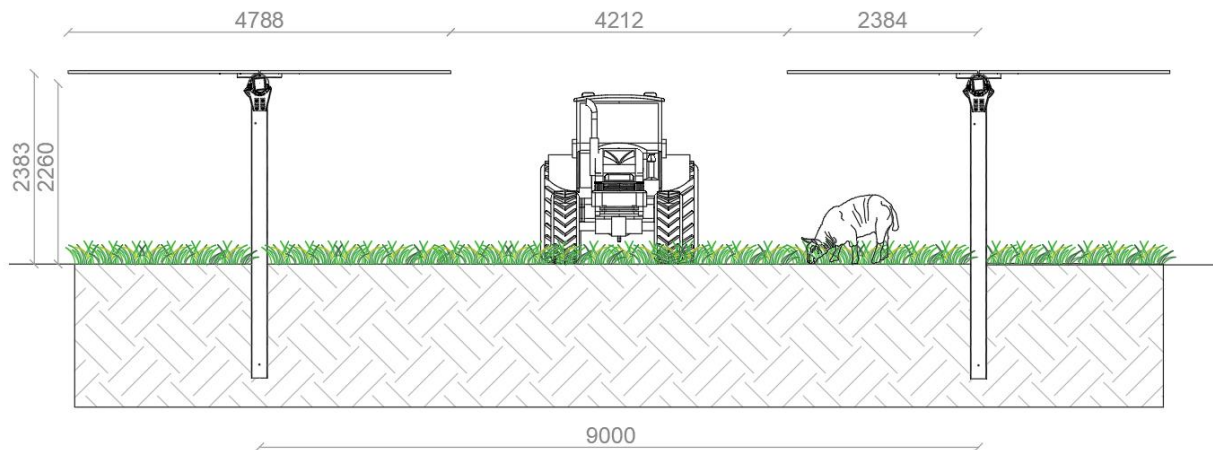


Figura 6.7 – Sezioni a 0°

Questa disposizione tiene conto della possibilità dell'introduzione in coltivazione fra i pannelli della coltura dell'olivo con configurazione SHD.

Gli oliveti SHD, acronimo di *Super High Density*, sono impianti di olivo con densità di piantagione molto elevate, che possono raggiungere anche i 4.000 alberi per ettaro. Questo tipo di impianto si basa su forme di allevamento molto razionali, che consentono di ottenere produzioni molto elevate in tempi relativamente brevi.

Il terreno ideale per un oliveto SHD è un terreno di medio impasto, ben drenato, con pH neutro o sub-acido. È importante che il terreno sia ricco di sostanza organica, per garantire un buon sviluppo delle piante che devono avere un vigore moderato o basso, in modo da facilitare la gestione dell'impianto. Le varietà più adatte sono quelle con alta produttività e resistenza alle avversità come le spagnole Arbquina, Arbosana, Oliana, Lecciana.

In particolare, quest'ultima varietà ottenuta dalla collaborazione tra l'Università di Bari (Italia) e Agromillora, è il frutto dell'incrocio di Arbosana e Leccino italiano e risulta in grado di produrre un olio il cui alto contenuto di polifenoli gli conferisce un'alta stabilità che fa sì che le sue caratteristiche rimangano intatte fino a quando non raggiungono il consumatore negli scaffali dei supermercati o i ristoranti.

Quanto al sesto di impianto (forma e distanza tra le piante), per gli oliveti SHD si utilizzano sestri molto stretti, che possono variare da 2 a 4 metri sulla fila e da 1 a 2 metri tra le file. Nel caso di specie, il layout impiantistico impone una scelta basata sulla necessità di meccanizzare la raccolta in funzione della disposizione dei pannelli. Questa disposizione determina la necessità di ridurre ad un unico filare centrale l'impianto dell'oliveto super intensivo, **che pertanto avrà distanze di piantagione pari a 9,0x1,35 metri, con una densità pari a 823 piante per ettaro**, con forma di allevamento detta "Smarttree": questa forma di allevamento è più libera rispetto alla forma ad asse centrale in quanto non necessita di struttura di sostegno.

