



Progetto

PROGETTO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI MARTIS E CHIARAMONTI (SS) CON POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 39,2 MW

DENOMINAZIONE IMPIANTO "19185 – MARTIS"

Proponente

LUCE MARTIS S.R.L.
Viale Nazario Sauro, 22
42017 - Novellara (RE)

Progettisti

RESPONSABILE PROGETTO

• P.I. Luca Catellani
Collegio Periti RE n. 1101

PROGETTAZIONE IMPIANTO

• P.I. Luca Catellani
Collegio Periti RE n. 1101

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



• SIATER S.R.L.
Via Antioco Casula, 7
07100 - Sassari (SS)
P. IVA | C.F. 01626410912
Tel. 0782.317031 | 348.0085592
siater.srl@gmail.com - siater.srl@pec.it

Dottore Forestale Piero Angelo Rubiu
Ordine dei Dott. Agronomi e Dott. Forestali
n. 227 (Prov. NU) - C.F. RBUPNG69T22L953Z

Firma

**Studio di Impatto Ambientale
ai sensi dell'art. 22 – D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.**

Autorità competente Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

Tabella revisioni

REV	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
03				
02				
01				
00				
REV	Novembre 2023	REDDATTO: Dott. Piero RUBIU	CONTROLLATO: Dott. Piero RUBIU	APPROVATO: Dott. Piero RUBIU

Fase di progetto

DEFINITIVO

Elaborato

RELAZIONE AGRONOMICA

Tavola

V.1.14

File

-

Scala

-



1. INTRODUZIONE	2
2. ATTIVITÀ PRELIMINARI E SOPRALUOGHI IN CAMPO	3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	3
4. INQUADRAMENTO CLIMATICO	6
4.1 INQUADRAMENTO PEDOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	7
4.3 CLASSIFICAZIONE DEI TIPI PEDOLOGICI E ATTITUDINE D'USO DELL'AREA DI INTERVENTO	10
5. INQUADRAMENTO USO DEL SUOLO	11
6. DESTINAZIONE D'USO AGRICOLA ATTUALE DELL'AREA DI INTERVENTO	13
7. ANALISI DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE ATTUALI	18
8. ANALISI DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE ATTUALI	19
9. STIMA DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE OTTENIBILI DALLE AREE OCCUPATE DALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO	22
10. INTERVENTI COLTURALI PER LA REALIZZAZIONE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA POLIENNALE	27
9.1 LAVORAZIONI AGRONOMICHE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA	28
11. IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	35
12. AGRICOLTURA 4.0	37
13. SISTEMI PER IL MONITORAGGIO	39
14. SISTEMI PER IL MONITORAGGIO PEDOLOGICO	44
15. CONCLUSIONI	48
16. BIBLIOGRAFIA CONSULTATA	49



1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato è parte integrante del progetto definitivo relativo ad un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza nominale di 39,2 MW. Il Parco Agrivoltaico in questione, è da realizzarsi su un terreno agricolo nei Comuni di Martis e Chiamonti, localizzato nella provincia di Sassari nell'ambito del procedimento di V.I.A. L'impianto agrivoltaico denominato "Parco Agrivoltaico 19185 - Martis" è progettato per produrre energia elettrica da fonte solare fotovoltaica in collegamento alla rete MT di E-distribuzione (impianto grid – connected).

L'impianto sarà costituito da due sezioni, di cui una che ricade nel comune di Martis ed una nel comune di Chiamonti.

La potenza di picco dell'impianto prevista per l'intero impianto, data dalla somma delle potenze dei pannelli fotovoltaici, risulterà pari a 47,855 MWp, mentre la potenza nominale dell'impianto di produzione, risultante dalla somma delle potenze degli inverter, sarà pari a 39,2 MW. Per il dimensionamento di tutti i componenti dell'impianto, tuttavia si farà riferimento alla potenza di picco dell'impianto pari a 47,855 MWp.

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- Opere civili: realizzazione della viabilità interna all'impianto; realizzazione del cavidotto interrato per la posa dei cavi elettrici; realizzazione della cabina di raccolta e smistamento dell'energia elettrica prodotta.
- Opere impiantistiche: installazione dei moduli fotovoltaici con relative apparecchiature di elevazione/trasformazione dell'energia prodotta; esecuzione dei collegamenti elettrici, tramite cavidotti.

La società Luce Martis S.r.l., in sintonia con quanto sopra esposto, intende promuovere questo tipo di progetti che integrino alla perfezione la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica alla produzione agricola.

Esso, schematicamente, sarà costituito dal generatore fotovoltaico installato a terra a mezzo di strutture in acciaio zincato del tipo tracker monoassiale (strutture di sostegno motorizzate che permettono ai moduli di ruotare lungo l'asse nord-sud, in modo da mantenere la perpendicolarità al sole incidente, rispetto alla direzione ovest-est).

I terreni oggetto di intervento sono nella disponibilità del proponente, in virtù di contratti preliminari di Costituzione del Diritto di superficie, dispone della titolarità all'utilizzo delle aree oggetto di intervento in forza dei contratti preliminari di compravendita e di diritto di superficie con i proprietari dei terreni.

La presente relazione agronomica pertanto ha come obiettivo quello di fornire un quadro esaustivo dell'uso agronomico della superficie interessata dal progetto allo stato attuale, dell'impatto che l'investimento proposto

avrà dal punto di vista agronomico in fase di esercizio dell'attività, ed infine, descrivere lo scenario alla fine della vita utile dell'impianto una volta che la superficie agraria potrà ritornare all'uso originario "ante operam".

2. ATTIVITÀ PRELIMINARI E SOPRALUOGHI IN CAMPO

Nel mese di ottobre-novembre 2023 si è proceduto ai sopralluoghi in campo finalizzati al riscontro puntuale delle condizioni sito specifiche dei terreni, con particolare riferimento a definire lo stato della gestione ordinaria delle aziende agricole e/o zootecniche ivi insistenti.

La predetta attività ha previsto anche l'intervista agli attuali dei conduttori dei terreni al fine di acquisire le necessarie informazioni gestionali circa le coltivazioni, gli allevamenti, rotazioni e avvicendamenti praticati all'attualità.

Nel corso dello svolgimento dell'attività di verifica in campo si è provveduto a effettuare un reportage fotografico, riportato nell'unito elaborato allegato fotografico.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

Il campo Agrivoltaico "Parco Agrivoltaico 19185 - Martis" ricade all'interno del territorio dei comuni di Martis e Chiaramonti, nella provincia di Sassari. L'area d'intervento si presenta come un piano posto a circa 120 e i 190 m s.l.m. nella regione storica dell'Anglona nel nord Sardegna, la si raggiunge percorrendo la SS 672 Sassari-Tempio con la quale l'impianto in questione confina. Il centro abitato più prossimo all'area dell'impianto in progetto, è quello di Chiaramonti, che dista circa 3,5 Km.

L'impianto agrivoltaico è censito al catasto al foglio n. 13, particelle n. 31, 32, 33, 37, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 75, 76, 82, 84, 91, 92, 101, 124, per una superficie totale di circa 730.700 mq, e Chiaramonti (SS), in un terreno censito al catasto al foglio n. 3, particelle n. 6, 13 e 119/b, avente superficie totale di circa 113.400 mq. La superficie totale di progetto ammonta a circa 84,41 ettari, di cui circa 26,62 ettari sono occupati dal campo fotovoltaico.

Di seguito si propone un inquadramento dell'area su base IGM, CTR e Ortofoto.

