

## RELAZIONE AGRONOMICA

**Realizzazione di un parco Agrivoltaico Avanzato  
di potenza nominale pari a 28 MWp, denominato  
“Sassari 3” sito nei  
Comuni di Sassari e Porto Torres (SS)  
  
Località “Str. Vicinale Santa Giusta”**

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana s.r.l.

<i>Rev01</i>	<i>Integrazione documentale</i>	Data ultima elaborazione: 26/06/2023
Redatto		Approvato
<i>Dott. Agr. Gavino Bellu</i>		ENERLAND ITALIA s.r.l.
	Codice Elaborato	Oggetto
	SASSARI3-IAR05-R1	PROGETTO DEFINITIVO

TEAM ENERLAND:

*Ing. Emanuele CANTERINO*  
*Dott. Claudio BERTOLLO*  
*Dott. Guglielmo QUADRIO*  
*Ing. Annamaria PALMISANO*  
*Dott.ssa Ilaria CASTAGNETTI*

## Sommario

UBICAZIONE, DESCRIZIONE DEL SITO PARAMETRI CLIMATICI E GEOPEDOLOGICI .....	3
Generalità sul clima .....	5
<i>Precipitazioni</i> .....	7
Dati storici disponibili.....	8
Morfologia.....	10
Geologia .....	10
Pedologia.....	10
ANALISI DELLE PRODUZIONI AGRICOLE .....	14
Areale e tipologia di coltura .....	14
Analisi delle produzioni agricole dell'area vasta .....	17
Descrizione del progetto .....	17
Fasce di rispetto perimetrale ed opere di mitigazione; .....	21
Recupero e riposizionamento specie espiantate.....	26
PROGETTO AGRONOMICO .....	27
Indirizzo produttivo .....	29
Schede botaniche essenze selezionate .....	30
Fabbisogno irriguo.....	32
STIMA COSTI AREE A VERDE E SISTEMA DI MONITORAGGIO .....	33
CURE COLTURALI.....	35
Piano di manutenzione delle aree a verde .....	35
Piano di monitoraggio dell'attività agricola – sistemi agricoltura 4.0 .....	36
Macchine ed attrezzature da impiegare.....	39
Tecniche colturali e rese .....	42
Gestione delle colture .....	43
VALUTAZIONE POTENZIALITÀ ECONOMICA.....	46
Parametri tecnici e requisiti dell'impianto agrivoltaico avanzato.....	47
SCHEDA RIASSUNTIVA REQUISITI AGRIVOLTAICO .....	54
CONCLUSIONI.....	57

## INTRODUZIONE

Il sottoscritto Dottore Agronomo Gavino Bellu nato a Ozieri il 13.12.1977 ed ivi residente in Regione S'Ulivariu snc, Codice fiscale BLLGVN77T13G203E, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Sassari con il n. 817, redige la seguente relazione tecnica Agronomica a supporto delle attività progettuali connesse alla futura realizzazione di impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica, della potenza di picco di 28.000,00 kWp, denominato "Sassari 3", occupante una superficie netta di circa 34,67 ettari nell'agro dei Comuni di Sassari (SS) e Porto Torres (SS), tale progetto ricade su un'area di estensione complessiva di circa 45,50 ettari.

Tale iniziativa viene portata avanti dalla società denominata "Energia Pulita Italiana s.r.l." con sede legale a Bologna (BO), Via Del Rondone civico 3, CAP 40122, nonché società controllata da Enerland Group.

Scopo del presente lavoro è quello di definire gli orientamenti agronomici attuali e potenziali a seguito della realizzazione dell'impianto agrivoltaico in progetto.



Tavola 1 – area 1 interessata dall'intervento – sovrapposizione catasto su ortofoto



Tavola 2 – area 2 interessata dall'intervento – sovrapposizione catasto su ortofoto

## UBICAZIONE, DESCRIZIONE DEL SITO PARAMETRI CLIMATICI E GEOPEDOLOGICI

Il terreno oggetto del presente intervento risulta essere localizzato in parte nell'agro del Comune di Porto Torres (SS), e parte nell'agro del Comune di Sassari (SS) con i seguenti riferimenti cartografici e urbanistici:

### AREA1

- COMUNE DI SASSARI (SS) - Località "Sant'Osanna/Sant'Osanneddu"
- Zona E da PUC. del Comune di Sassari;
- Tavolette I.G.M. 458 Sez.I – PALMADULA e 440 Sez. II POZZO SAN NICOLA - Scala 1:25.000
- Tavoletta C.T.R. Sez. 458040 – MONTE ALVARU e Sez. 440160 - SANTA GIUSTA - Scala 1:10.000

### AREA 2

- COMUNE DI SASSARI (SS) e PORTO TORRES (SS) - Località "Renuzzos"
- Zona E da PUC. del Comune di Porto Torres e Sassari;
- Tavoletta I.G.M. 440 Sez.II – POZZO SAN NICOLA - Scala 1: 25.000
- Tavoletta C.T.R. Sez. 440160 –S. GIUSTA - Scala 1:10.000

Il terreno è distinto catastalmente come indicato di seguito:

CATASTO TERRENI					
COMUNE	FOGLIO	MAPPALE	QUAL - CLASSE	SUPERFICIE (MQ)	ZONA URBANISTICA
Sassari	31	12	SEMINATIVO 1	23,3271	E
			PASCOLO 3	2,0861	E
Sassari	31	13	SEMINATIVO 1	0,7611	E
			PASCOLO arb U	0,0489	E
Sassari	31	136	SEMINATIVO 1	8,3666	E
Sassari	32	3	SEMINATIVO 2	2,6811	E
			PASCOLO arb U	0,4829	E
Sassari	32	26	SEMINATIVO 2	9,3303	E
			PASCOLO 4	0,6787	
Sassari	32	161	SEMINATIVO 2	4,313	E
Porto Torres	14	22	PASCOLO 2	0,2054	E
			SEMINATIVO 3	3,735	E
			PASCOLO arb U	0,0125	E
Porto Torres	14	41	SEMINATIVO 4	3,7932	E
Porto Torres	14	206	SEMINATIVO 3	0,2328	E
Porto Torres	14	209	SEMINATIVO 3	4,2815	E
			PASCOLO 2	0,1799	E
<b>Superficie catastale</b>				64,5161	

I terreni agricoli di cui sopra sono ubicati in due località distinte, il primo lotto è localizzabile a sud ovest del centro abitato di Porto Torres ed è ubicato in parte all'interno dei confini territoriali del Comune di Porto Torres ed in parte nel territorio del Comune di Sassari. Il secondo lotto è interamente ubicato nell'agro del Comune di Sassari.

Si accede ai lotti identificati dallo scrivente come "AREA 1", da Porto Torres, centro abitato più vicino, percorrendo la SP34 in direzione "Stintino", si procede percorrendo la stessa SP34 per circa m 6800, si giunge al bivio posto a sinistra con una strada di penetrazione agraria, la si percorre per circa 1330

m e si giunge al sito. Il fondo è costituito da due corpi distinti, separati fisicamente dalla medesima strada di penetrazione agraria, come visibile in planimetria.

Si accede ai lotti identificati dallo scrivente come "AREA 2", da Porto Torres, centro abitato più vicino, percorrendo la SP34 in direzione "Stintino", si procede percorrendo la stessa SP34 per circa m 5800, si giunge al bivio con la Strada vicinale Pozzo d'Esse, la si percorre per circa 480 m e si giunge al sito, indi proseguendo sempre lungo la Strada vicinale Pozzo d'Esse per altri 450 metri si imbocca una strada sulla sinistra e percorsi altri 30 metri si prosegue sulla destra per accedere al fondo. Il fondo è costituito da due corpi distinti, separati fisicamente come visibile in planimetria.

Secondo il Piano Urbanistico Comunale di Porto Torres, l'area che ospiterà il progetto agri-voltaico è classificata come zona E "Aree agricole" nello specifico sottozona E2b.31, Area Agricola di primaria importanza in terreni non irrigui e E3b.15, Area Agricola in altri ambiti, frazionamento fondiario elevato.

Secondo il Piano Urbanistico Comunale di Sassari, l'area che ospiterà il progetto agri-voltaico è classificata come zona E "Aree agricole" nello specifico sottozona E2b Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva in terreni non irrigui.

### ***Generalità sul clima***

Il clima locale è quello tipico del Mediterraneo, temperato caldo, caratterizzato da inverni miti e piovosi durante i quali non si osservano temperature inferiori agli zero gradi, e da estati piuttosto torride e asciutte, con elevata escursione termica e una forte radiazione solare. Secondo le disposizioni del Pavari, la zona oggetto della presente relazione ricade nella zona fitoclimatica del Lauretum, sottozona calda del tipo con siccità estiva; oppure, dalla revisione data dall'Arrigoni (1968 – 2006), all'interno dell'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee.

Secondo la bibliografia, ma anche come evidenziato dall'inclinazione delle piante, le maggiori frequenze si registrano per i venti provenienti dal quadrante Ovest, Ponente, che da solo raggiunge quasi la metà delle frequenze di tutti gli altri venti.

Saranno presi in considerazione due macroelementi del clima:

- Temperatura;
- Piovosità.

I dati analizzati provengono dal servizio fornito dal S.A.R. di Sassari dalla stazione di "Bidighinzu" per quanto riguarda le temperature e la pluviometria.

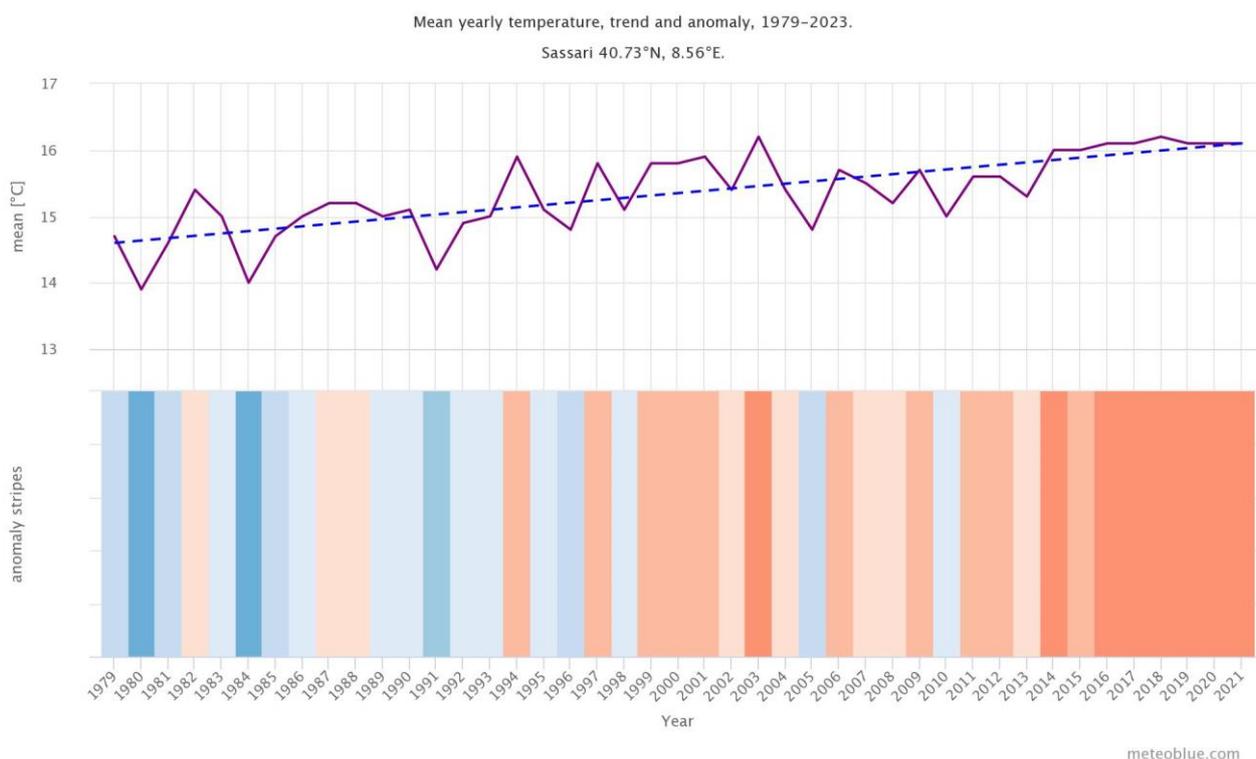
L'analisi si riferisce a una serie storica significativa dei valori delle precipitazioni e delle temperature.