Tali distanze rendono meccanizzabili tutte le operazioni agricole, dalle potature alla raccolta ed offrono la possibilità di lavorare il terreno in prossimità delle piante stesse senza arrecare danni alle radici; le restanti superfici sono peraltro sfruttabili dal pascolamento ovino controllato, integrando il sistema ibrido così costituito.

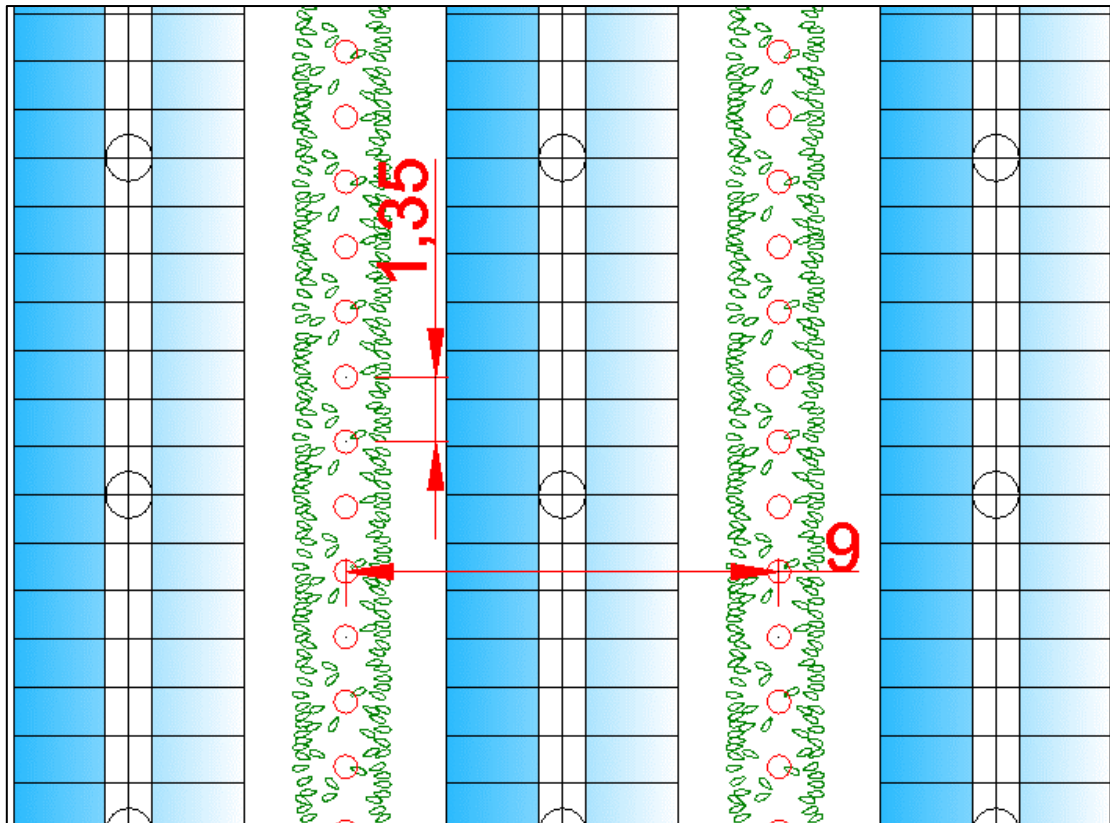
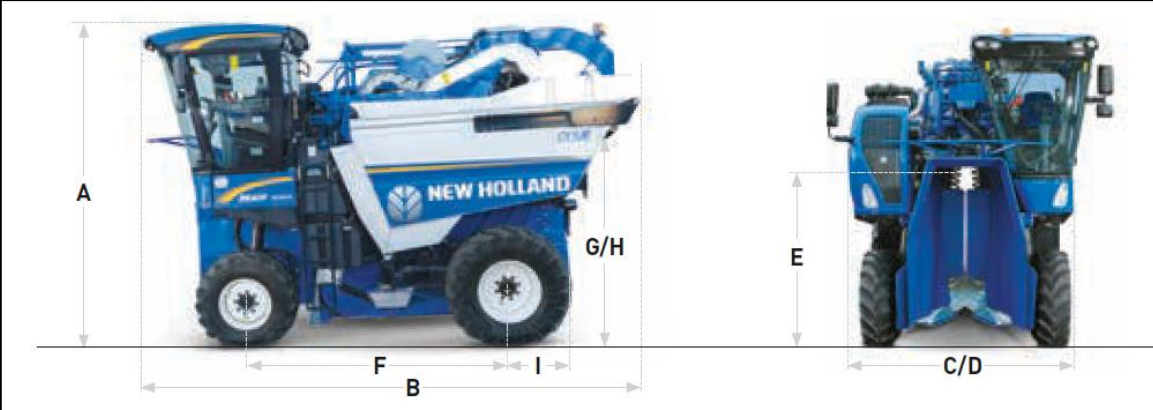