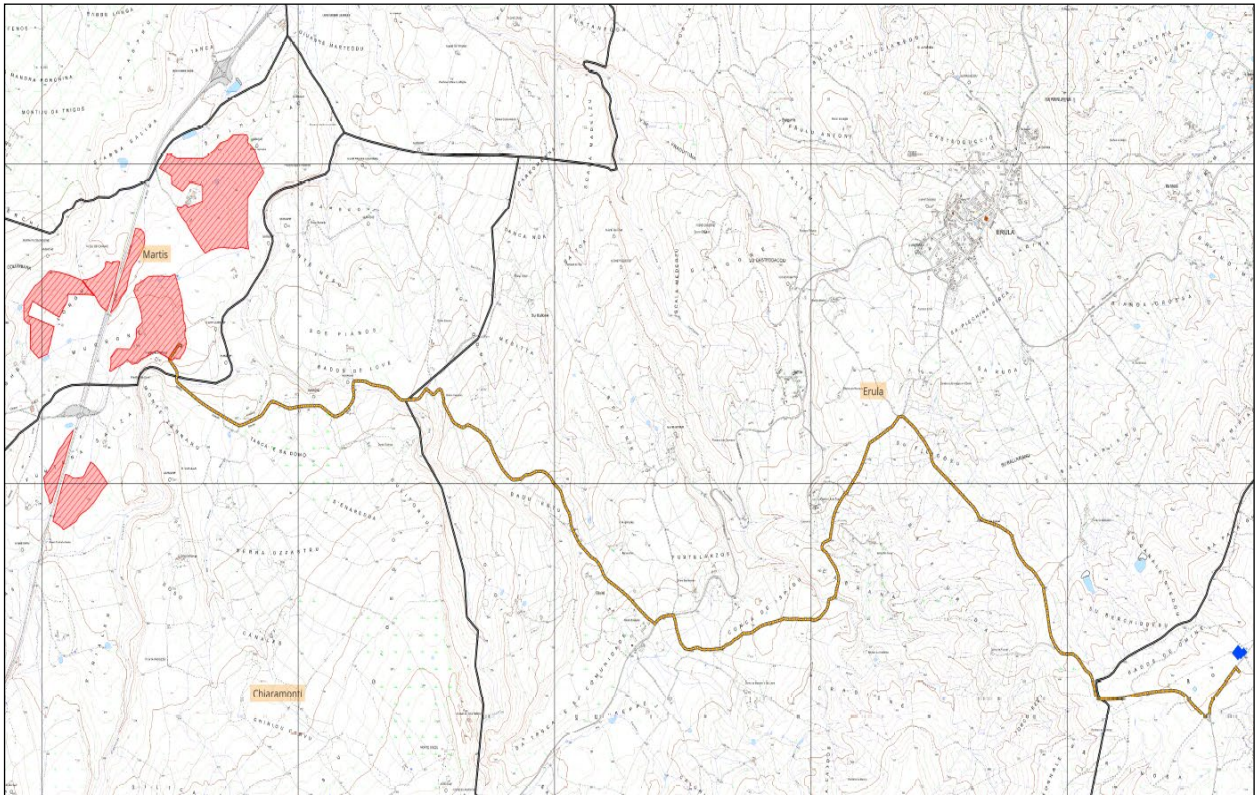
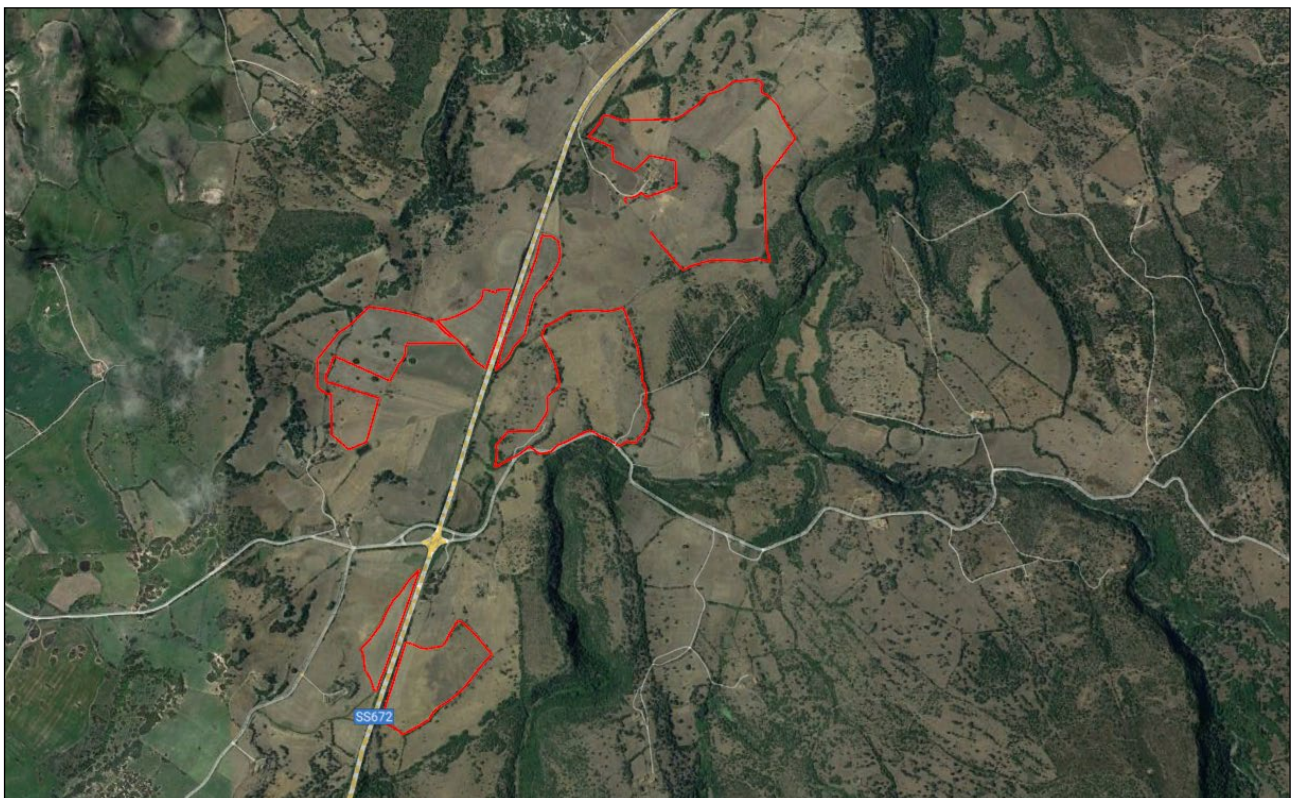


Figura 1 - Inquadramento area su base CTR





Comune di Martis e Chiaramonti
Provincia di Sassari
REGIONE SARDEGNA
Studio d'Impatto Ambientale



Figura 2 - Inquadramento area su base Ortofoto

4. INQUADRAMENTO CLIMATICO

Il principale fattore di influenza sul clima della Sardegna è costituito dalla posizione geografica. L'isola si trova in piena area climatica mediterranea e pertanto il clima della Sardegna viene classificato come "Mediterraneo", caratterizzato da inverni miti e talvolta piovosi ed estati calde e secche.

Da un punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. Di conseguenza si ha a che fare con grandi variazioni interstagionali di precipitazione accompagnate da variazioni di temperatura, senza che però le une e le altre raggiungano i valori estremi tipici delle due aree climatiche (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR). In linea generale l'analisi delle variazioni delle medie mensili di temperatura e di precipitazione permette di individuare due stagioni climatiche tipiche delle regioni mediterranee: da ottobre ad aprile e da maggio a settembre. I periodi di transizione sono identificati rispettivamente con i mesi di "Marzo- Aprile" e "Settembre-Novembre". Le temperature medie risultano sostanzialmente costanti nei periodi estivo Luglio - Agosto" e nel periodo invernale Dicembre - Febbraio. Le precipitazioni invece hanno un massimo cumulato nel mese di dicembre, mentre Luglio ed Agosto risultano i mesi più secchi. Durante il periodo piovoso, che va dall'autunno alla primavera, la Sardegna è prevalentemente interessata da aree cicloniche di provenienza atlantica che determinano nell'isola ripetute precipitazioni. Esse rappresentano, soprattutto nelle zone occidentali, più direttamente esposte, la componente normale delle precipitazioni.