## Temperatura

La media delle temperature max è 17,1°C, mentre la min è pari a 8,8°C. Il clima della zona può essere definito temperato-caldo con una media annua di 11.7°C, una temperatura relativa al mese più freddo di 2.5°C ed una relativa al mese più caldo di 27.7°C.

I valori medi delle temperature mensili, stagionali, e annuali sono riportati nella seguente tabella.

°C	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
MAX	8.3	8.6	10.9	14	18,9	23,7	27,7	27,4	23,5	18,0	13,0	9,4	16,95
MIN	4,6	4,7	6,2	9,2	13,2	17,0	20,0	20,1	17,2	12,9	8,5	5,6	12,0
MED	2,5	2,9	4.3	6,4	9,8	13.3	15,5	15,8	13,5	10,1	6,3	3,6	16,1



### *Variazione storica della temperatura annuale - Sassari*

Il grafico in alto mostra una stima della temperatura media annuale per Sassari e dintorni. La linea blu tratteggiata mostra la tendenza lineare del cambiamento climatico.

Nella parte inferiore il grafico mostra le strisce di riscaldamento. Ogni striscia colorata rappresenta la temperatura media di un anno – tonalità del blu per gli anni più freddi e tonalità del rosso per quelli più caldi.

## Precipitazioni

La precipitazione media annua è di circa 675 mm, mentre la quantità media stagionale varia da valori invernali di 262 mm a valori estivi di 59 mm e i giorni piovosi sono, in media, 88 all'anno.

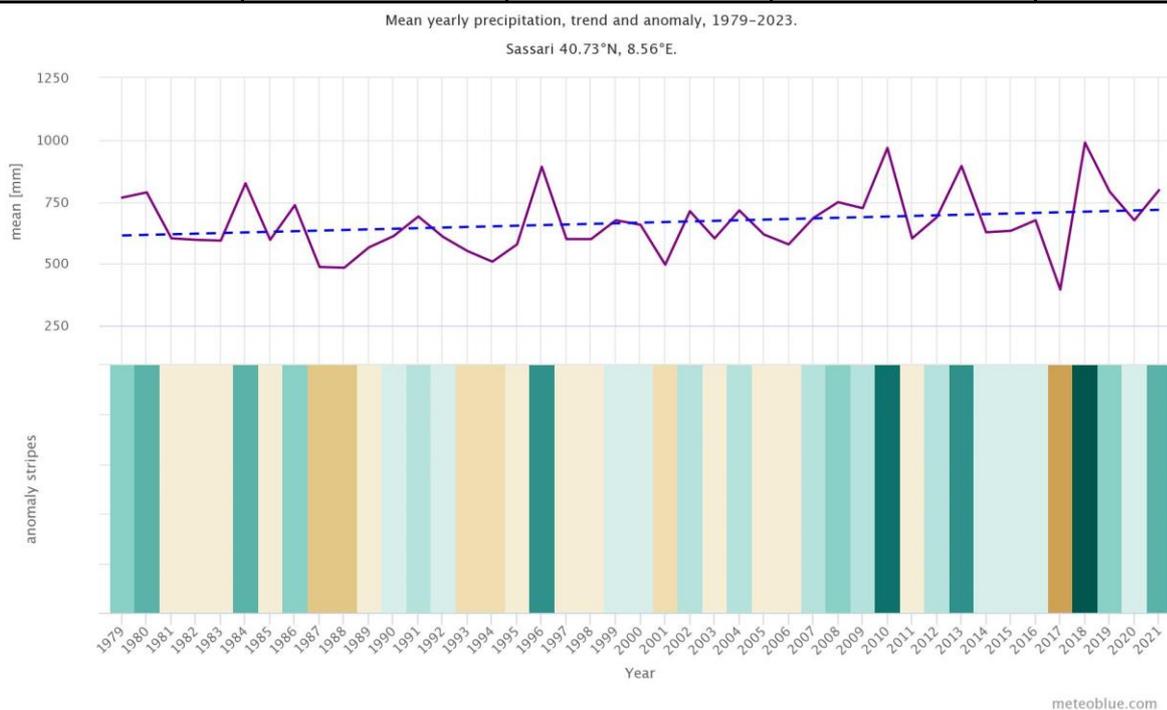
Si rilevano valori medi mensili che vanno dai 11 mm a luglio ai 93 mm nel mese di dicembre. L'estate risulta essere decisamente siccitosa mentre abbondanti sono le precipitazioni autunno-invernali.

I dati medi mensili sono riportati nella seguente tabella:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
media	48.	39.8	45.	45.	32.1	13.1	3.2	8.5	39.6	79.9	93.6	63.	513.3
a	8	5	3	3	7	5	0	9	5	3	2	8	5

I dati medi mensili e stagionali sono riportati nella seguente tabella:

Inverno	Primavera	Estate	Autunno	gg.piovosi
152.45 mm	122.72 mm	24.94 mm	213.2 mm	88

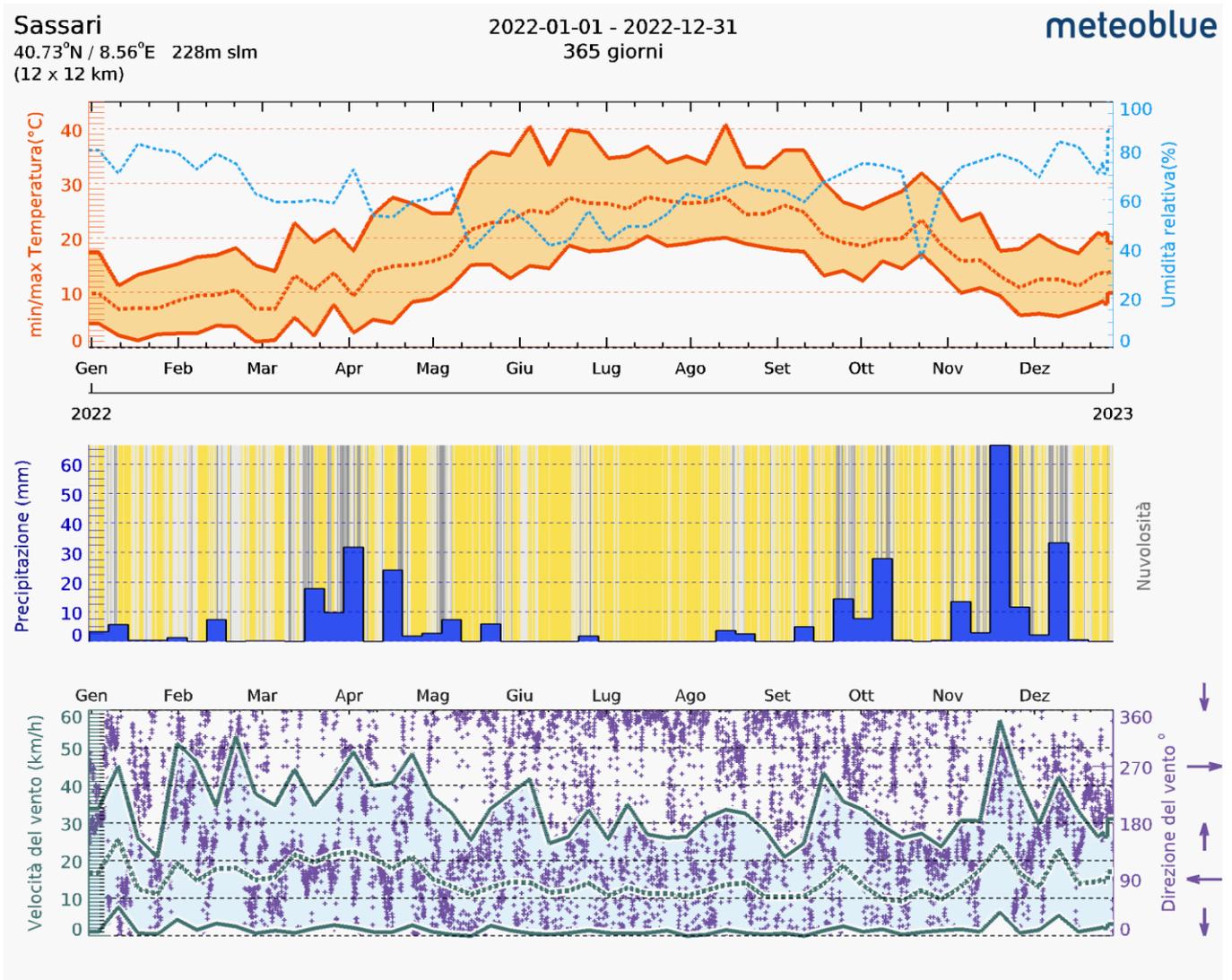


### *Variatione storica delle precipitazioni annuale - Sassari*

Il grafico in alto mostra una stima delle precipitazioni totali medie per Sassari e dintorni. La linea tratteggiata da sinistra a destra ha inclinazione positiva, quindi la variazione delle precipitazioni è positiva e a Sassari sta diventando più piovoso a causa del cambiamento climatico.

Nella parte inferiore il grafico mostra le strisce di precipitazione. Ogni striscia colorata rappresenta la precipitazione totale di un anno – tonalità del verde per gli anni più umidi e tonalità del marrone per quelli più secchi.