Figura 6.8 – Layout oliveto



Modelli		2 serbatoi di raccolta olive	Scarico laterale olive	Testata di raccolta olive 2 serbatoi di raccolta
Dimensioni e pneumatici				
A - Altezza max. con cabina e testata di raccolta a terra	(m)	4,04	4,04	-
B - Lunghezza max.	(m)	6,1	6,7	-
C - Larghezza max. dell'automotore	(m)	3,00	3,00	-
D - Larghezza min. alle ruote posteriori (con pneumatici posteriori 600 mm)	(m)	3,24	3,24	-
E - Luce libera da terra (sotto il telaio dell'automotore)	(m)	2,31-3,06	2,31-3,06	2,31-3,06
F - Passo	(m)	3,30	3,30	-
G - Altezza di scarico max., sotto il serbatoio di raccolta	(m)	3,10	3,10	3,10
H - Altezza di scarico max. al punto di ribaltamento del serbatoio di raccolta	(m)	3,33	3,33	3,33
I - Sporgenza della testata di raccolta al posteriore (rispetto all'assale)	(m)	936	936	936
Altezza utile max. degli scuotitori / Numero di scuotitori SDC	(m / n°)	2,05 / 42	2,05 / 42	2,05 / 42

Figura 6.9 – Tabella dimensionale raccogliatrice BRAUD 9090X Olive

6.3.1 Computo metrico estimativo

Per la realizzazione dell'impianto olivicolo si rendono necessarie le operazioni agronomiche descritte nel computo metrico che segue:

M = Lav. a Misura - C = Lav. a Corpo - E = Economia

Numero e codice	Descrizione	MISURE				Quantità	Prezzo (€)	Totale (€)
		N° parti	Lungh.	Largh.	Alt./Pesi			
1 25020035_m od. (C)	Espianto e Trapianto di piante esistenti con ricollocazione nelle fasce perimetrali, comprensivo di tutte le operazioni colturali preparatorie (potatura di contenimento, zollatura) e delle successive operazioni di reimpianto (predisposizione buca, concimazione di fondo, aspersione con ormoni radicanti, eventuale fasciatura del fusto con juta, eventuale palificazione di sostegno) e prima annaffiatura. Prezzo comprensivo di tutti gli oneri per nolo macchine, manodopera e materiali necessari a fornire l'opera compiuta	5000,000				5000,00		
	Oliveto esistente con sesto in quadrato 6x6, per un totale stimato di 5000 piante al netto delle fallanze							
	Sommano (cad)					5000,00	115,00 €	575.000,00 €
2 G.001.002 (C)	Decespugliamento e dicioccamento per costituzione di seminativi, compreso lo spietramento preliminare con ruspaggio per l'asportazione del materiale ed il livellamento del terreno, rendendo i campi perfettamente sgombri: b - in terreno cespugliato con copertura superiore al 50%	20,000				20,00		
	Oliveto esistente							
	Sommano (Ha)					20,00	937,80 €	18.756,00 €