Rete fiduciaria ARPAS Stazioni rete fiduciaria in telemisura - Temperature medie mensili dall'anno di installazione (2005-2007) al 2017 [°C]													
Stazioni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media
Martis	8,4	8,3	10,5	13,9	17,7	22,2	25,3	24,9	20,8	17,3	12,6	9,3	15,90
Perfugas	8,3	8,4	10,7	14,0	17,7	22,0	24,8	24,3	20,7	17,2	12,6	9,2	15,82

Tabella 1 Temperature medie mensili

Stazione di CHIARAMONTI - 365 m s.l.m., UTM Est 484847, UTM Ovest 4423495 precipitazioni medie mensili del trentennio 1961-1990													
Stazioni	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Medi

													a
Chiaramonti	70. 6	81. 5	69. 4	61. 3	42. 8	21. 0	9. 8	20. 8	44. 0	84. 1	108. 5	93. 8	708

Tabella 2 Precipitazioni medie mensili

4.1 INQUADRAMENTO PEDOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

Lo studio delle caratteristiche geopedologiche di un ambiente è necessario per determinare le suscettività ai diversi usi antropici delle aree del territorio in esame. Partendo da informazioni esistenti sulla geologia, sulla pedologia, sulla vegetazione del territorio, è stato pertanto effettuato uno studio delle unità paesaggistico ambientali presenti, determinando infine la caratterizzazione e la distribuzione dei suoli nel territorio.

Preliminarmente è stata operata una raccolta della cartografia tematica già esistente, utilizzabile come documentazione di base su cui impostare ed elaborare lo studio pedologico dell'area oggetto di intervento.

Lo studio ha richiesto le seguenti fasi di lavoro:

ricerca dati

Inquadramento pedologico tratto dalla dei suoli della Regione Sardegna in scala 1:250.000 (Aru; Baldaccini; Vacca - 1991)

classificazione dei suoli

Inquadramento sulla base della vegetazione in scala 1:10.000 (nostra elaborazione)

fotointerpretazione da foto aeree

verifiche di campagna

La Carta pedologica della Sardegna è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici. Sono stati adottati due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989).

Nel primo caso il livello di classificazione arriva al Sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e paesaggio, i principali processi pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro.

L'area in esame ricade nelle seguenti unità cartografiche:

Unità cartografica n. 4: in questa unità è ubicata la stazione elettrica. Unità caratterizzata da Substrato costituito da metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante; la morfologia varia da forma aspre a sub pianeggiante, con suoli a reazione sub acida. Limitazioni d'uso dovuti a tratti di rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, forte pericolo di erosione. Le attitudini sono riconducibili

alla conservazione e ripristino della vegetazione naturale, riduzione graduale del pascolamento e a tratti colture agrarie. La classe di capacità d'uso è VII-VI.

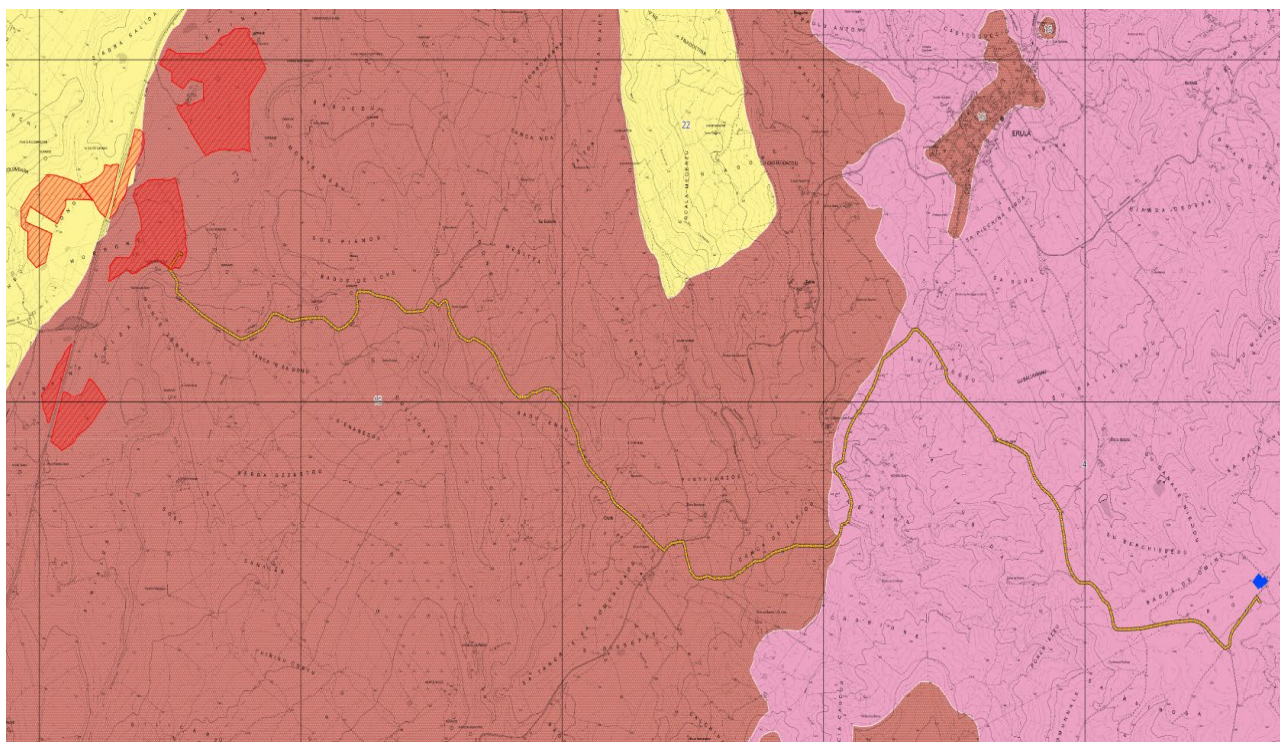
Unità cartografica n. 15: in questa unità sono ubicate le aree di progetto (pannelli) che ricadono parte nel territorio del comune di Chiaramonti e parte nel territorio del comune di Martis. Unità caratterizzata da Substrato costituito da rocce effusive acide (rioliti, riodaciti, ignimbriti) del Cenozoico e relativi depositi di versante; la morfologia varia da forma aspre a sub pianeggiante, con suoli a reazione neutra. Limitazioni d'uso dovuti a rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, drenaggio lento, forte pericolo di erosione. Le attitudini sono riconducibili ripristino della vegetazione naturale, riduzione od eliminazione del pascolamento. La classe di capacità d'uso è VI-VII-VIII.

Unità cartografica n. 22: in questa unità sono ubicate le aree di progetto (pannelli) che ricadono nel territorio del comune di Martis. Unità caratterizzata da Substrato costituito da marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali; morfologia costituita da forme ondulate sulle sommità collinari e in corrispondenza dei litotipi più compatti, con suoli a reazione sub alcalina. Limitazioni d'uso dovuti rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro e di carbonati, forte pericolo di erosione. Le attitudini sono riconducibili a pascoli migliorati con specie idonee ai suoli a reazione subalcalina; possibili impianti di specie arboree resistenti all'aridità. La classe di capacità d'uso è VI-VII.