Dati storici disponibili



Dati storici 2022 - Sassari

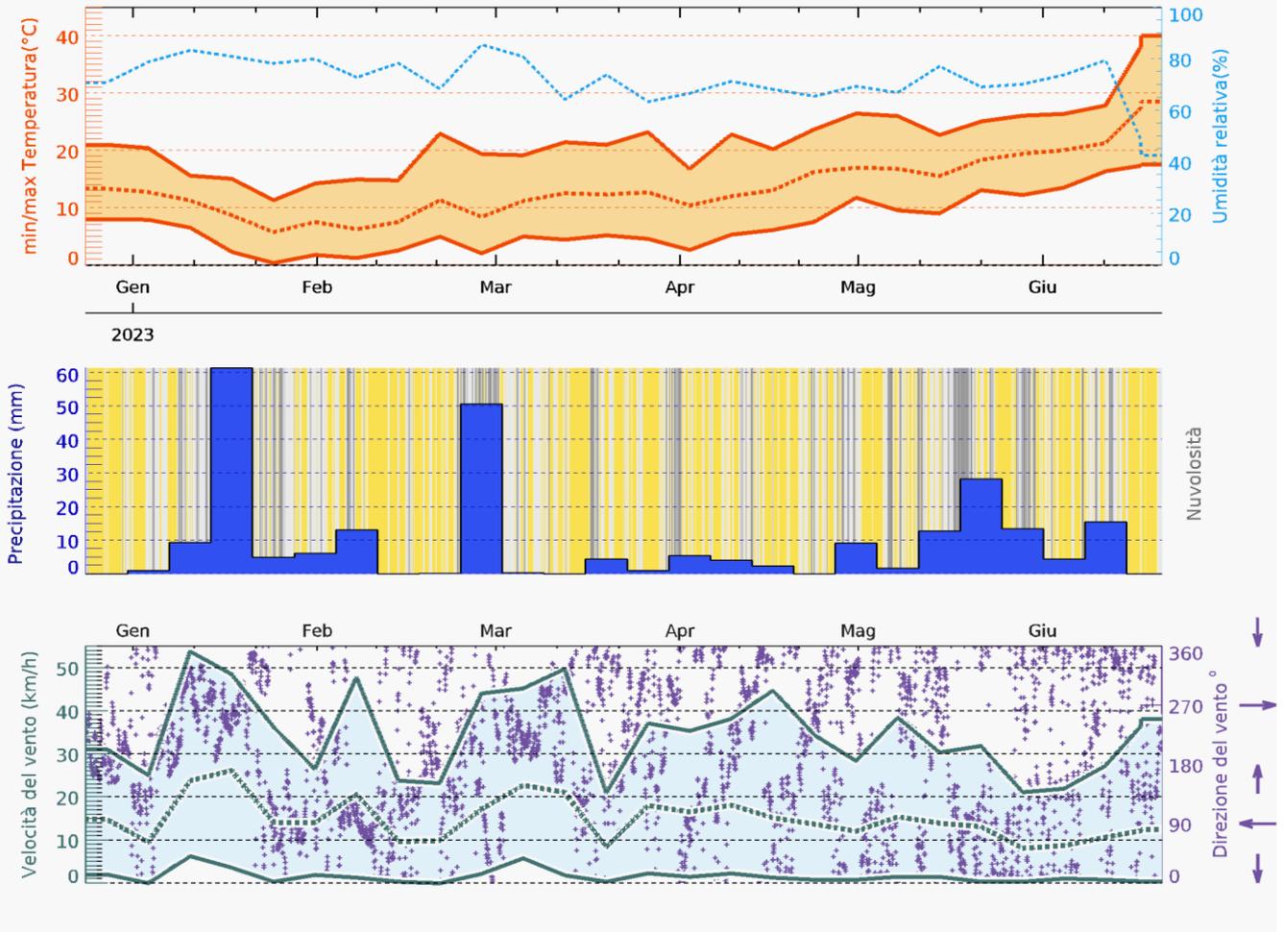
Fonte immagini: meteoblue®

Sassari

40.73°N / 8.56°E 228m slm  
(12 x 12 km)

2022-12-25 - 2023-06-22  
180 giorni

meteoblue



Dati storici 2023 - Sassari

Fonte immagini: meteoblue®

### ***Morfologia***

Il fondo interessato dal progetto ricade in un'area ubicata a sud ovest del territorio comunale di Porto Torres, tale area è ubicata in lotti a cavallo tra i territori dei Comuni di Porto Torres e Sassari e, per un lotto, interamente nel territorio del Comune di Sassari.

La tipologia del paesaggio prevalente è morfologicamente sub pianeggiante con andamento ondulato ma senza presenza di pendenze eccessivamente scoscese.

Sulla Carta dei Suoli Pubblicata da **Progemisa** l'area di intervento è classificata nel Gruppo "A: *Paesaggi su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante*" e nelle unità cartografiche "1) - *Aree con forme da aspre a subpianeggianti, prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea*" e "2) - *Aree con forme da aspre a subpianeggianti, con prevalente copertura arbustiva ed arborea*."

Andando nel dettaglio l'orografia del fondo presenta giacitura da sub pianeggiante a collinare con esposizione variabile e quote altimetriche comprese su valori medi di circa 50 m s.l.m.

### ***Geologia***

Si tratta di zone ascrivibili a suoli da Successioni marine e transizionali del Trias medio p.p. – Cretaceo inferiore, successione della Sardegna Occidentale con depositi carbonatici di piattaforma: dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, etc. ed anche Dolomie, dolomie marnose e marne con gessi e argille, depositi carbonatici di piattaforma etc.

Paesaggi su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante, come meglio dettagliato nella Relazione Geologica e Geomorfologica allegato SASSARI3-IAR10.

### ***Pedologia***

La valutazione pedologica puntuale del sito in oggetto verrà svolta in fase successiva alla presentazione del progetto preliminare, pertanto, si riporta la descrizione ricavabile dagli elaborati della Carta dei suoli della Regione Sardegna:

I suoli della zona in oggetto presentano roccia affiorante e suoli a profondità variabile, con profili del tipo A-R e A-Bt-R argillosi, poco permeabili, neutri, saturi; su altre unità si ritrovano profili del tipo A-R, A-Bt-R ed A-Bw-R e roccia affiorante, da poco profondi a profondi, da franco sabbioso argillosi ad argillosi, da mediamente a poco permeabili, neutri, saturi in cui:

- A: (Orizzonti minerali evolutisi dalla superficie verso gli strati profondi o Eluviali) può essere considerato come lo strato di terreno vegetale o orizzonte minerale superficiale arricchito di sostanza organica;

- Bw: (Orizzonti minerali alterati) meno ricco di sostanza organica in cui si possono osservare i risultati delle trasformazioni della fase minerale e/o della struttura, il suffisso sta ad indicare Sviluppo di colore o struttura;
- Bt: (Orizzonti minerali alterati) il suffisso sta ad indicare accumulo illuviale di argilla silicatica
- R: (Orizzonte Roccia Madre) strato prevalentemente sottostante al suolo propriamente detto e costituito dalla roccia dura e compatta.

Per la U.S.D.A. Soil Taxonomy i suoli predominanti sono del tipo Rock Outcrop, Lithic e Typic Xerorthents, Lithic e Typic Rhodoxeralfs, Lithic e Typic Xerochrepts.

Siamo frequentemente in presenza di rocciosità e pietrosità elevate. I suoli sono in genere poco profondi, con tessitura variabile da franco sabbiosi a franco argillosi. Questi suoli presentano un discreto grado di permeabilità ed un buon grado di saturazione in basi. Il Ph si attesta su valori relativamente neutri.

Tali caratteristiche determinano l'inquadramento dell'area attraverso la classificazione della Land Capability, o Classi di capacità d'uso, nelle classi VIII – VII, e VII – IV, con limitazioni d'uso determinate da alcune zone caratterizzate da rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro e forte pericolo di erosione.

**Da un punto di vista pedologico specifico, l'areale in oggetto è quasi interamente ascrivibile nella classe IV.**

I suoli di classe quarta sono prevalentemente situati in area collinare e sui bassi versanti montani, che possono però eccezionalmente essere ritrovati in pianura. Dal punto di vista pedologico sono stati definiti di quarta classe suoli in larga parte classificati tra gli Entisuoli e gli Inceptisuoli (in area collinare) e tra gli Alfisuoli in area di montagna e di pianura.

Attitudini ed interventi previsti su questi suoli sono il ripristino della vegetazione naturale nelle aree con maggiori limitazioni, conservazione ed infittimento della vegetazione naturale, dove consentito l'uso agricolo è preferibile limitarne il pascolamento.

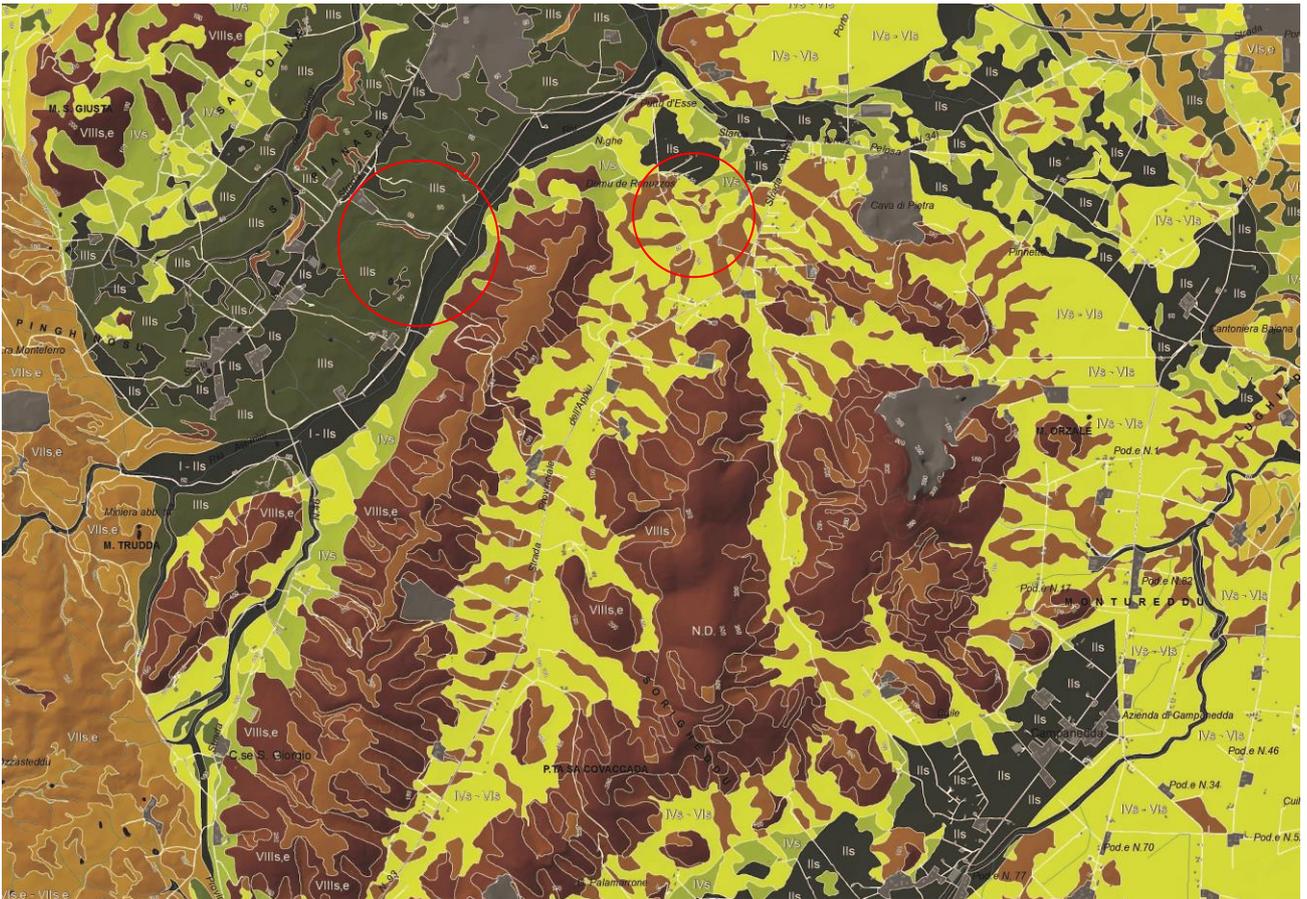


Tavola 3 – stralcio della carta della capacità d'uso dei suoli della Nurra (fonte RAS)