Numero e codice	Descrizione	MISURE				Quantità	Prezzo (€)	Totale (€)
		N° parti	Lungh.	Largh.	Alt./Pesi			
3 G.002 (C)	Scasso, con trattore di potenza non inferiore a 170 Hp, alla profondità di cm 80-100. Campo solare + aree esterne	85,000				85,00		
	Sommano (Ha)					85,00	1.576,60 €	134.011,00 €
4 G.003 (C)	Scarificazione alla profondità di cm 70-80, con distanza tra i denti non superiore a mt 1,00; (solo per terreni con presenza di cappellaccio): a due passate in croce Campo solare + aree esterne	85,000				85,00		
	Sommano (Ha)					85,00	1.093,20 €	92.922,00 €
5 G.004 (C)	Ripperatura in croce da eseguirsi con ripper di q.li 10 distanza fra i denti non superiore a cm 50, per terreni pietrosi o con strati di inibenza fisica sottosuperficiale (es. alcuni tipi di gregori), ad una profondità di cm 50 Campo solare + aree esterne	85,000				85,00		
	Sommano (Ha)					85,00	834,10 €	70.898,50 €
6 G.005 (C)	Spietramento in terreni pietrosi con asportazione o accatastamento del materiale in cumuli ai bordi dei campi o nelle tare, oppure con utilizzazione del pietrame. Campo solare	253000,000			0,10	253000,000		
	Sommano (m3)					253000,000	17,20 €	435.160,00 €
7 G.009 (C)	Frangizollatura con erpice a dischi od a denti rigidi da assentirsi nell'impianto di fruttiferi in genere.	85,000				85,00		
	Sommano (Ha)					85,00	116,50 €	9.902,50 €
8 G.011 (C)	Sistemazione di terreno con modesti movimenti di terra (entro 400 mc) onde eliminare dossi ed avvallamenti ivi compreso eventuale formazione di scoline a carattere annuale.							

Numero e codice	Descrizione	MISURE				Quantità	Prezzo (€)	Totale (€)
		N° parti	Lungh.	Largh.	Alt./Pesi			
		85,000				85,00		
	Sommano (Ha)					85,00	771,50 €	65.577,50 €
9 G.016 (C)	Cavalcafossi della lunghezza non inferiore a m 4,00 formati da tubolari di cemento vibro-compresi del diam. cm 40, compreso scavo, rinterro, camicia di calcestruzzo di cemento dosato a q.li 2,50 e dello spessore di cm 10, muretti di testata delle dimensioni minime di mq 0,75 dello spessore di cm 20 e quanto occorre per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte, compreso ogni onere e misurati secondo lo sviluppo effettivo del tubolare. <u>Oneri computati negli interventi di ingegneria civile</u>					0,00		
	Sommano (m)					0,00	97,50 €	0,00 €
10 Fornitura piante (C)	Fornitura piante di olivo innestate della varietà Arbosana e Arbequina, fornita in fitocella munita di tutore di sostegno dell'innesto, franco cantiere. 85 ettari - Sesto 9x1,35	69958,00 0				69958,00		
	Sommano (cad)					69958,00	2,70 €	188.886,60 €
11 S.001 (C)	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. 85 ettari - Sesto 9x1,35	69958,00 0				69958,00		
	Sommano (cad.)					69958,00	7,30 €	510.693,40 €
12 S.008.001 (C)	Realizzazione di concimazione ed eventuale intervento ammendante o correttivo, da eseguirsi in pre-impianto sia con concimi chimici e/o di sintesi che con concimi organici, comprese le spese di miscelazione e spargimento; escluse le spese di acquisto e fornitura dei concimi . a - per trasporto e distribuzione concime	85,000				85,00		
	Sommano (Ha)					85,00	85,50 €	7.267,50 €
13 Irrigazione (C)	Realizzazione di impianto di microirrigazione con materiale certificato costituito da una conduttura principale e ali gocciolanti autocompensanti per la distribuzione dell'acqua lungo i filari di piante. Superficie netta irrigata	85,000				85,00		