Unità Cartografica 4	Descrizione dei suoli	Il profilo è di tipo A-C, A-Bw-C e A-Bt-C. Substrato costituito da metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante. Profondità da poco a mediamente profondi, tessitura da franco-sabbiosa a franco-argillosa, struttura poliedrica subangolare e grumosa, da permeabili a mediamente permeabili, erodibilità elevata, reazione subacida, carbonati assenti, sostanza organica media, capacità di scambio cationico da media a bassa, saturazione in basi parzialmente desaturati
	Suoli predominanti	Typic, Dystric e Lithic Xerorthents; Typic, Dystric e Lithic Xerochrepts
	Classi di uso del suolo	VII - VI
	Limitazioni	A tratti rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, forte pericolo di erosione.
	Attitudini	Conservazione e ripristino della vegetazione naturale, riduzione graduale del pascolamento, a tratti colture agrarie.
Unità Cartografica 15	Descrizione dei suoli	Il profilo è di tipo A-C e A-R. Substrato costituito da rocce effusive acide (rioliti, riodaciti, ignimbriti) del Cenozoico e relativi depositi di versante. Poco profondi, tessitura da sabbioso-franca a franco-argillosa, struttura poliedrica subangolare, da permeabili a mediamente permeabili, erodibilità elevata, reazione neutra, carbonati assenti, sostanza organica media, capacità di scambio cationico da bassa a media, saturazione in basi saturi
	Suoli predominanti	Rock outcrop, Lithic Xerorthents
	Classi di uso del suolo	VI-VII-VIII.
	Limitazioni	Roccosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, drenaggio lento, forte pericolo di erosione
	Attitudini	Ripristino della vegetazione naturale; riduzione od eliminazione

		del pascolamento
Unità Cartografica 22	Descrizione dei suoli	Profili A-C, A-Bw-C. Substrato costituito da marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali. Poco profondi, tessitura da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa, erodibilità elevata, carbonati elevati, sostanza organica scarsa, permeabili, reazione sub alcalina, saturi
	Suoli predominanti	Lithic Xerorthents; Rock outcrop.
	Classi di uso del suolo	VI - VII
	Limitazioni	Rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, ec-cesso di scheletro e di carbonati, forte pericolo di erosione
	Attitudini	Pascoli migliorati con specie idonee ai suoli a reazione subalcalina; possibili impianti di specie arboree resistenti all'aridità

Tabella 3: Sintesi delle unità cartografiche pedologiche




LEGENDA




Impianto Agrivoltaico "19185 - Martis"

-  Area di progetto
-  Cavidotto
-  Stazione elettrica

Paesaggi su metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante

-  4 - Typic, Dystric, Lithic Xerorthents e Typic, Dystric, Lithic Xerochrepts, subordinatamente Palexeralfs e Haploxeralfs, Rock Outcrop, Xerofluvents

Paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e loro depositi di versante e colluviali

-  13 - Rock Outcrop, Lithic Xerorthents, subordinatamente Lithic Xerochrepts
-  15 - Rock Outcrop, Lithic Xerorthents, subordinatamente Xerochrepts
-  17 - Andic e Typic Xerochrepts, Typic subordinatamente Eutrandspts

Paesaggi su marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali

-  22 - Lithic Xerorthents, Rock Outcrop, subordinatamente Xerochrepts
-  23 - Typic, Vertic, Xerochrepts, Typic Xerorthents, subordinatamente Xerofluvents

Paesaggi su alluvioni e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei dell'Olocene


-  29 - Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluvents, subordinatamente Xerochrepts

Figura 3 -: Stralcio carta pedologica in scala 1:250.000 (Aru et altri 1991) - Nostra elaborazione

4.3 CLASSIFICAZIONE DEI TIPI PEDOLOGICI E ATTITUDINE D'USO DELL'AREA DI INTERVENTO

Nell'area in esame i tipi pedologici possono essere ricondotti fondamentalmente ai seguenti 3 sottogruppi di suoli:

ROCK OUTCROP

LITHIC XERORTHENTS

XEROCHREPTS subordinatamente

Questi suoli caratterizzano le aree caratterizzano i terreni dell'Anglona e del Logudoro, e si riscontrano sui substrati del terziario (Cenozoico) e quaternario (Miocene).

L'evoluzione dei suoli con formazione di profili A-C ed A-R per i substrati del terziario e profili A-C ed A-Bw-C per quelli del quaternario. La fertilità generale è molto bassa e debole risulta la capacità di trattenuta per l'acqua. L'erosione è molto diffusa ed intensa perché queste aree sono sottoposte spesso ad incendi e sovra pascolamento. Suoli da permeabili a mediamente permeabili.

Le attitudini sono riconducibili al ripristino della vegetazione naturale, riduzione od eliminazione del pascolamento; dove possibile utilizzo dei pascoli migliorati con specie idonee ai suoli a reazione subalcalina mentre la possibilità di impianti arborei è legata a specie che ben sopportano l'aridità.

La tessitura dei suoli oggetto di esame varia da sabbioso-franca a franco-argillosa. L'eccesso di scheletro, provoca talvolta un drenaggio molto lento. Sussiste infine un elevato pericolo di erosione.

5. INQUADRAMENTO USO DEL SUOLO

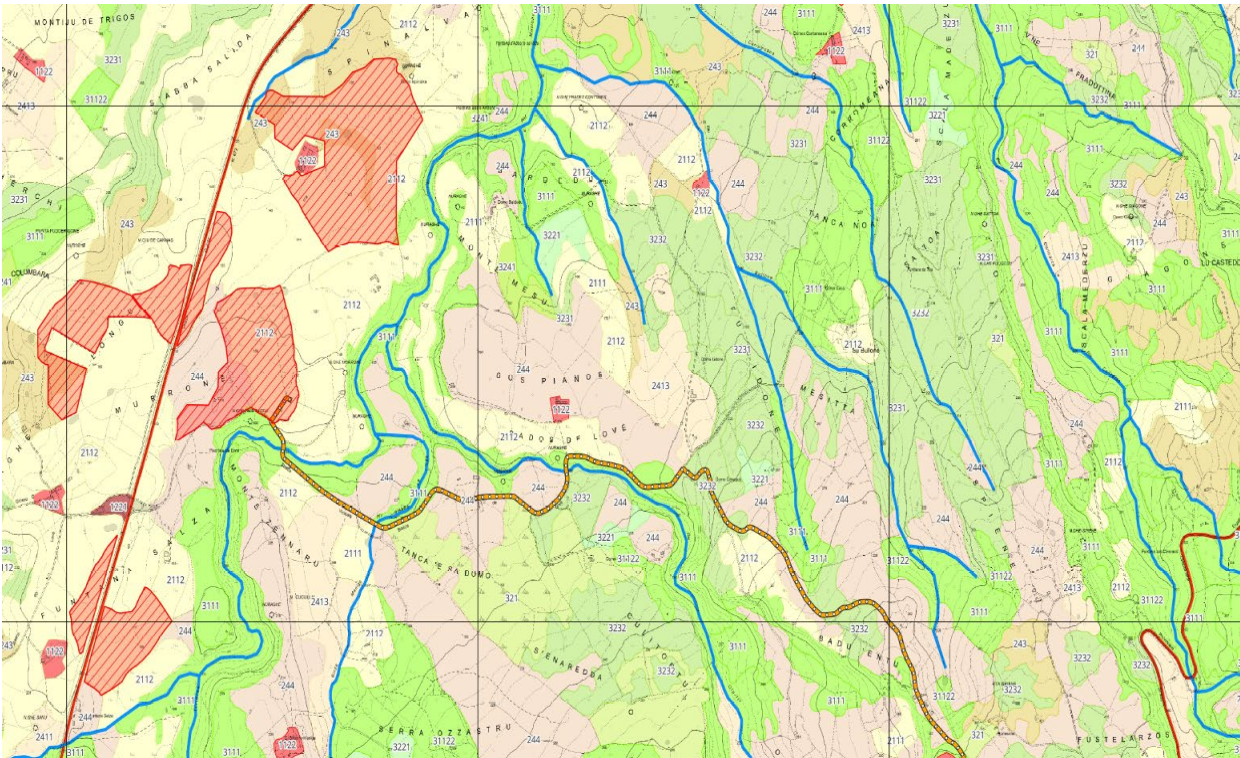
L'area vasta in cui andrà ad inserirsi il progetto è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante ed è principalmente utilizzata per colture agrarie estensive (principalmente erbacee) destinate alle attività zootecniche. Nel dettaglio l'area in esame è codificata secondo il PPR come area agroforestale codice 3c (Colture erbacee specializzate).