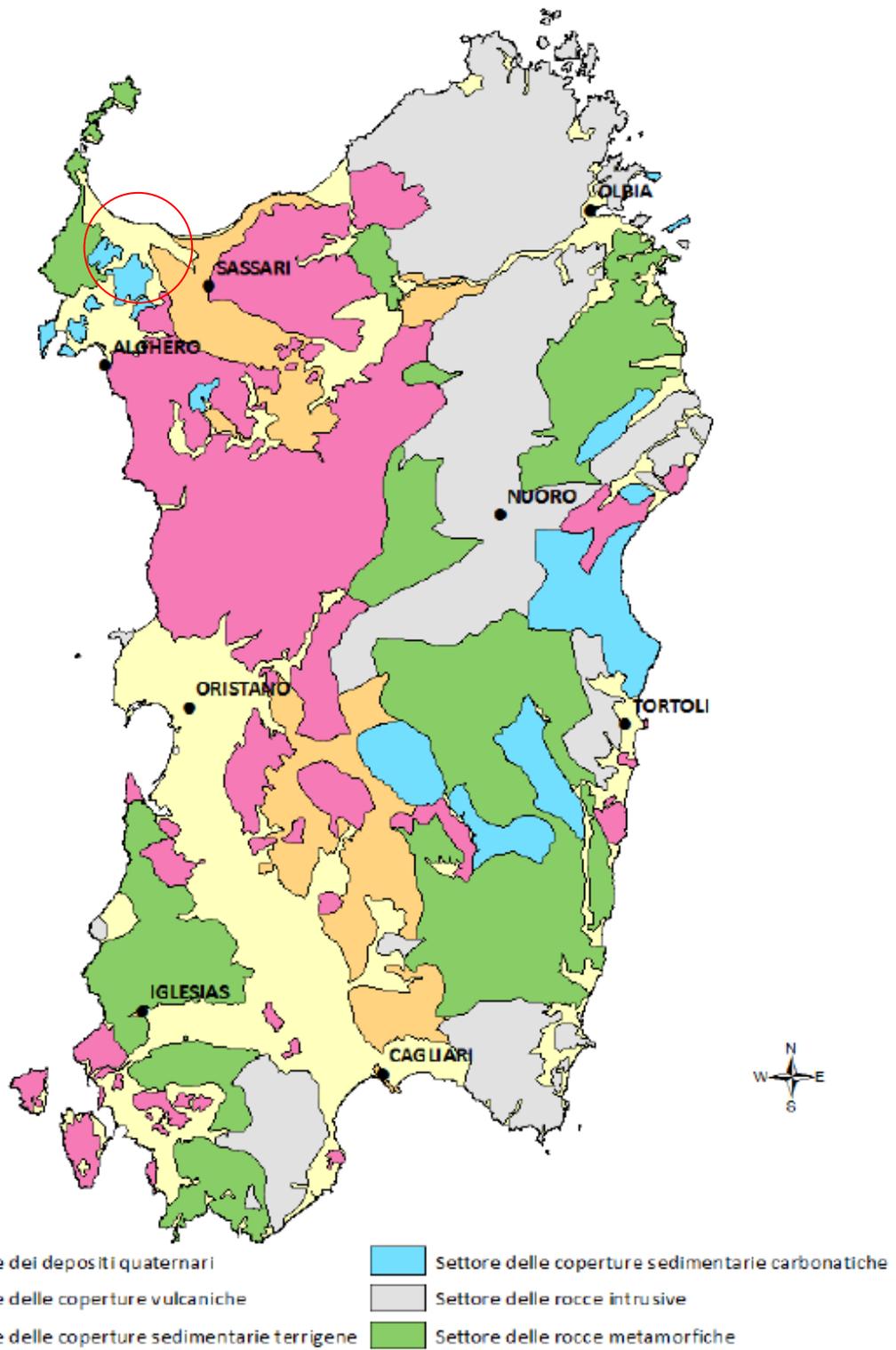


Tavola 4 – Mappa dei settori Geoambientali della Sardegna (fonte RAS)

## ANALISI DELLE PRODUZIONI AGRICOLE

### *Areale e tipologia di coltura*

#### **Stato attuale della superficie agricola interessata dall'impianto agri-voltaico**

L'area oggetto di studio ha un indirizzo prevalentemente foraggero-zootecnico con l'allevamento di Ovini da latte di razza sarda migliorata.

La produzione foraggera è assicurata da alcuni erbai autunno-vernini di graminacee in purezza e miscugli con leguminose. Altra fonte alimentare è il pascolamento diretto per gli appezzamenti più vallivi e a suo tempo lo sfalcio per la formazione di scorte derivate da prati pascoli caratterizzati da tare o rocciosità affiorante; naturalmente la flora dei prati naturali ha essenze spontanee di ottimo valore pabulare con presenza di specie autoriseminanti e non, questo garantisce una buona capacità di pascolamento con relative turnazioni, buone produzioni anche dal punto di vista qualitativo.

Gli erbai ed i pascoli sono estesi su tutta l'estensione aziendale comprendendo talvolta aree caratterizzate da tare anche eccessive ma utilizzate direttamente dagli animali e successivamente previa sospensione con lo sfalcio per la formazione di scorte.



Foto 1 – Area 1

Allo stato attuale i lotti costituenti l'area oggetto di studio sono interessati da colture **foraggere**, **leguminose foraggere** e da **granella in forma estensiva**, nonché da **pascoli con presenza di vegetazione arbustiva spontanea** nei quali viene svolta l'attività agricola facendo ricorso alle tecniche

convenzionali di coltivazione ed alla minima coltivazione.

Queste colture associate a tali tipologie di coltivazione sono caratterizzate da (senza entrare nel merito specifico di ciascuna di esse):

- Potenzialità produttiva da media a bassa tipica della Regione Sardegna;
- Scarso utilizzo di manodopera, in funzione del livello di meccanizzazione acquisito dalla singola azienda;
- Ricorso a lavorazioni periodiche profonde (30-40 cm), seguite da erpicatura per la sistemazione superficiale; operazioni che causano un impoverimento progressivo della sostanza organica del terreno per effetto dell'ossigenazione del terreno con un incremento della velocità di mineralizzazione;
- Uso di concimi di sintesi (soprattutto azotati), ammendanti ed antiparassitari che subiscono irrimediabilmente l'azione di dilavamento ad opera delle piogge, contribuendo all'inquinamento delle acque superficiali e di falda, ed alla conseguente contaminazione dei prodotti alimentari;
- Uso di carburanti per il funzionamento delle trattrici agricole convenzionali.



Foto 2 – Area 1 – terreni classe IV



Foto 3 – Area 1 – terreni classe III



Foto 4 – Area 2 – terreni classe V

### ***Analisi delle produzioni agricole dell'area vasta***

Lo scenario di progetto (agrovoltaico) confrontato con il sistema agroindustriale nell'area vasta e nel sito, si posiziona in un contesto nel quale si alternano le colture legate alla tradizione dell'allevamento ovino, con aziende che realizzano produzioni destinate all'alimentazione dei propri capi in allevamento, a colture come l'olivo e la vite legate soprattutto alle filiere dei prodotti DOP ed IGP e DOC ed IGT.

Nello specifico le realtà produttive più immediate e nelle quali è più facile inquadrare il territorio sono il "Carciofo Spinoso di Sardegna DOP" e le produzioni olivicole per la produzione dell'"Olio extravergine di oliva Sardegna DOP".

Il progetto nello specifico prevede la piantumazione di numerose piante di olivo, le produzioni in tal senso saranno destinate alla produzione di olive da olio. Tale produzione potrà facilmente inserirsi nel comparto attualmente presente nella zona, grazie ad interrelazioni tra imprese agricole ed agroalimentari esistenti.

Nella zona non sono presenti distretti rurali e agroalimentari di qualità, come definiti ai sensi del D.Lgs. 228/2001 e ss.mm.ii., se non il costituito "Biodistretto Sardegna Bio" che interessa tutta l'isola, ed il costituendo "Biodistretto Bioslow della Sardegna".

### **Descrizione del progetto**

Il sistema agri-fotovoltaico descritto nel presente progetto vuole rappresentare un approccio strategico e innovativo per coniugare la produzione agricola e/o l'allevamento zootecnico con la produzione di energia derivante dal solare fotovoltaico (FV). Non ultimo è da considerare il fine del recupero delle aree marginali dell'agricoltura.

L'ottimizzazione delle superfici agricole attraverso sinergie tra modelli di agricoltura 4.0 e strutture fotovoltaiche 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.

Sistemi avanzati come la raccolta dati automatica e l'analisi di dati provenienti dal campo, come per esempio le caratteristiche fisiche e biochimiche del suolo, o i dati relativi ad umidità e temperature sono un insieme di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la creazione di conoscenza e supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera.

L'obiettivo principale del progetto è 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; nello specifico l'utilizzo di sistemi integrati di verifica ed analisi con ulteriore evoluzione del concetto di agricoltura di precisione.

Il sistema permette di ottenere modelli previsionali su larga scala basati sull'utilizzo di "Big Data" in sostituzione dei tradizionali modelli puntuali, che garantiscano la valutazione di dati su ampie superfici con maggiore affidabilità e precisione, sia che si tratti di interventi agronomici che di interventi fitosanitari.

Tra le tecnologie adottabili si pensi a specifiche stazioni meteo che restituiscono i valori più importanti quali umidità, temperatura, pluviometria e ventosità, inoltre tali sistemi sono gestiti in cloud attraverso l'uso di IoT (internet of things), questo garantisce il lavoro di più strumenti (sensori, satelliti oppure droni) che raccolgono dati, comunicano tra loro e gestiscono risorse condivise in rete.

L'importanza di queste informazioni consente di attribuirle il giusto valore, comprendere quali dati siano davvero utili a livello di intervento e come possano essere utilizzati. Condivisione dei dati significa garantire quindi vantaggi economici per l'azienda perché si limita l'uso di risorse come fertilizzanti, acqua o fitofarmaci, questo si traduce in vantaggi ambientali, riducendo l'uso delle risorse si migliora la resa e la sostenibilità dell'attività agricola e si riduce l'impatto ambientale dell'intera filiera.

Una filiera a così alto tasso di tecnologia permetterà inoltre di ottenere migliori condizioni lavorative per gli operatori agricoli che saranno supportati nel processo decisionale dagli strumenti digitali.

L'impianto fotovoltaico sarà di ultima generazione, per le sue caratteristiche costruttive, ed avrà un impatto limitato sul suolo agricolo, permetterà al contempo di esercitare le comuni operazioni agricole coniugando la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Tale caratteristica permette di classificare l'impianto come agri-voltaico.

Il progetto di riqualificazione aziendale riguarda la realizzazione di impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica, della potenza di picco di 28.000,00 kWp a terra a inseguimento solare, organizzato in filari nord-sud ben distanziati per consentire la coltivazione nell'interfilare.

Le vele fotovoltaiche, che presentano movimentazione est-ovest, sono incernierate a 2,19 m di altezza su piloni semplicemente inseriti nel terreno.

Tali piloni sono agevolmente rimovibili a fine vita dell'impianto e non determinano alcun impatto residuo sul terreno agricolo.

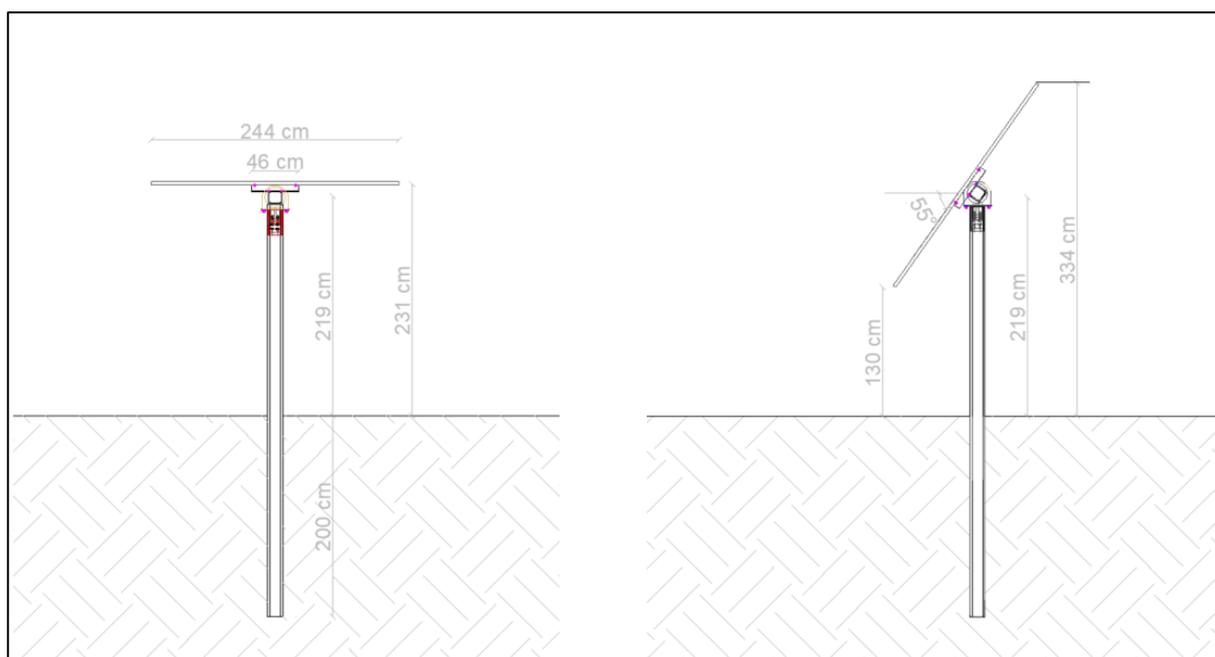


Tavola 5 – dettaglio del Tracker

Si rimanda ai layout progettuali per meglio definire la copertura fotovoltaica.