Numero e codice	Descrizione	MISURE				Quantità	Prezzo (€)	Totale (€)
		N° parti	Lungh.	Largh.	Alt./Pesi			
	Sommano (Ha)					85,00	1.600,00 €	136.000,00 €
14 Concimazione (C)	Fornitura concime organico pellettato - franco cantiere.							
	Calcolo per distribuzione localizzata sulla fila, in ragione di 6 quintali per ettaro circa	85,000			6,136	521,56		
	Sommano (q.le)					521,56	30,00 €	15.646,80 €
	Totale						2.260.721,80 €	

6.4 Comparazione con la situazione *ex ante*

Si ritiene utile proporre una comparazione, sebbene in maniera sintetica, della produttività *ex post* con quella *ex ante*, effettuata anche solo prendendo in considerazione la potenzialità produttiva in termini di Produzione Standard secondo le tabelle pubblicate dall'INEA-RICA nel 2022 per la regione Sardegna, con riferimento all'anno 2017.

- Situazione *ex ante*

Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
BOSCO*	12,8355667	237,00 €	3.042,03 €	
INCOLTO IMPRODUTTIVO	2,640098405	0,00 €	- €	
OLIVETO	19,31524746	1548	29.900,00 €	
PASCOLO CESPUGLIATI	18,35640925	132,00 €	2.423,05 €	
PRATO PASCOLO	31,54848938	360,00 €	11.357,46 €	
EUCALIPTUS*	8,676031927	1.600,00 €	13.881,65 €	
SEMINATIVO (FORAGGERE)	52,2243257	222,00 €	11.593,80 €	
VEGETAZIONE DI RIPA	3,56197512	0,00 €	- €	
Totale complessivo	149,158144		72.197,99 €	484,04 €

*Elenco valori standard utilizzabili per calcoli IAP e Agriturismo su SI ARTEA

- Situazione *ex post*

Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
BOSCO*	15,4098	237,00 €	3.652,12 €	
FASCE VERDI	14,3369	0,00 €	- €	
OLIVETO DEL SISTEMA IBRIDO (superficie ragguagliata)	15,6730	1.548,00 €	24.261,82 €	
OLIVETO DEL SISTEMA AGRICOLO	14,7566	1.548,00 €	22.843,26 €	
PASCOLO DEL SISTEMA IBRIDO	59,4836	360,00 €	21.414,10 €	
PASCOLO DEL SISTEMA AGRICOLO	7,3084	360,00 €	2.631,01 €	
RIFORESTAZIONE COMPENSATIVA	3,0548	0,00 €	- €	
TARE E VIABILITA'	9,1300	0,00 €	- €	
VEGETAZIONE CONSERVATIVA	10,0051	0,00 €	- €	
Totale complessivo	149,158256		74.802,32 €	501,50 €

*Elenco valori standard utilizzabili per calcoli IAP e Agriturismo su SI ARTEA

Il confronto mostra che nonostante la superficie capace di produrre un reddito agricolo si riduca significativamente per fare spazio al sottosistema energetico ed alle importanti fasce di mitigazione, il nuovo ordinamento colturale è in grado di conservare la medesima produttività globale del sistema.

6.5 Rispondenza del sistema ai requisiti di un impianto agrivoltaico avanzato

Con il presente paragrafo si intende riportare in maniera schematica e di facile lettura i parametri utilizzati per il rispetto dei requisiti previsti per i sistemi agrivoltaici dalle linee guida ministeriali.

Si tiene a precisare che le Linee guida pubblicate dal MiTE hanno lo scopo precipuo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto agrivoltaico dovrebbe possedere per essere definito tale, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati ai quali possono essere destinati gli incentivi del PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici. Secondo le LLGG:

- per **Impianto agrivoltaico** (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico), si intende un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;
- per **Impianto agrivoltaico avanzato** si intende un impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm. (D.L. 77/2021, come convertito con la L. 108/2021):

- o adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
- o prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il caso di specie ricade nella definizione di agrivoltaico avanzato, per cui nel prosieguo della trattazione si farà riferimento a quanto normato, per così dire, dalle Linee guida in tal senso.