In linea generale i lavori di installazione delle strutture atte alla produzione di energie rinnovabili prevedono modeste operazioni di scavo che interessano solo la parte corticale della superficie del sito.

L'uso del suolo è stato messo in correlazione all'area di sedime dell'impianto ed alla viabilità a servizio dello stesso ed infine estesa all'area vasta.

Per definire l'uso del suolo è stata presa esame la carta dell'uso del suolo della regione Sardegna redatta nel 2008 con zoom in scala 1:25.000, integrata e corretta e rivisitata con nostra elaborazione mediante fotointerpretazione sulla base delle ortofoto del 2013 con zoom in scala 1: 5.000 e l'ausilio di google earth (ortofoto nel 2022).

L'impianto ricade in gran parte all'interno di superfici classificate con il codice 2111 (Seminativi in aree non irrigue) ed in minima parte su superfici classificate con il codice 2112 (Prati artificiali), 243 (Aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali importanti) e 244 (Aree agroforestali).



LEGENDA













Impianto Agrivoltaico "19185 - Martis"

-  Area di progetto
-  Caviodotto
-  Stazione elettrica

Feature lineari

-  1221 - Reti stradali e spazi accessori
-  1222 - Reti ferroviarie e spazi annessi
-  5111 - Fiumi, Torrenti e Fossi

Feature poligonali

-  131 - Aree estrattive
-  143 - Cimiteri
-  221 - Vigneti
-  222 - Frutteti e frutti minori
-  223 - Oliveti
-  242 - Sistemi colturali e particellari complessi
-  243 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
-  244 - Aree agroforestali
-  313 - Boschi misti di conifere e latifoglie
-  321 - Aree a pascolo naturale
-  5122 - Bacini artificiali
-  31122 - Sugherete

-  1112 - Tessuto residenziale rado
-  1121 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme
-  1122 - Fabbricati rurali
-  1211 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali e spazi annessi
-  1221 - Reti stradali e spazi accessori
-  1224 - impianti a servizio delle reti di distribuzione
-  2111 - Seminativi in aree non irrigue
-  2112 - Prati artificiali
-  2121 - Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
-  2411 - Colture temporanee associate all'olivo
-  2413 - Colture temporanee associate ad altre colture permanenti
-  3111 - Bosco di latifoglie
-  3121 - Bosco di conifere
-  3122 - Arboricoltura con essenze forestali di conifere
-  3221 - Cespuglieti e arbusteti
-  3222 - Formazioni di ripa non arboree
-  3231 - Macchia mediterranea
-  3232 - Gariga
-  3241 - Aree a ricolonizzazione naturale
-  3242 - Aree a ricolonizzazione artificiale

Figura 4 - Inquadramento area su base Carta dell'Uso del suolo

6. DESTINAZIONE D'USO AGRICOLA ATTUALE DELL'AREA DI INTERVENTO

La morfologia del terreno si presenta prevalentemente media collina con una lieve movimentazione del paesaggio e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di terreni coltivati, che si alternano ad aree seminaturali di macchia mediterranea.

Il paesaggio agrario nell'area di studio è disegnato in maniera netta dalla mano dell'uomo, a partire dai confini dei campi, per proseguire nelle sue forme e nelle sistemazioni idrauliche di collina. I campi presentano spesso forma piuttosto regolare e i loro confini sono segnati in alcuni casi dalla presenza di siepi di alta macchia mediterranea costituita spesso da lentisco.

Il paesaggio dell'area d'interesse e dell'area vasta è stato profondamente modificato dall'azione antropica e resta poco del paesaggio originario. Sono da riferire al sistema paesaggistico naturale i tratti del torrente che scorre non molto distante dall'area di impianto.

La formazione forestale potenziale è riconducibile alla Serie Sarda Termo–Mesomediterranea della Sughera, ovvero nel Galio scabri-*Quercetum suberis*. Questi sono mesoboschi a *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phyllirea latifolia*, *Myrtus communis*.

Questa associazione è divisa in due sub associazioni, la subass. tipica *quercetosum suberis* e la subass. *rhamnetosum alaterni*. La sua articolazione è leggibile nelle rare forme di degradazione della macchia mediterranea presente nell'area.

I terreni coinvolti ospitano allevamenti di ovini appartenenti alla razza sarda, allevati con il metodo semi estensivo, che, come si vedrà più avanti, saranno in grado di sviluppare delle importanti sinergie con l'impianto agrivoltaico proposto.

Sulla scorta delle informazioni assunte anche in sede di sopralluogo, la maggior parte delle superfici che risultano classificate dalla carta UdS della RAS 2008 con il codice 2111 (Seminativi in aree non irrigue) ed in minima parte su superfici classificate con il codice 2112 (Prati artificiali), 243 (Aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali importanti) e 244 (Aree agroforestali).

L'analisi diacronica delle foto aeree storiche disponibili su Geoportale della Regione Sardegna evidenzia come dall'anno 1977 le superfici agricole dei terreni interessati siano sempre state adibite a seminativi non irrigui e a pascolo. Nella foto aerea del 2006 si può facilmente osservare che la totalità delle superfici presentano una

destinazione d'uso come seminativo, allo stesso modo dalla foto aerea del 2022 si rileva che quasi tutte le superfici presentano una destinazione d'uso come seminativi autunno vernini, le quali vengono destinate a riposo ad anni alterni.



Figura 5 - Inquadramento area su base foto aerea anno 1977



Figura 6 - Inquadramento area su base foto aerea anno 1988



Figura 7 - Inquadramento area su base foto aerea anno 2010

Le foto che seguono, effettuate nel mese di novembre 2023, sono esemplificative della gestione all'attualità, le stesse confermano la gestione agronomica a seminativi per uso zootecnico.



*Figura 8 - Superfici con destinazione d'uso a seminativi non irrigui in prossimità dell'agriturismo Spinalva
(nov-2023)*



Figura 9 - Superfici con destinazione d'uso a seminativi non irrigui(nov-2023)



Figura 10 - Superfici con destinazione d'uso a pascolo(sett-2023)

7. ANALISI DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE ATTUALI

Le aree oggetto di intervento all'attualità sono utilizzate per il pascolamento e per la produzione di foraggi destinati all'allevamento ovino.

La produzione delle foraggere è destinata quasi esclusivamente al soddisfacimento del fabbisogno delle aziende zootecniche proprietarie dei fondi rustici. La superficie totale lorda dei fondi agricoli interessate dall'impianto agrivoltaico è pari a ha 84.41.13

Le superfici sono all'attualità così coltivate:

circa 81.00.00 Ha, escluse quindi le tare, a coltivazioni foraggere avvicendate di leguminose e avena in asciutto alternate a pascolo;

Al fine di dare una scala di valutazione uniforme e confrontabile nelle diverse situazioni, si propone la stima del valore agronomico dei terreni costituenti l'area di intervento calcolando le Unità Foraggere (U.F) prodotte.

Allo stato attuale la produzione foraggera è quella indicata nella seguente tabella dal calcolo:

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto alternate a pascolo(media)	81.00.00	1.400	113.400
TOTALE			113.400

Tabella 01 – Riepilogo delle UF attuali prodotte

Attualmente, pertanto, il valore agronomico dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto, è pari a 76.516 Unità Foraggere.