La fascia libera tra le file consente quindi la necessaria movimentazione dei mezzi meccanici per la gestione delle ordinarie attività di coltivazione del terreno con opportuna sincronicità delle operazioni colturali e movimenti dei trackers.

È inoltre possibile, ed auspicabile, la coltivazione dell'intera superficie e la sua valorizzazione, attraverso l'uso di colture adeguate.

Il progetto nasce infatti con l'obiettivo di ridurre i fenomeni di degrado del suolo ed il mantenimento della sua produttività biologica su orizzonti temporali lunghi. L'intervento in progetto prevede l'adozione di pratiche agricole che miglioreranno la gestione del suolo e per prevenirne l'erosione rispetto alle pratiche ordinarie ed ai riferimenti agricoli più consoni a cui rapportarsi.

Questo intervento, infatti, in un'ottica di più ampio respiro, contribuisce all'obiettivo trasversale di risposta ai cambiamenti climatici configurandosi come misura di adattamento ad essi.

Scopo principale del presente progetto è di realizzare un prato polifita permanente, di durata illimitata destinato ad uso erbaio e/o a fienagione.

Tutte le aree, anche quelle soggette a maggiore calpestio, verranno mantenute a cotico erboso e l'insieme di pianta ed apparato radicale garantirà una azione di contenimento ed il corretto flusso di infiltrazione dell'acqua piovana evitando fenomeni di ruscellamento e di erosione.

Saranno preferite leguminose foraggere (trifoglio, veccia, erba medica.) colture per le quali non è previsto alcun intervento irriguo se non gli apporti naturali o interventi di supporto. Il loro prezioso ruolo

di azotofissatrici garantirà un naturale arricchimento della superficie in termini di azoto e sarà ideale per un futuro impianto di nuove colture.

L'intera superficie sarà destinata al pascolamento durante la stagione invernale, mentre nelle stagioni più rigogliose verranno destinate alla fienagione con sfalcio, asciugatura e successiva imballatura e stoccaggio del prodotto.

Saranno evitate tutte le lavorazioni a secco per prevenire una eccessiva produzione di polveri e scongiurare i rischi di incendio.

### ***Fasce di rispetto perimetrale ed opere di mitigazione;***

Il progetto prevede che l'intera struttura venga realizzata con l'obiettivo di un suo inserimento quanto più omogeneo e naturale nel suo contesto agricolo e paesaggistico. I cromatismi e le caratteristiche naturali del sito saranno quanto possibile preservati ed inoltre si prevede di realizzare opere di "camouflage" e mitigazione sulle fasce perimetrali con un duplice obiettivo: mitigare l'impatto visivo dall'esterno dell'impianto e creare una barriera verde che possa fornire riparo alla piccola fauna (rettili, mammiferi e uccelli).

Gli schemi compositivi costituiti dalla vegetazione spontanea e dalla fascia di ulivi prevista, rendono l'insieme efficace ed economicamente valido.

Si è provveduto quindi alla scelta delle essenze da porre a dimora in funzione, in primo luogo, della vegetazione preesistente e arricchendo quindi la componente presente in natura.

Si prevede l'utilizzo di piante di Ulivo che ben si integreranno nelle preesistenti fasce della "Macchia Mediterranea", sempre caratterizzata da essenze del tipo sempreverde che danno garanzia di copertura vegetale in tutte le stagioni.

Nelle aree interessate, come ad esempio sulla strada costeggiante l'"Area 2", lungo la "Strada vicinale Pozzo D'Esse" la vegetazione spontanea presente costituisce sovente una barriera naturale che rende pressoché invisibile l'appezzamento limitrofo; tale vegetazione è ben distribuita sulla buona parte dei confini degli appezzamenti, ha una densità ottimale e sarà integrata sempre con piante di Ulivo di adeguate dimensioni ed età per rendere quanto più omogenea la sua copertura.



Foto 5 – Area 2 dettaglio fascia di vegetazione spontanea

Nello specifico per le fasce di mitigazione perimetrali sono presenti naturalmente e saranno utilizzate le seguenti specie:

- **Lentisco**, *Pistacia lentiscus* L., è un arbusto sempreverde appartenente alla famiglia delle Anacardiaceae tipico della macchia mediterranea e spontaneamente diffuso nell'areale in oggetto, dà origine naturalmente a formazioni arbustive molto dense e compatte adattandosi alle condizioni climatiche e pedologiche più differenti; normalmente ha portamento arbustivo alto circa 3 metri, può raggiungere altezza di 5 metri con aspetto arboreo. È una pianta eliofila, termofila e xerofila, vegeta dal livello del mare fino a circa 600 metri. Ha una ottima resistenza alla siccità, e spiccata capacità pollonifera garantendo una estrema densità di vegetazione e costituisce per questo un naturale habitat per uccelli ed insetti.



Foto 6 – Lentisco, *Pistacia lentiscus* L.

- **Ulivo**, *Olea europea sativa* var. Cipressino o Ulivo “Cipressino”, una specie appartenente alla Famiglia delle Oleaceae, è una specie arborea sempreverde alto fino a 10/15 metri, nello specifico la varietà ha una eccellente foliazione. Peculiarità della var. Cipressino è il portamento assurgente con internodi corti, una buona vigoria ed una notevole tendenza a

ramificare dal basso con uno sviluppo colonnare, questo la rende ideale per l'utilizzo come siepe schermante ed ottimo habitat per insetti ed uccelli.

Questa varietà inoltre garantisce una resistenza ai venti salmastri necessaria allo sviluppo nello specifico ambiente in cui è stata prevista.



Foto 7 – *Olea europaea sativa* var. Cipressino o Ulivo “Cipressino”

Altre specie presenti sulle fasce perimetrali in numero minore sono le seguenti:

- **Leccio**, *Quercus ilex* L., specie sempreverde (a differenza della quercia) molto diffusa ed appartenente alla Famiglia delle Fagaceae; caratterizzata da portamento arboreo, con chioma densa, globosa e leggermente espansa, può raggiungere altezze fino a 25 m. È una pianta pioniera facilmente adattabile ai vari suoli poveri e non troppo argillosi, ha una ottima resistenza alla siccità ed all'inquinamento atmosferico.  
Ha un apparato radicale fittonante ma la produzione di numerose radici laterali garantisce una buona capacità pollonante e riempitiva.



Foto 8 – Leccio, *Quercus ilex*

- **Olivastro**, *Olea europaea* var. *europaea*; è un arbusto eliofilo sempreverde tipico delle boscaglie della macchia mediterranea insieme al ginepro, il leccio ed il lentisco. È una specie molto vigorosa di medie dimensioni (5/6 metri) utilizzata frequentemente come pianta ornamentale e da siepe per via del suo portamento cespuglioso con rami fitti e vegetazione densa. Si adatta a suoli di qualsiasi genere e non teme la siccità ed il caldo; è caratterizzato da apparato radicale forte ed espanso, pollonifero, chioma densa e fioriture abbondanti e vistose. L'olivastro svolge inoltre un ruolo fondamentale come specie colonizzatrice nelle formazioni forestali della macchia mediterranea, come ad esempio nelle fasi iniziali di nascita della macchia o in aree colpite dagli incendi.



Foto 9 – Olivastro, *Olea europaea* var. *europaea*

Le lavorazioni previste sui terreni interessati alle opere di compensazione e di mitigazione sono essenzialmente legate alla sistemazione del terreno per garantire il perfetto attecchimento delle varie essenze previste.

In generale si prevede di piantumare esemplari di età adeguata ad un ottimale sviluppo; tale operazione prevede la realizzazione di buche che verranno riempite con terreno adeguato ad una ottimale radicazione, ed ultimate con opportune concavità che favoriscano gli apporti idrici anche naturali, soprattutto durante i primi periodi successivi all'impianto, per garantire l'assenza di fallanze.

Gli apporti idrici saranno necessari solamente nelle prime fasi di sviluppo in quanto le specie scelte

sono generalmente poco esigenti in fatto di esigenze irrigue.

Oltre ai necessari cicli di irrigazione, sarà fondamentale la custodia e la manutenzione in perfetta salute delle varie essenze piantumate con eventuali interventi periodici.

### ***Recupero e riposizionamento specie espantate.***

Sulla superficie aziendale si riscontra la presenza di specie arboree e arbustive come Leccio ed Olivastro, meglio descritte precedentemente, tali specie saranno espantate e reimpiantate per preservarne la sopravvivenza, pertanto, vengono esposte le basilari norme che si utilizzeranno al presentarsi della situazione in oggetto.

Qualsiasi specie arbustiva o arborea presente e limitante rispetto al layout dell'area sarà oggetto delle opportune precauzioni, cure colturali e reimpiantata lungo le fasce di rispetto o nelle immediate vicinanze dell'impianto o ancora su terreni limitrofi di pari caratteristiche, tali operazioni potranno essere anche in ottemperanza a disposizioni specifiche dettate dagli enti competenti (i.e. Ente Foreste).

Nel caso in cui non si debbano realizzare degli espanti, ma si rilevino delle specie arbustive o arboree nelle prossimità delle lavorazioni, esse verranno svolte tenendo conto del massimo rispetto degli apparati aerei e soprattutto radicali, tali da permettere di realizzare le opere lasciando indisturbate le condizioni di tali esemplari.

## PROGETTO AGRONOMICO

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 agro-fotovoltaico, tale ipotesi negativa può essere scongiurata 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".

Lungo il perimetro dell'intera area di progetto è prevista la realizzazione di una fascia di mitigazione a verde con piante appartenenti a specie autoctone e/o storicizzate, e che possano inserirsi bene nel contesto paesaggistico, ambientale ed agricolo. La scelta delle essenze da mettere a dimora lungo quest'area è ricaduta su: *Olea europaea* L., piante termofile ed eliofile che ben sopportano il clima caldo-mediterraneo dell'area in cui si intendono insediare.

Di seguito sono inseriti alcuni stralci della tavola Planimetria sistemazione a verde e opere di mitigazione.