REQUISITI
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;
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;
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;
REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico 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, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si sottolinea che i requisiti di cui al punto E) delle LLGG non sono richiesti per l'impianto in oggetto, non essendo prevista alcuna richiesta di accesso a contributi a valere sul PNRR.

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 agrivoltaico. Quindi sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione.	149,27	ha
S_{pv}	Somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)	34,96	ha
S_{agricola}	Superficie minima coltivata: comprende l'area destinata a coltivazione tra e sotto le file dei pannelli e la mitigazione perimetrale ove abbia valore agricolo	106,64	ha
S_{agricola} ≥ 0,7 * S_{tot}			
106,64 ≥ 104,3			
VERIFICATO			

REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)

S_{pv}	Superficie complessiva coperta dai moduli	34,96
LAOR (Land Area Occupation Ratio) = S _{pv} /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.	23,42%
LAOR ≤ 40%		
23,42% < 40%		
VERIFICATO		

REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola

	<i>Ante operam</i>	<i>Post operam</i>
Tipo di coltivazione/i	Cereali, Pascoli, Erbai	Oliveti, pascoli
Indirizzo produttivo	Cerealicolo zootecnico	Olivicolo Zootecnico
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area (€/ha) (valori produzione standard 2017 Sardegna, fonte RICA)	484,04 €	501,50 €
PS - Produzione Standard (valori da tabelle RICA)	72.197,99 €	74.802,32 €
VERIFICATO		

REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima

Modulo FV	Modulo bifacciale in silicio monocristallino di progetto	Potenza nominale [Wp]		750
		Dimensioni	L [mm] =	2384
			P [mm] =	1303
		Sup. energetica	S _{energetica} [ha] =	73,22
Impianto agrivoltaico Potenza = 81,8 MWp	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =	164,71		
	FV _{agri} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =	4,71		
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 92,5 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [GWh/anno] =	181,95		
	FV _{standard} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =	5,20		
*inseguitori solari con interdistanze ridotte a valori standard				
FV_{agricola}	=	90,52%	FV_{standard}	
FV_{agricola} ≥ 0,6 FV_{standard}				
VERIFICATO				

REQUISITO C - Adottare soluzioni integrate innovative con moduli			
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	<i>doppio uso del suolo</i>	Hmin
		<i>moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura</i>	Attività Zootecnica 2,26 m
Attività zootecnica - Hmin = 1,3 m		Attività colturale - Hmin = 2,1 m	
VERIFICATO PER ATTIVITA' AGRICOLA E ZOOTECNICA			

REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico	
Aziende con colture in irriguo: installazione di contatori lungo le linee di adduzione principale	<p>Installazione di una centralina meteo e di tensiometri collegati ad essa ed in grado di comandare gli automatismi irrigui.</p> <p>Installazione di contatori lungo le linee di adduzione principali e confronto fra parcelle coltivate in assenza della copertura agrivoltaica.</p>
Redazione Relazione Triennale redatta da parte del proponente	
VERIFICATO	

REQUISITO D.2 - Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	
Esistenza e resa della coltivazione	<p><i>Redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza biennale. 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).</i></p>
Mantenimento dell'indirizzo produttivo	
Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo	
VERIFICATO	

7 Analisi degli impatti potenziali del progetto sul sistema agricolo

7.1 Suolo

La realizzazione degli interventi in progetto comporterà una parziale modifica dell'attuale utilizzo delle aree. Dal punto di vista della occupazione di suolo, l'installazione degli impianti fotovoltaici, pur non comportando condizioni di degrado del sito e consentendo di mantenere la permeabilità dei suoli, andrà ad occupare suoli generalmente vocati per l'utilizzo agricolo-zootecnico.

Gli scavi per il posizionamento dei cavidotti a servizio del sistema agrivoltaico, così come quelli necessari per l'installazione di cabine di trasformazione, accumulatori e quant'altro necessario, dovranno essere pertanto eseguiti con cura e con il terreno in condizioni idriche e di portanza tali da non comportare il suo compattamento nelle aree interessate del passaggio dei mezzi di lavoro per non incidere negativamente sulla possibilità di utilizzo agricolo dei terreni.