A titolo esemplificativo, considerata l'esigenza nutritiva di un capo ovino adulto pari a 320 U.F/anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati circa 239 capi ovini, pari a circa 36 UBA (Unità bovine adulte).

TIPOLOGIA	Ettari	PS (€/Ha - Valori da tabella RICA)	PST
Coltivazioni foraggere avvicendate	81.00.00	€ 222,00	€ 17.982
TOTALE			€ 17.982

Tabella 02 – Riepilogo delle PST attuali

8. ANALISI DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE ATTUALI

Come riportato nelle linee guida del MITE un impianto agrivoltaico per essere definito tale devono rispettare determinati requisiti al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi:

- REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Secondo tali linee guida il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2.

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

Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità (cfr. Capitolo 4).

Per quanto riguarda il requisito A, il parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$\text{Agricola} \geq 0,7 \cdot \text{Stot}$$

Inoltre per garantire che un sistema agrivoltaico sia caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola si introduce un coefficiente che considera la **percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)**. Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40%:

$$\text{LAOR} < 40\%$$

Per quanto riguarda la continuità dell'attività agricola, quest'ultima è assicurata dalla presenza delle aziende agricole che attualmente coltivano il fondo.

Per quanto riguarda i requisiti B, C e D, E maggiori informazioni verranno riportate nei paragrafi successivi.

Nella tabella sottostante vengono riportate le informazioni inerenti le aree occupate dall'impianto in progetto e la rispondenza ai requisiti sopra menzionati.

La coltivazione del fondo, avverrà effettuata anche nella parte sottostante gli stessi "addentrandosi" per un metro in entrambi i lati, aspetto possibile con i pannelli in posizione parallela all'inclinazione del suolo, posizione che dovrà essere mantenuta durante le operazioni colturali (lavorazioni, semina, sfalcio e fienagione)

Area occupata effettuando le coltivazioni fino a 1 m sotto i pannelli		
N Stringhe	1462	212
Lunghezza stringhe	32,65	16,308
Larghezza stringhe (sup. non coltivabile)	4,714	4,714
Area stringhe	153,9121	76,87591
Sub1	241317,18	m2
Superficie totale ingombro impianto agrivoltaico (Spv)	241317,18	m2
Spazio tra stringhe	2,526704	m2
N Spazi	1674	
Sub2	4229,70	m2
Cabine	20	m2
N Cabine	15	
Area tecnica	2390	
Sub 3	2690,00	m2
Strada Lungh	6110	m
Strada Largh	3	m
Sub 4	18330,00	m2
Superficie occupata totale	266566,89	m2
Superficie totale del fondo agricolo	844113,00	m2
Superficie coltivabile sotto i pannelli (1m per lato)	102383,19	m2
Superficie agricola coltivabile	679929,31	m2
0,7x Stot =	590879,10	m2
LAOR= Sup. Tot. Ingombro impianto agrivoltaico (Spv)/ Sup. Tot. del fondo agricolo (S tot)	0,29	
Superficie agricola > 0,7 x S.tot	80,55%	
LAOR ≤ 40%	29%	

Tabella 03 – Superfici occupate dai pannelli fotovoltaici, sup. coltivabili e calcolo del LAOR

Dalla tabella si evince che il requisito *Sagricola* $\geq 0,7 \cdot Stot$ è pienamente rispettato.

9. STIMA DELLE PRODUZIONI AGRONOMICHE OTTENIBILI DALLE AREE OCCUPATE DALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Dal punto di vista agronomico, il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrivoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere rimesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Al fine di raggiungere l'obiettivo e migliorare l'intera superficie attualmente destinata a coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto e pascolo, migliorandole mediante avvicendamento in superfici a "prato pascolo polifita poliennale".

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine da renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita poliennale.

Il prato pascolo polifita poliennale rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica.

Le superfici a prato-pascolo sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino).

Questa forma gestionale è compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente non utilizzabile per le coltivazioni in quanto occupato dalle opere infrastrutturali inerenti all'impianto agrivoltaico, risulterà pari a circa il 19% dell'intera superficie e pertanto risulterà utilizzabile per la coltivazione a prato-pascolo migliorato e seminativi per una superficie pari a 67,99 ettari, con una distribuzione di circa 30 ettari a seminativi e circa 37 ettari a prato polifita poliennale con rotazioni pari a circa 5-7 anni

Pertanto l'obiettivo è migliorare anche il livello di fertilità "naturale" del suolo delle superfici attualmente sottoposte quasi esclusivamente a seminativi da oltre 30 anni

Non ultimo anche le aree fino a 1 metro sotto la proiezione al suolo dei pannelli saranno comunque destinate alla coltivazione e al pascolo ovino.

L'azione di miglioramento diretta 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 (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per

l'ottenimento del prato permanente polifita poliennale si privilegeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, le stesse in grado di immobilizzare l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.

In particolare, si provvederà all'inserimento tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda *Trifolium subterraneum* capace oltretutto di autoriseminarsi e che, possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.

Dall'altro lato, durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che, dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio saranno ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini. Verranno evitati in modo tassativo condizioni di sovra pascolamento.

Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo, come è comprensibile, un miglioramento agronomico della superficie agricola.

Infatti, il valore nutrizionale di un fieno di prato migliorato e bilanciato nella composizione floristica, ricco di essenze leguminose che apportano un notevole miglioramento al valore proteico del fieno, ne fanno aumentare notevolmente il valore nutrizionale.

Pertanto, al netto delle superfici che non sono direttamente utilizzabili come prato migliorato, in quanto occupate dalle infrastrutture, considerata la produzione unitaria espressa in U.F del prato migliorato, si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio:

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Prato pascolo polifita migliorato	37.00.00	2.240	82.880
Coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto	30.00.00	1.400	42000
TOTALE			124.880

Tabella 04 – Riepilogo delle UF producibili

Il valore agronomico del terreno, secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 10%.

A titolo esemplificativo, considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F/anno, potenzialmente nei terreni potrebbero essere allevati 390 capi ovini.

TIPOLOGIA	Ettari	PS (valori da tabella RICA)	PST

Prato pascolo polifita migliorato	37.00.00	€ 360	€ 13.320,00
Coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto	30.00.00	€ 222,00	€ 6.660,00
TOTALE			19.980,00

Tabella 05 – Riepilogo delle PST ottenibili

Pertanto, in seguito alle migliorie derivanti dalle azioni proposte, il valore medio complessivo della produzione agricola registrata sull'area ovvero i valori della produzione standard secondo le tabelle RICA per la Regione Sardegna sarà pari a €. 19.980,00.