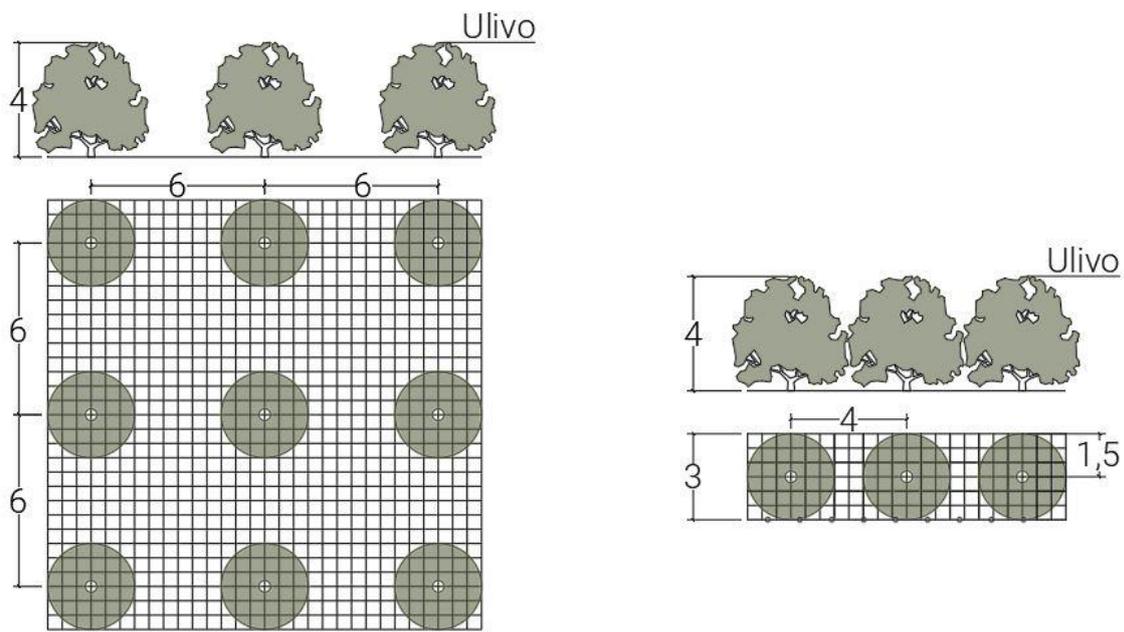


Tavola 6 - Stralcio tavola di mitigazione

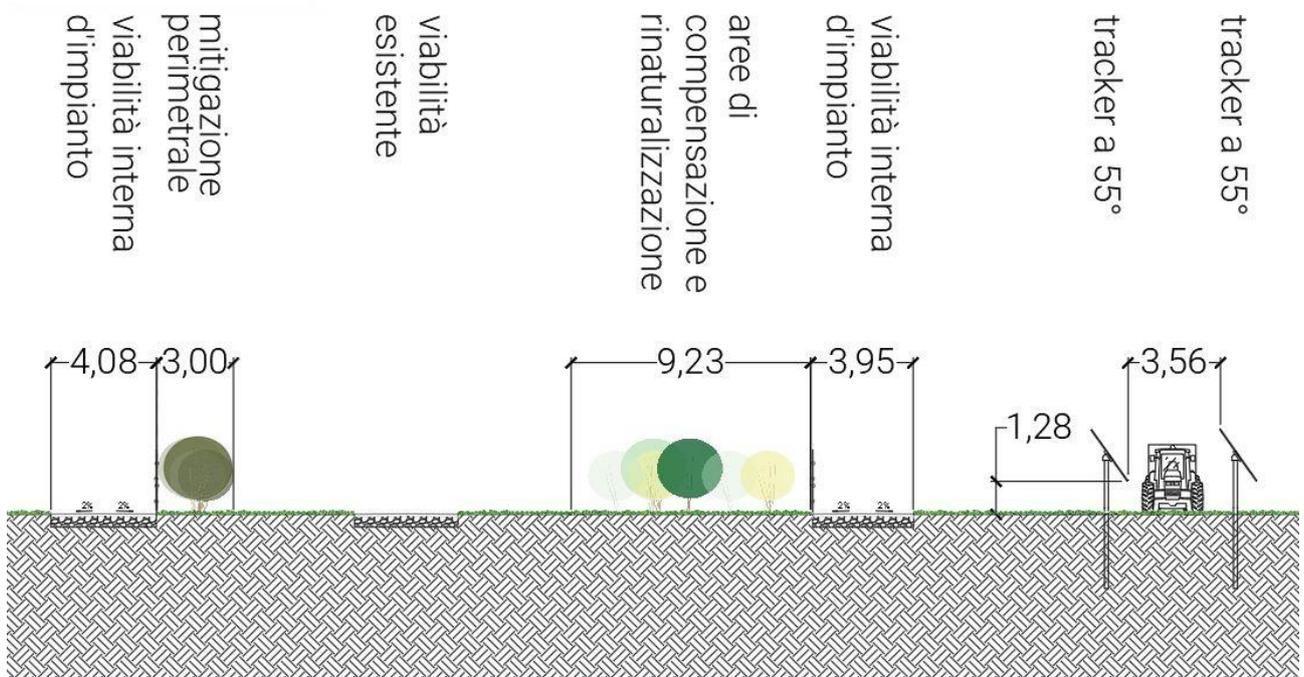


Tavola 7 - Stralcio tavola di mitigazione

### ***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 permanente polifita, si privilegeranno le 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 sfalcature.

Si prevede altresì di introdurre nell'indirizzo produttivo la coltivazione di olive. La coltivazione di *Olea europaea*, 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) risale ad antica data, 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.

### Schede botaniche essenze selezionate

Nella presente proposta progettuale è prevista la realizzazione di un prato migliorato di leguminose (mix sementi. A titolo esemplificativo veccia-trifoglio), e di un'area di mitigazione olivo.

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

SCHEDE TRIFOGLIO SOTTERANEO	
	
<b>Dominio</b>	Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)
<b>Regno</b>	Plantae
<b>Sottoregno</b>	Tracheobionta (Piante vascolari)
<b>Superdivisione</b>	Spermatophyta (Piante con semi)
<b>Divisione</b>	Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)
<b>Classe</b>	Magnoliopsida (Dicotiledoni)
<b>Sottoclasse</b>	Rosidae
<b>Ordine</b>	Fabales
<b>Famiglia</b>	Fabaceae
<b>Specie</b>	<i>Trifolium subterraneum</i> L.
<b>Descrizione</b>	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.
<b>Fioritura o antesi</b>	Aprile/giugno
<b>Fabbisogno idrico</b>	in asciutto
<b>Tecnica colturale</b>	PREPARAZIONE DEL TERRENO: La preparazione del terreno avviene mediante aratura non molto profonda a circa 25-35 cm., seguita da lavorazioni complementari (erpicoltura/fresatura), per poi procedere alla semina. GESTIONE INFESTANTI: non necessaria. GESTIONE FITOSANITARIA: non necessaria. RACCOLTA: dopo lo sfalcio 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.
<b>Piano colturale</b>	Semina: novembre-dicembre; Concimazione: febbraio-marzo; Sfalcio e raccolta: maggio-giugno.

<p style="text-align: center;">SCHEDA OLIVO</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Pl. 26. <i>Oliviera Europea. Olea europaea L.</i></p>
<b>Dominio</b>	Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)
<b>Regno</b>	Plantae
<b>Sottoregno</b>	Tracheobionta (Piante vascolari)
<b>Superdivisione</b>	Spermatophyta (Piante con semi)
<b>Divisione</b>	Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)
<b>Classe</b>	Magnoliopsida (Dicotiledoni)
<b>Sottoclasse</b>	<i>Asteridae</i>
<b>Ordine</b>	Scrophulariales
<b>Famiglia</b>	<i>Oleaceae</i>
<b>Specie</b>	<i>Olea europaea</i>
<b>Habitat</b>	Area mediterranea
<b>Fioritura o antesi</b>	Aprile/giugno
<b>Radici</b>	Le radici della pianta giovane sono a fittone, poi striscianti e infine superficiali con rigonfiamenti
<b>Fiori</b>	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
<b>Frutti</b>	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.
<b>Età e dimensione materiale vegetale</b>	Materiale vegetale già fornito da azienda vivaistica in possesso di autorizzazione forestale
<b>Tecnica colturale</b>	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
<b>Fabbisogno idrico</b>	200 l/pianta
<b>Fonte approvvigionamento idrico</b>	Fornitura irrigazioni di emergenza con autobotte per garantire l'attecchimento

### *Fabbisogno irriguo*

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

TIPOLOGIA	FABBISOGNO IRRIGUO ANNO [m <sup>3</sup> /pianta]	TOT piante	SUB-TOT [m <sup>3</sup> ]
Aree di mitigazione e rinaturalizzazione (olivo)	0,2	1524	304,80
Prato pascolo	0	0	0
<b>TOTALE</b>			<b>304,80</b>

Successivamente al II anno, verificato il corretto attecchimento delle piante, 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.

## 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.

Costi stimati di realizzazione di un prato polifita permanente			
Operazione	Costo unitario [€/ha]	Quantità [ha]	Totale [€]
Aratura alla profondità di cm 30 - 40 per interrimento erbe spontanee.	279,4	31,85	8.898,89
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi	116,5	31,85	3.710,53
Semina e concimazione eseguita con trattrice di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime per trasporto, miscelazione e distribuzione	137,90	31,85	4.392,12
Concime organico	300	31,85	9.555,00
Sementi certificate	100	31,85	3.185,00
Totale			29.741,53 - (933,8 €/ha)
Stimata la durata del pascolo in circa 10 anni senza interventi, spesa annua (semplificato)			2.974,15 – (93,3 €/ha/anno)

Ricavi stimati dalla produzione di un prato polifita permanente				
Coltura	Produzione [qli/ha]	Superficie [ha]	Prezzo unitario [€]	PLV [€]
Prato permanente	45	31,85	18	25.798,50
Totale				25.798,50
Totale x ha				810 [€/ha]

Costi stimati di realizzazione delle opere di compensazione e mitigazione				
Codice prezzario regionale dell'agricoltura	Operazione	Costo unitario €	Quantità	Totale [€]
Da preventivo	Fornitura di piantine di Ulivo in fitocelle di 2 anni	9,00 €	340	3.060,00 €
Da preventivo	Fornitura di piantine di Ulivo in fitocelle di 4/5 anni (min 170 cm) per perimetrazione	27,50 €	1184	32.560,00 €
S.001	Messa a dimora di piante di ulivo, 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.	7,30 €	2494	18.206,20 €
S.008	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	0,80 €	1.524	1.219,20 €
S.008.001	a - per trasporto e distribuzione concime	85,50 €/Ha	2.08 ha	177,84 €
S.008.002	b - Esecuzione di Analisi chimico-fisica del terreno, compreso prelevamento campione in campo	201,90 €/Ha	2.08 ha	419,95 €
Da preventivo	Concime organico per affrancamento (stima per uso puntuale)	20 €/kg	200 kg	4.000,00 €
<i>Voci per lavorazioni su compensazione Olivo</i>				
U.001.001	Rinettamento delle infestanti con l'uso di decespugliatrice meccanica del tipo ad asse verticale od orizzontale, valutato per la sola effettiva superficie sulla quale verrà eseguito il lavoro. a - terreni con infestanti erbacee	306,50 €	2.08ha	637,52 €
U.004.001	Scarificazione superficiale alla profondità di cm 15-30 eseguita con trattore gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle: a - in terreni compatti o in terreni collinari	208,30 (€/ha)	2.08ha	433,26 €
U.007.001	Erpicatura su terreno precedentemente scarificato, eseguita con trattore gommata ed accoppiato erpice rigido o snodato: a - in terreni pianeggianti o con pendenze modeste	118,60 (€/ha)	2.08ha	246,69 €
<i>Voci per sistema distribuito per agricoltura di precisione</i>				
Da preventivo	Unità centrale composta da Unità con Pluviometro (pioggia in mm), Anemometro (intensità e direzione del vento), barometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura e umidità dell'aria) Trasmissione dati 2G (opz. LTE-NB-IOT), Ricevitore wireless IoT, Kit fotovoltaico (pannello 20W / batteria 44Ah) con regolatore elettronico Palo di installazione, zincato, due sezioni di 150 cm con boccolo di fissaggio COMPRESO Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®	2.400,00 €	1	2.400,00 €
Da preventivo	Unità wireless IoT con sensori meteo-climatici, composta da Unità wireless IoT con pluviometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura e umidità dell'aria), un sensore di Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi, Alimentazione a batteria, durata 1 anno, Distanza fino a 8000 m LOS da unità centrale	1.175,00 €	5	5.875,00 €
Da preventivo	Installazione e configurazione della stazione eseguita da tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software	400,00 €	1	400,00 €
Totale				69.635,66 €

## CURE COLTURALI

Interventi:

- PREPARAZIONE DEL TERRENO: avverrà mediante erpicatura seguita dalla semina.
- GESTIONE INFESTANTI: non necessaria.
- GESTIONE FITOSANITARIA: non necessaria.