Tutte le operazioni agronomiche previste per migliorare l'efficienza delle coltivazioni e quindi incrementare le produzioni unitarie vanno nella direzione di migliorare le condizioni di coltivazione, agendo *in primis* sulla componente idrica del suolo, equilibrando le condizioni di permeabilità e favorendo un rapido allontanamento delle acque superficiali per percolazione, evitando per quanto possibile i fenomeni di scorrimento superficiale e preservando il suolo dal rischio di erosione.

7.2 Agricoltura

La razionalizzazione del piano di coltivazione proposto non prevede stravolgimenti degli attuali equilibri agricolo-vegetazionali-colturali sia perché si ritiene che le colture praticate ed il loro posto nell'avvicendamento colturale siano adeguati, sia perché nel garantire la continuità delle attività agro-zootecniche è opportuno permettere agli agricoltori coinvolti nel progetto la prosecuzione delle loro attività con il know-how acquisito in tanti anni con lo sfruttamento delle dotazioni aziendali già presenti.

Tuttavia, è innegabile che l'introduzione di circa 70 mila piante di olivo in coltivazione intensiva, con una densità di circa 830 piante ad ettaro, sia in grado di incidere notevolmente sulla tipologia e quantità di input necessari alla coltivazione.

In tale ottica, gli impatti delle coltivazioni che derivano dall'esecuzione del progetto possono essere ascritti alla variazione degli input di coltivazione da un lato, e da tutte le opere compensative che tale progetto introduce, già riportate nella relazione naturalistica e pertanto non trattate in questa sede.

Nel seguito si riporteranno in maniera sintetica le variazioni che questo progetto genera:

Situazione ex ante			Situazione ex post			Variazioni
Descrizione	U.M.	Numeri	Descrizione	U.M.	Numeri	%
Superfici coltivate	ha	71,59676835	Superfici coltivate	ha	30,42964	-57%
Superfici boscate	ha	12,84581712	Superfici boscate	ha	12,8458171	0%
Superfici agro-forestali	ha	8,682960219	Superfici agro-forestali	ha	14,745789	70%
Superfici nette irrigate	ha	0	Superfici nette irrigate	ha	15,6730094	
Fabbisogni idrici colturali	mc	254.767,95	Fabbisogni idrici colturali	mc	327.703,50	29%
Pascolo		49,94473084	Pascolo		66,7919723	34%
Alberi presenti			Alberi presenti			
Olivi	n	5369,632622	Olivi	n	70193,5581	1207%
Eucaliptus		9647,733577	Eucaliptus		0	-100%
Altre aree ad elevata naturalità	ha	6,207026364	Altre aree ad elevata naturalità	ha	24,0479008	287%
UBA allevabili ai fini PAC (max)		243,0829984	UBA allevabili ai fini PAC (max)		194,443225	-20%
corrispondenti a ovini	n	1618,932769	corrispondenti a ovini	n	1294,99188	-20%

Gli impatti agricoli derivanti dall'esecuzione del progetto possono definirsi nel complesso, positivi. Infatti, con la realizzazione del progetto si ha un forte incremento delle aree ad elevata naturalità e un incremento del numero complessivo di alberi messi a dimora, sia per gli sfruttamenti agricoli che per quelli naturalistici; questi ultimi in particolare sono in grado di compensare la sottrazione di elementi nutritivi dovuta all'asportazione delle produzioni agricole.

Si ha un notevole incremento delle superfici agroforestali ed una sensibile riduzione degli UBA⁸ allevabili (20%), nonostante sia previsto un aumento delle superfici pascolabili.

Con questo sistema si verifica anche un notevole incremento dei fabbisogni idrici colturali che dovranno essere necessariamente contemplati ed assorbiti dall'apporto di input dall'esterno.

Nel complesso, il quadro che emerge a fronte di un intervento di significativo impegno territoriale come quello in progetto, è un sostanziale incremento della naturalità del sito attuata attraverso le compensazioni e le misure di mitigazione che si sono previste.