La produzione Standard Totale (PST) viene incrementata di circa il 10%

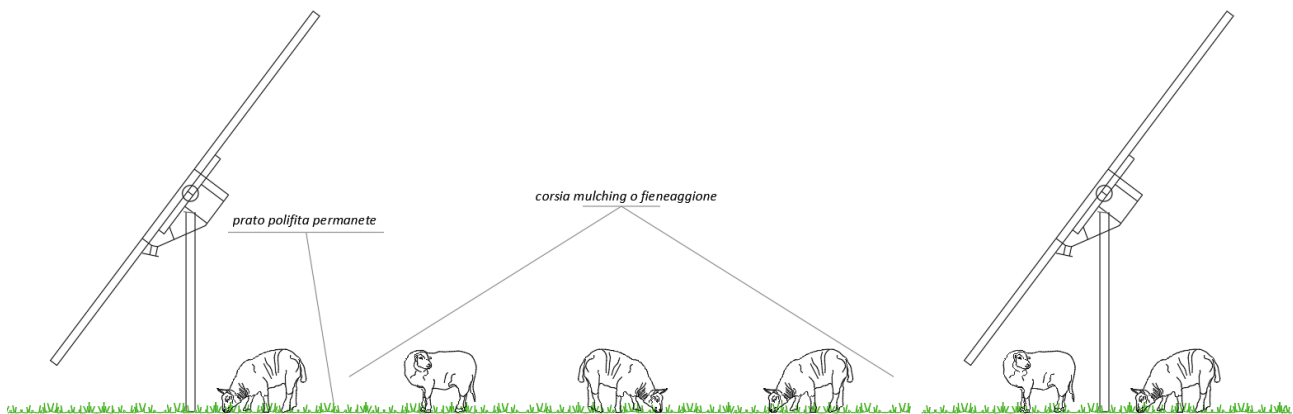


Figura 11 - Particolare esemplificativo del pascolamento

L'importanza del prato pascolo migliorato permanente è legata a due principali fattori: biodiversità e cambiamento climatico. Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli agroecosistemi a più alta biodiversità, per la presenza di numerose specie vegetali e soprattutto animali in cui, a partire dagli artropodi, trovano rifugio e risorse alimentari. Allo stesso tempo, il mantenimento di un prato stabile contribuisce al sequestro del carbonio e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Infatti, molti studi dimostrano che superfici di suolo non coltivate in maniera tradizionale e mantenute a prato stabile consentono un sequestro del carbonio pari a oltre 1.740 g/m².

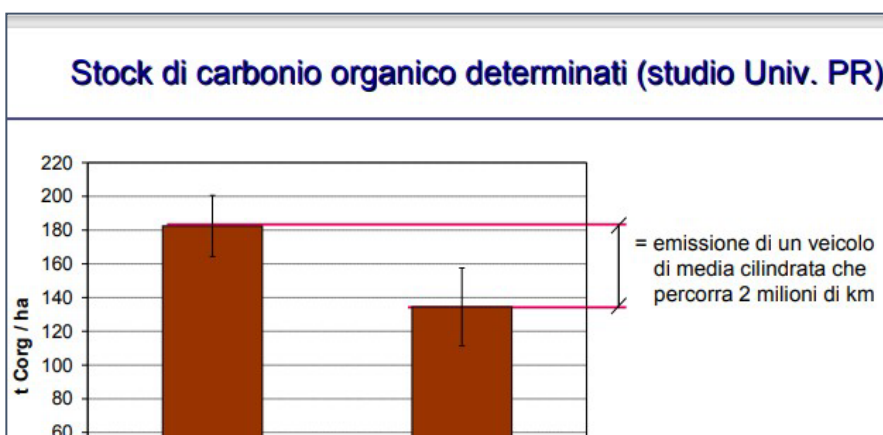


Figura 12 - Stock di carbonio organico determinati (fonte studio Univ. PR)

Tale pratica viene definita *Carbon Farming* e l'Unione Europea sta già pensando a sistemi di incentivazione attraverso un quadro normativo per la certificazione degli assorbimenti di carbonio basato su una contabilizzazione del carbonio solida e trasparente al fine di monitorare e verificare l'autenticità degli assorbimenti.

Due volte l'anno, la vegetazione erbacea che cresce sotto i pannelli sarà sfalciata e sminuzzata avendo cura di non lasciare nudo il suolo, con mezzi meccanici senza l'utilizzo di diserbanti chimici, i residui vegetali triturati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del "Mulching" in modo da mantenere uno strato di materia organica sulla superficie pedologica, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici, che sarà emunta dai pozzi artesiani e freatici esistenti, contribuendo in tal modo ad attenuare i processi di desertificazione in atto. Si deve inoltre considerare che: sebbene i pannelli creino ombra per le colture, le piante richiedono solo una frazione della luce solare incidente per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi. Troppa luce solare ostacola la crescita del raccolto e può causare danni. La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici, inoltre l'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo, particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi, privi, come nel caso di specie, della possibilità di utilizzare per tutte le superfici coinvolte irrigazioni artificiali.

A seconda del livello di ombreggiamento, è stato osservato un risparmio idrico del 14-29%. Lo dimostrano i primi test fatti in una prova sperimentale da Enel Green Power (Egp), in team con l'Università degli Studi di Napoli Federico II e con Novamont.

L'esperimento è in corso, iniziato a gennaio 2022, in Grecia, a Kourtesi, un paesino rurale nel Sud del Paese. I primi risultati sono stati presentati di recente alla Conferenza Mondiale per la Conversione dell'Energia Fotovoltaica (Wcpec-8) che si è tenuta a Milano, coordinata da Alessandra Scognamiglio, ricercatrice di Enea. Riducendo



l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose.

Si segnala inoltre che la previsione del pascolamento turnato delle superfici ha un importante risvolto per il rilascio diretto in campo delle feci del bestiame.

Questo aspetto da un lato contribuisce all'apporto di sostanza organica nel terreno, dall'altro limita la gestione dei quantitativi di reflui zootecnici prodotti in stalla il tutto a beneficio della migliore sostenibilità ambientale.



10. INTERVENTI COLTURALI PER LA REALIZZAZIONE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA POLIENNALE

Al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi di incremento del valore agronomico dei terreni, favorire il totale ripristino e conseguente miglioramento del suolo agrario, mitigando anche la potenziale alterazione del microclima e nel contempo prevenendo fenomeni di erosione e deterioramento del suolo, si intende procedere prima della posa dei pannelli FTV con la coltivazione delle superfici a prato pascolo polifita. A tal fine prima della semina dovranno essere attuate una tantum le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni.

Spietramento dei terreni mediante andanatore di sassi e macchina raccogli sassi;

Realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;

Realizzazione di livellamento superficiale;

Concimazione di fondo con concimi organo minerali + micro elementi a lenta cessione del tipo protetto;

Aratura superficiale;

Semina, erpicatura e rullatura.

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 con sistema a battipalo senza la necessità di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina lo *status quo ante* del terreno agrario.

9.1 LAVORAZIONI AGRONOMICHE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA

Le operazioni di coltivazione del prato sono riconducibili all'insieme dei lavori agricoli necessari per il corretto ottenimento del prodotto agricolo costituito dal fieno di prato migliorato.

Le operazioni colturali previste distribuite nel corso dell'anno sono le seguenti:

Mese	Operazione colturale	Descrizione
Maggio/Giugno	Fienagione	Trattore con falciatrice, falciatrice semovente; pressatura fieno, raccolta fieno
Maggio	Trinciatura	Pulizia sotto la proiezione a terra dei pannelli, ove non è possibile operare la fienaggione con trincia meccaniche o decespugliatore manuale (in corrispondenza dei pali di sostegno dei tracker);
Ottobre	Trinciatura	Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato migliorato
Novembre	Concimazione (in caso di carenze manifeste)	Distribuzione di copertura di concimi organo-minerali con ausilio di trattore e spandiconcime
Dicembre	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Gennaio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Febbraio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Marzo	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Aprile	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti

Tabella 05 – Riepilogo delle lavorazioni agronomiche

Con cadenza pluriennale si faranno delle operazioni di trasemina e/o semina su sodo (sod seeding), degli arieggiamenti ove necessari.

L'azione di miglioramento diretta 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 (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente polifita si sceglieranno uno specifico miscuglio composto da leguminose e graminacee perenni che consente un uso per tagli e per pascolo. In linea generale il miscuglio sarà composto per il 60% da leguminose e per il 40% da graminacee.

Il miscuglio nelle singole specie (Es Trifolium, Lolium, Vicia, Avena, Tricolsegale, etc scaturirà dalla verifica dei parametri caratterizzanti il contesto di intervento e principalmente: ph, struttura del terreno, disponibilità idrica.

In particolare si ricorrerà all'uso di miscugli che sono sottoposti a concitura con rizobi specifici alle caratteristiche chimico-fisiche riscontrate dal monitoraggio pedologico (cfr. par. 3.4).

Un ruolo fondamentale per gli obiettivi agronomici di medio e lungo periodo lo svolgeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, l'azoto atmosferico nel suolo, a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee (consociazione).