Le operazioni descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno.

### *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.

### ***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. E c'è di più. 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

Monitorare a fini produttivi vuol dire rilevare l'andamento delle variabili quanti-qualitative inter ed infra-campo che intervengono nell'ordinamento produttivo: in particolare, con diverse stazioni meteorologiche dislocate in vaste aree delle zone di impianto, si tengono 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 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 espanto 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”;



## Macchine ed attrezzature da impiegare

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

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

1. Trattrice di media potenza (100-130 hp), per le lavorazioni pre-impianto ed impianto (aratura, erpicatura, semina) – macchina generalmente presente in azienda;
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 intervento si propone la seguente opzione:

- 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
<b>MOTORE</b>	Deutz AG				
Produttore	Deutz AG				
Tipo motore	TCD 2.9 L4 HT	TCD 2,9 L4 HP			
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	giri/min 2200				
Regime di potenza massima	1500	1700	1700	1800	2000
Coppia massima	Nm 375	378	400	410	420
Regime di coppia massima	giri/min 1600				
Riserva di coppia	% 56	50	46,3	34,9	25,7
Cilindrata	cm <sup>3</sup> 2900				
Cilindri / Valvole	4 TA / 8				
Classe di emissione	Stage V / Tier 4 Final				
Sistema di post-trattamento	DOC+DPF	DOC+DPF+SCR			
Intervallo di manutenzione	1000 ore				

DIMENSIONI E PESI		
Passo	mm	2140 (F-S-GT) / 2190 (V)
Altezza dal centro dell'assale posteriore al tetto cabina	mm	1930
Altezza dal centro dell'assale posteriore al cofano	mm	825
Larghezza fuori tutto min - max	mm	1330-1685 (F) / 1100-1775 (S) / 1000-1680 (V) / 1500-1945 (GT)
Dimensione minima pneumatici posteriori - Raggio Indice	mm	380/70R24 - 575 (F-S) / 360/70R20 - 500 (V) / 420/70R24 - 600 (GT)
Dimensione massima pneumatici posteriori - Raggio Indice	mm	420/70R28 - 650 (F-S) / 360/70R28 - 600 (V) / 420/70R30-480/70R28 - 675 (GT)
Peso di spedizione	kg	2900
Peso massimo ammissibile	kg	5250
Predisposizione per attrezzi anteriori e posteriori		○ montata di fabbrica
Zavorre anteriori	kg	○ 6x28 / 8x28 / 4x42 / 8x42 (F-S) ○ 6x36 / 8x36 (GT) ○ 6x28 (V)
Zavorre posteriori	kg	○ 2x45 (1 x ruota) / 4x45 (2 x ruota)

Macchina trattrice di tipo specializzato, adoperata tra le colture con spazi ristretti (es. vigneti), con file di larghezza tra i 200cm e 270 cm. Le dimensioni sono sufficienti per transitare tra le file di tracker sia quando sono in posizione di esercizio, che durante il posizionamento di manutenzione.

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

- **Seminatrice Maschio Gaspardo mod. Compagna**



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

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



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

## *Tecniche colturali e rese*

### *(1) Prato stabile migliorato di leguminose*

Le normali operazioni colturali che si possono accomunare anche per il prato di leguminose, si riepilogano di seguito:

- PREPARAZIONE DEL TERRENO: avverrà mediante erpicatura per poi procedere alla semina;
- GESTIONE INFESTANTI: secondo i sistemi di gestione integrata;
- GESTIONE FITOSANITARIA: secondo i sistemi di gestione integrata;
- RESE: un prato stabile migliorato, coltivato sulle colline in condizioni ordinarie, ha una produzione che si attesta a circa 7,5 T/ha, tuttavia considerato l'ombreggiamento apportato dalle strutture, è opportuno applicare un coefficiente di decremento nella produzione, stimabile in circa il 20 %. Pertanto, la produzione di fieno stimata è di 6-8 T/ha.

### *(2) Olivo*

- FORMA DI ALLEVAMENTO: La forma di allevamento prevista 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 – volutamente le piante saranno allevate con maggiore infoltimento delle branche per garantire maggiore effetto schermante.
- LAVORAZIONE DEL TERRENO (trinciatura delle erbe e dei residui della potatura ed erpicatura). Hanno lo scopo di favorire l'arieggiamento del terreno e, quindi, l'infiltrazione di acqua e nutrienti.
- CONCIMAZIONE: da effettuare una volta l'anno in copertura, nel periodo primaverile per supportare l'allegagione.
- POTATURA: da effettuare ad anni alterni, ha lo scopo di "alleggerire" la pianta per farla produrre e rinvigorire;
- GESTIONE INFESTANTI: trinciatura;
- GESTIONE FITOSANITARIA: secondo i sistemi di gestione integrata;
- RESE: la produzione in olive si stima in 120 q.li/ha.

## *Gestione delle colture*

### **Trifoglio**

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



*Foto 10 - Pascolamento ovino sotto strutture fotovoltaiche*

### **Olivo**

- **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:** sfalcio o erpicatura trimestrale.
- **GESTIONE FITOSANITARIA:** in caso di malattie batteriche l'eliminazione delle parti malate. Per il controllo della Lebbra delle olive (*Gloeosporium olivarum*) trattamenti rameici durante il periodo autunnale. Per il controllo delle cocciniglie trattamenti con oli

bianchi da effettuare durante il periodo primaverile/estivo. Per il controllo dell'occhio di pavone (*Spilocea oleaginea*) trattamento rameico in caso di raggiungimento della soglia di 30/40 foglie infette a pianta. Per il controllo della mosca (*Bactrocera = Dacus oleae*) 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1000 g di K<sub>2</sub>O. Pertanto, un oliveto in condizioni ordinarie asporta indicativamente 50-70 Kg/ha di Azoto, 15-25 Kg di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60-90 Kg/ha di K<sub>2</sub>O.

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%.



*Foto 11 – Olivo in filare ad alta densità*

## 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>).

### STATO ATTUALE: PASCOLO E PASCOLO MAGRO

Regione_P.A.	COD_PRODUC	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM	Sup. coltivata [ha]	Prod. Parziale
Sardegna	J1000T	F01	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	EUR_per_ha	26,70	9.612,00€
Sardegna	J2000T	F02	Pascoli magri	132,44 €	EUR_per_ha	19,78	2.619,66€
<b>Produzione Standard pre intervento</b>							<b>12.231,66 €</b>

### STATO POST-INTERVENTO: PRATO PERMANENTE-PASCOLO, OLIVETO

Regione_P.A.	COD_PRODUC	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM	Sup. coltivata [ha]	Prod. Parziale
Sardegna	J1000T	F01	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	EUR_per_ha	31,85	11.466,00€
Sardegna	O1910T	G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548,36 €	EUR_per_ha	2,10	3.251,55 €
<b>Produzione Standard post intervento</b>							<b>14.717,56€</b>

Fatta 100 la Produzione Standard Lorda pre intervento, si ottiene una Produzione Standard Lorda post intervento di 120, registrando così un incremento del **20%**.

### ***Parametri tecnici e requisiti dell'impianto agrivoltaico avanzato***

I sistemi agrivoltaici 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 agrivoltaico 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 agrivoltaico possa essere definito tale, deve rispettare delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici predefiniti, come descritti in seguito.

#### ***REQUISITO A.1 – Superficie Agricola Utile***

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.

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

Nel caso del progetto in esame, considerando la superficie da destinare a prato che è pari a 31,85 ha e quella riservata a mitigazione perimetrale produttiva pari a 2,08 ha con presenza di ulivi si ha una superficie agricola totale ( $S_{agricola}$ ) pari a **33,92 ha**.

Posto che il totale dell'area di progetto ( $S_{tot}$ ) si attesta sui **45,50 ha**, si ottiene che la superficie agricola occuperà il **74,6 %** rispetto al totale della superficie interessata dall'intervento e, dunque, è rispettato il primo requisito utile per definire un impianto "agri-voltaico" in quanto:

$$33,92 > 31,85$$

Dove, 33,92 ha rappresenta la superficie agricola calcolata ( $S_{agricola}$ ) e 31,85 il parametro a cui far riferimento secondo le linee guida ( $0,7 \cdot S_{tot}$ ).

#### ***REQUISITO A.2 - LAOR***

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 12,86 ha per la superficie complessiva coperta dai moduli e 45,50 ha per 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 **28,26%**, quindi ben al di sotto del limite imposto dalle linee guida.

#### ***REQUISITO B.1 – Continuità dell'attività agricola***

Al fine di valutare e comprovare la continuità dell'attività agricola anche a seguito dell'installazione dell'impianto agrivoltaico è necessario monitorare: la resa delle coltivazioni e il mantenimento della produttività agricola dell'area.

Per quanto riguarda il primo parametro, la resa verrà monitorata prevedendo all'interno del campo agrivoltaico un'area di controllo non coperta dai pannelli fotovoltaici, che permetta di produrre confrontare la resa rispetto al terreno sotteso dall'impianto. In alternativa, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo.

Le attività produttive di una azienda agricola sono costituite da diversi tipi di coltivazioni e/o allevamenti; per una qualsiasi classificazione di tipo economico è, quindi, necessario scegliere un denominatore comune ad entrambi i tipi di attività idoneo a rappresentare non soltanto la dimensione economica di ogni azienda ma anche ad evidenziare l'importanza economica delle singole produzioni agricole, al fine di attribuire a ciascuna azienda i caratteri di specializzazione produttiva (orientamento produttivo) e di redditività economica (dimensione economica). In pratica, per poter determinare la dimensione economica di un'azienda occorre poter sommare tutte le produzioni aziendali, che essendo espresse in unità di misura diverse, devono essere ricondotte ad un unico denominatore comune. Tale denominatore è rappresentato dal valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale, che permette di misurare il valore economico di un indirizzo produttivo; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

Per quanto riguarda il progetto in esame, tale coefficiente è stato calcolato nel paragrafo "Valutazione potenzialità economica", sulla base del confronto tra indirizzo produttivo ante e post intervento è evidente un incremento percentuale della Produzione Standard Lorda **PSL** del 20% circa. Pertanto, anche il requisito relativo alla continuità dell'attività agricola è ampiamente soddisfatto.

### ***REQUISITO B.2 – Producibilità elettrica minima***

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 1,51 GWh/ha/y rispetto ai 1,92 GWh/ha/y di un impianto fotovoltaico standard con un rapporto tra i due valori di producibilità, corrispondente al 79%, tale per cui è possibile far ricadere l'impianto del presente progetto nella definizione di sistema agrivoltaico.

### ***REQUISITO C - L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra***

Il progetto è realizzato adottando una tecnologia su strutture mobili con configurazione a singola 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 corrisponde a **2.31 m**, con un'**altezza minima** da terra dei moduli nel caso di massima inclinazione della struttura (55°) pari a **1,30 m**. Il progetto afferisce alla tipologia di agrivoltaico elevato di "TIPO 1", ovvero un Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e sotto a essi.