⁸ Unità di Bestiame Adulto

8 Bibliografia

MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA, Gruppo di lavoro composto da: CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria; GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.; ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile; RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A., Giugno 2022: Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici;

Colantoni A., Cecchini M., Monarca D., Ruggeri R., Rossini F., Bernabucci U., Cortignani R., Primi R., Di Stefano V., Bianchini L., Alemanno R., Speranza S., Danieli P.P., E. M. Mosconi, Parenti A., Guerriero E., B. M. Di Stefano, Papili R., Rotundo D., Di Blasi M., Di Campello L., Ventura P., Riberti A., Gallucci F., Manenti M., Demofonti M., Onnis L., Lancellotta M., Egidi G., Uniformi M., Falcetta C., 2021. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELL'AGRO-FOTOVOLTAICO IN ITALIA - ISBN 978-88-903361-4-0 <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>

Atzori A.S., Furesi R., Madau F.A., Pulina P., Rattu S.P.G., 2015. Sustainability of dairy sheep production in pasture lands: a case study approach to integrate economic and environmental perspectives. *Reviews of Studies on Sustainability*. 1:117-134

Di Lucia, L., Peterson, S., Sevigné-Itoiz, E., Atzori, A., Usai, D., Slade, R., Bauen, A. Using participatory system dynamics modelling to quantify indirect land use changes of biofuel projects. *Journal of Land Use Science*, 16 (1), pp. 111-128. IF 2.21 Q2

Arca P., Vagnoni E., Lunesu M.F., Serra M.G., Contini S., Decandia M., Molle G., Franca A., Atzori A.S., Duce P. 2019 SheepToShip LIFE: Looking for an eco-sustainable sheep supply chain. Preliminary results on GHG emission of dairy sheep farms. Proceedings of the FAO CHieam Network on Sheep and Goats mediterranean Pastures. Meknes il 23-25 Ottobre, Marocco.

Graham, M., Ates, S., Melathopoulos, A. P., Moldenke, A. R., DeBano, S. J., Best, L. R., & Higgins, C. W. (2021). Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem. *Scientific Reports*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86756-4>

Adeh, E. H., Selker, J. S., & Higgins, C. W. (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>

Randle-Boggis, R. J., White, P. C. L., Cruz, J., Parker, G., Montag, H., Scurlock, J. M. O., & Armstrong, A. (2020). Realising co-benefits for natural capital and ecosystem services from solar parks: A co-developed, evidence-based approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125(May 2019), 109775. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109775>

Andrew, A. C., Higgins, C. W., Smallman, M. A., Graham, M., & Ates, S. (2021). Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behavior in Agrivoltaic Production System. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(April), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.659175>

Lytle, W., Meyer, T. K., Tanikella, N. G., Burnham, L., Engel, J., Schelly, C., & Pearce, J. M. (2021). Conceptual Design and Rationale for a New Agrivoltaics Concept: Pasture-Raised Rabbits and Solar Farming. *Journal of Cleaner Production*, 282, 124476. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124476>

Sacchelli, S., Garegnani, G., Geri, F., Grilli, G., Paletto, A., Zambelli, P., Ciolli, M., & Vettorato, D. (2016). Trade-off between photovoltaic systems installation and agricultural practices on arable lands: An environmental and socio-economic impact analysis for Italy. *Land Use Policy*, 56, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.024>

Maia, A. S. C., Culhari, E. de A., Fonsêca, V. de F. C., Milan, H. F. M., & Gebremedhin, K. G. (2020). Photovoltaic panels as shading resources for livestock. *Journal of Cleaner Production*, 258.

Giardini L., Baldoni R., Coltivazioni erbacee. *Foraggiere e tappeti erbosi; Cereali e proteaginose; Piante oleifere da zucchero, da fibra, orticole e aromatiche*. Pàtron Editore Bologna 2020

New Holland Serie T4S, immagini dalla Brochure scaricabile dal sito:
<https://assets.cnhindustrial.com/nhag/eu/it-it/assets/pdf/agricultural-tractors/t4s-stage-v-brochure-italy-it.pdf>