### ***REQUISITO D.1 – Il risparmio idrico***

Nelle aziende con colture in asciutta, come il caso del progetto in esame, il tema riguarda l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana. L'indice di umidità del terreno coperto dai pannelli evidenzia un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici.

Negli ultimi anni, in relazione alle politiche sulla condizionalità, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali ha emanato, con Decreto Ministeriale del 31/07/2015, le "*Linee Guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso*

*irriguo*”, contenenti indicazioni tecniche per la quantificazione dei volumi prelevati/utilizzati a scopo irriguo. Nel citato decreto è indicato che riguardo l’obbligo di misurazione dell’auto-provvigionamento, le Regioni dovranno prevedere l’impostazione di banche dati apposite e individuare, insieme con il CREA, le modalità di registrazione e trasmissione di tali dati alla banca dati SIGRIAN. Si ritiene quindi possibile fare riferimento a tale normativa – seppur con modalità differenti – anche per il monitoraggio del risparmio idrico in terreni non irrigui come quelli interessati dal progetto, prevedendo aree dove sia effettuata la medesima coltura in assenza di un sistema agrivoltaico, al fine di poter effettuare una comparazione dei livelli di umidità rilevati. Tali valutazioni possono essere svolte attraverso la raccolta dei dati medi giornalieri e restituiti in un report sintetico triennale redatto da parte del proponente. Nel nostro caso si prevede di coltivare una porzione di terreno con prato permanente polifita migliorato ma in assenza di sistema agrivoltaico, come area di controllo. Il monitoraggio in continuo dei 2 terreni, attraverso l’installazione di un tensiometro (o altro sensore per misurare l’umidità del suolo), dovrebbe mettere in evidenza il fatto che il terreno su cui è presente l’impianto trattiene maggiormente l’umidità del terreno rispetto a quello con medesima coltura ma in assenza di strutture che limitino l’evapotraspirazione.

#### ***REQUISITO D.2 – La continuità dell’attività agricola***

Il sistema agrivoltaico di SASSARI 3 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 (SASSARI3-IAR01-R1) al paragrafo 3.10.3 così come nella presente Relazione agronomica (SASSARI3-IAR05-R1).

I dati raccolti dal sistema di monitoraggio presente in campo verranno analizzati e restituiti da una **relazione tecnica asseverata da un agronomo** con cadenza annuale. Alla relazione saranno allegati, inoltre 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).

### ***REQUISITO E.1 – Recupero della fertilità del suolo***

Un altro importante aspetto legato allo sviluppo dei sistemi agrivoltaici riguarda la possibilità di recuperare i terreni non coltivati, restituendoli così all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dalla produzione congiunta agricola e elettrica. È quindi importante monitorare i casi in cui si riprenda l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi 5 anni.

Il monitoraggio relativo al recupero o al miglioramento della fertilità del suolo verrà effettuato nella stessa **relazione tecnica asseverata da un agronomo** utile per il monitoraggio del punto D2, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente corredata dai dati restituiti dall'analisi del terreno o dall'utilizzo di un fertimetro, uno strumento messo a punto dalla Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Padova, che misura la fertilità di un terreno in campo, senza la necessità di test in laboratorio.

### ***REQUISITO E.2 – Il microclima***

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatologie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri, tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Tali aspetti possono essere monitorati 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. In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura dell'ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio verranno restituiti tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente, con l'evidenza dei dati registrati.



*Foto 12 – Convivenza tra coltura, allevamento e innovazione;*



*Foto 13 – Convivenza tra coltura, allevamento e innovazione;*

### ***REQUISITO E.3 – La resilienza ai cambiamenti climatici***

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.

Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante *“Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)”*, per ogni progetto deve essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro.

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021) stabilisce che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio di “non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali”. Tale vincolo si traduce in una valutazione di conformità degli interventi al principio del “Do No Significant Harm” (DNSH).

Nel caso di impianti da fonti energetiche rinnovabili, queste hanno un impatto nullo o trascurabile su quasi tutti gli obiettivi, mentre contribuiscono sostanzialmente al raggiungimento di alcuni di essi. Per tale ragione, la società proponente ha elaborato un documento “Relazione DNSH” in cui attesta il contributo che s’impegna a fornire per il raggiungimento di tali obiettivi.

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).

## SCHEDA RIASSUNTIVA REQUISITI AGRIVOLTAICO

Tabella 1 – Tabella di sintesi dei requisiti richiesti dalle Linee guida MiTE 2022

Energia Pulita Italiana s.r.l.		
Progetto di un parco agrivoltaico avanzato denominato "SASSARI3" potenza nominale pari a <b>28 MWp</b> situato nel Comune di Sassari e Porto Torres(SS)		
REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola		ha
$S_{tot}$	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.	45,50
$S_{pv}$	Somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)	12,86
$S_{impianto}$	Somma delle superfici su cui insiste l'impianto agrivoltaico, comprese le piazzole, le cabine elettriche e la viabilità interna; corrisponde all'area recintata.	34,67
$S_{agricola}$	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.	33,95
$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$		74,60%
VERIFICATO		
REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)		
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.	28,26%
LAOR $\leq$ 40%		
VERIFICATO		
REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola		
	Ante operam	Post operam
Tipo di coltivazione/i	Prato permanente e pascolo Pascolo magro	Prato permanente Oliveto per olive da olio
Indirizzo produttivo	Seminativi	Misto: seminativi e colture arboree
pascolo magro [ha]	19,78	
prato e pascolo permanente [ha]	26,70	31,84
estensione uliveto [ha]		2,10
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area [€/ha]		
PS	132,44 €	360,00 €
(valori da tabelle RICA)	360,00 €	1.548,36 €

PST - Produzione Standard Totale	12.231,66 €	14.717,56 €		
$PS_{ante} \leq PS_{post}$	+ 20%			
VERIFICATO				
REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima				
<i>Modulo</i>	<i>Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale JAM78D40-625/GB della JA solar®</i>	<i>Potenza nominale [W]</i>	625	
		<i>Dimensioni</i>	L [mm] =	2465
			P [mm] =	1134
		<i>Sup. impianto</i>	Spv [ha] =	12,86
Impianto agrivoltaico presentato in VIA Potenza = 28 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =	52,28		
	$FV_{agri}$ = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =	1,51		
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 42,05 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [GWh/anno] =	66,44		
	$FV_{standard}$ = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =	1,92		
*moduli con efficienza 22,07% su supporti fissi con inclinazione a Sud e un angolo pari alla latitudine meno 10°				
$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$				
1,51 $\geq$ 1,152				
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	<i>doppio uso del suolo</i>	Attività Zootecnica	Hmin
		<i>moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura</i>		1,30 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 <b>diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento</b> causato dalla presenza del sistema agrivoltaico		Monitoraggio periodico dell'umidità di 2 tipologie di terreni attigui: - uno con <b>prato stabile senza pannelli</b> - uno con <b>prato stabile con pannelli FV</b> . 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	<i>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).</i>		Implementazione <b>monitoraggio agricolo</b> come riportato in <b>Relazione Agronomica</b>	
Mantenimento dell'indirizzo produttivo				
Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo				
VERIFICATO				

REQUISITO E.1 - Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo		
<p><b>Par. 3.10.3</b> 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.</p>		
<p align="center">Redazione Relazione Tecnica Asseverata o Dichiarazione del proponente</p>		
<p align="center">VERIFICATO</p>		
REQUISITO E.2 - Monitoraggio del microclima		
<p><i>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).</i></p>	<p><i>Monitoraggio tramite sensori per la misura di:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>temperatura;</b></li> <li>- <b>umidità relativa;</b></li> <li>- <b>velocità dell'aria;</b></li> <li>- <b>radiazione;</b></li> </ul> <p><i>posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.</i></p>	<p><b>Temperatura ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con sensore PT100</p>
		<p><b>Umidità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con misurata con igrometri/psicrometri</p>
		<p><b>Velocità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con anemometri</p>
		<p><b>Radiazione solare fronte e retro-modulo</b> misurata con un solarimetro</p>
<p align="center">Relazione Triennale redatta dal Proponente</p>		
<p align="center">VERIFICATO</p>		
REQUISITO E.3 - Monitoraggio resilienza ai CC		
<p><i>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).</i></p>	<p><i>Monitoraggio tramite sensori per la misura di:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>temperatura;</b></li> <li>- <b>umidità relativa;</b></li> <li>- <b>velocità dell'aria;</b></li> <li>- <b>radiazione;</b></li> </ul> <p><i>posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.</i></p>	<p><b>Temperatura ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con sensore PT100</p>
		<p><b>Umidità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con misurata con igrometri/psicrometri</p>
		<p><b>Velocità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con anemometri</p>
		<p><b>Radiazione solare fronte e retro-modulo</b> misurata con un solarimetro</p>
<p align="center">Relazione Triennale redatta dal Proponente</p>		
<p align="center">VERIFICATO</p>		

## CONCLUSIONI

I cambiamenti climatici legati all'utilizzo di energie fossili sono declinati nell'odierna esigenza di produrre energia quanto più possibile rinnovabile. Il connubio tra l'attività agricola e impianto fotovoltaico di nuova generazione (ad inseguimento solare) può e deve rappresentare la soluzione all'uso più sostenibile del territorio. La soluzione progettuale rappresenta sicuramente un esempio di "consociazione" in cui si realizzano sistemi colturali ad elevata sostenibilità ambientale ed economica, giustificati da una maggiore produzione (LER, Land Equivalent Ratio) ottenuta dai due sistemi combinati, rispetto alle loro produzioni ottenibili individualmente. Rispetto ad altre possibili alternative agronomiche, la scelta di coltivare specie foraggere all'interno di un miscuglio di prato polifita consente di utilizzare l'intera superficie del terreno a disposizione. La presenza inoltre di molte specie nel miscuglio foraggero, garantisce un migliore adattamento del prato alle condizioni variabili di illuminamento ed apporto irriguo, favorendo l'una o l'altra essenza foraggera in base alle condizioni microclimatiche che si vengono a realizzare a diverse distanze dal filare fotovoltaico.

In ultimo tale scelta consente di raggiungere contemporaneamente più obiettivi, oltre alla convenienza economica, tra cui l'aumento spontaneo della sostanza organica dei terreni, un minor inquinamento ambientale, un minor consumo di carburanti, un aumento della biodiversità vegetale e animale, e nello specifico nei confronti dell'entomofauna utile.

Nello specifico, l'applicazione del sistema fotovoltaico alla coltivazione di specie foraggere è documentato possa aumentarne la produttività, facilitare il ricaccio dopo lo sfalcio e ridurre gli apporti idrici artificiali. Dal punto di vista paesaggistico, la superficie a prato mitiga efficacemente la presenza dell'impianto fotovoltaico anche nel periodo invernale, fornendo una superficie stabilmente verde.

La realizzazione di una fascia di mitigazione perimetrale con un filare di ulivo costituisce un ulteriore importante elemento di arricchimento paesaggistico e naturalistico dell'insieme.

In conclusione l'intero progetto comporta effetti estremamente positivi sul territorio in quanto sarà garantita la copertura vegetale in modo permanente per più anni grazie alla tipologia di prato polifita da realizzare, questo contribuirà, in funzione delle essenze seminate, a preservare la fertilità del suolo se non ad accrescerla grazie all'incremento di sostanza organica ed alle specie azoto-fissatrici.

La presenza di un cotico erboso permanente impedirà il verificarsi di fenomeni di erosione e ruscellamento ed ulteriori fenomeni di depauperamento del suolo, ed infine si creerà un habitat favorevole all'entomofauna e specialmente ad insetti pronubi grazie alla varietà della composizione floristica, mentre le fasce di mitigazione e di compensazione saranno realizzate come una ideale sfumatura verso la vegetazione spontanea in modo naturale, creando un continuum tra la flora e la fauna presente e l'opera da realizzare.