Figura 13 – Particolare dei noduli radicali causati dai rizobi su trifoglio (fonte fertiprado)

In particolare si provvederà all'inserimento di miscugli tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda, il trifolium subterraneum capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente", ad arrestare l'erosione superficiale.

Il programma di gestione agronomica vuole evidenziare che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà, consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico e ambientale della superficie in oggetto.

In particolare il prato permanente aumenta la dotazione di acidi organici e altre sostanze (essudati) emesse dalle radici che portano ad un miglioramento della disponibilità e assorbimento di molti elementi minerali. Per questo motivo, nella realtà pratica, nell'inerbimento permanente si osserva una migliore resistenza delle piante a fenomeni di clorosi semplicemente passando dalla lavorazione al mantenimento del cotico erboso.

I sinergici benefici della corretta attuazione e gestione agronomica della coltivazione del prato pascolo polifita permanente, porterà all'incremento della sostanza organica, esemplificata dall'immagine seguente.

SOSTANZA ORGANICA

- L'inerbimento ha inoltre il pregio di aumentare il livello di sostanza organica



Figura 14 – Raffronto schematico prato pascolo polifita Vs seminato (fonte fertiprado)

Si evidenzia infine, ma non certo per ordine di importanza che la presenza di un cotico erboso continuativo durante tutto l'anno consente di garantire la carrabilità della superficie senza che la struttura del terreno possa essere danneggiata.

Il pascolamento ovino contribuirà a rendere più puntuale l'utilizzo della biomassa foraggera, anche nelle aree più prossime alle infrastrutture portanti dei pannelli.

Inoltre il rilascio delle feci ovine contribuirà all'apporto del mulching, che contribuirà all'aumento della dotazione in sostanza organica del terreno.

Infine la coltivazione del prato pascolo polifita in ragione del basso livello di meccanizzazione in fase di gestione, contribuirà direttamente alla sostenibilità ambientale della gestione dei terreni riportati ad uno stato di produttività agricola.

Si prevede, inoltre, con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e contemporaneamente di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, di realizzare una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da olivo gentile (*Olea europaea*).

La fascia tampone e di mitigazione visiva sarà impiantata lungo i confini perimetrali dei singoli lotti dell'impianto agrivoltaico e avrà la funzione, come prima accennato, oltre che di mitigare e minimizzare l'impatto visivo dell'impianto stesso anche di ospitare, costituire rifugio e fornire risorse trofiche per la fauna selvatica eventualmente presente nel territorio.

I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una recinzione metallica, recinzione che sarà posizionata ad una altezza da terra di circa 20/30 cm, e dotata, in ogni caso, di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione adeguata, proprio per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all'interno dell'impianto.

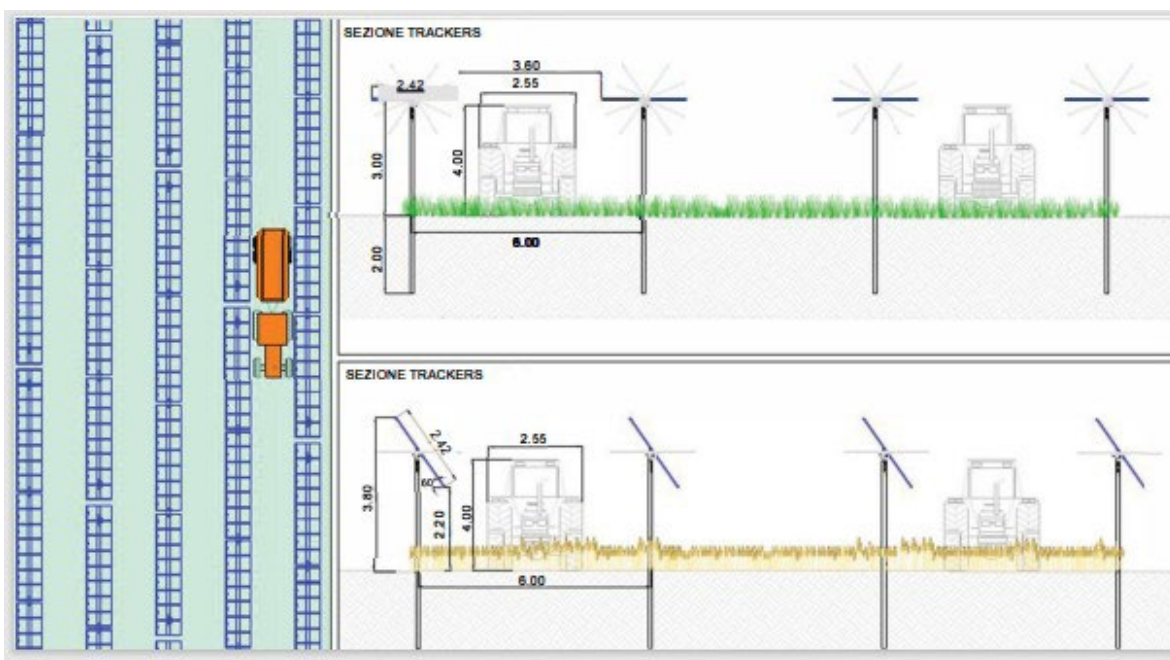


Figura 15 – Sezione Tracker utilizzato (adeguare a particolare specifico)

Di seguito sono riportate le specifiche tecniche dei macchinari agricoli utilizzati per la gestione delle superfici all'interno dell'impianto agrovoltaico



Figura 16 – Specifiche tecniche del trattore 6M a telaio corto

Mini-rotoimballatrici MOTORIZZATE

MOUNTAINPRESS 550 TML

È un'imballatrice che può essere collegata posteriormente a qualsiasi trattore, anche non fornita di PTO (presa di potenza).

MOUNTAINPRESS 550 TML è dotata di un motore termico da 10,0 kW (13,5 HP) ad avviamento elettrico, che permette di raccogliere, imballare, legare e scaricare le balle prodotte senza richiedere alla trattore alcuna potenza termica o idraulica supplementare. Tutti i comandi sono azionabili dal posto di guida. Un segnale acustico avverte l'operatore dell'avvenuta formazione della palla.

Accensione, legatura, apertura e chiusura della camera di pressione vengono azionate con una pulsantiera elettrica.

MOUNTAINPRESS 550 TML, grazie a una massa estremamente ridotta e ad un ottimo bilanciamento, può essere collegata posteriormente a mezzi quali ATV, QUAD, ESCAVATORI, CINGOLATI, GOLF CAR, ecc.

MOUNTAINPRESS 550 TML

DATI TECNICI

Lunghezza	1.950 - 2.250 mm
Larghezza	1.450 - 1.700 mm
Altezza	1.150 mm
Peso	430 kg
Produzione oraria balle	50 - 80
Raccoglitore	700 mm
Pneumatici	18,5 x 8,50/8" PR 6
Potenza motore termico	10,0 kW

EQUIPAGGIAMENTI DI SERIE

Fari • Legatura a rete • Contatore balle • Segnale acustico di formazione palla • Tenditori automatici per catene • Frizione salva catene • Timone regolabile in altezza e lunghezza • Pulsantiera elettrica per legatura, sollevamento del pick-up, apertura della camera, accensione e spegnimento del motore.

OPTIONAL

- Ruote rastrematrici
- Lubrificazione automatica delle catene.



Figura 17 - Specifiche tecniche della Mini-rotoimballatrice 550TML



Figura 18 – Immagine della falciatrice anteriore e larghezze delle andane realizzabili

11. IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

Gli impatti sulle componenti suolo e sottosuolo sono legati a potenziali alterazioni delle caratteristiche pedologiche nel corso del tempo dovute alle attività di installazione dell'impianto (scavi per realizzare cavidotti e viabilità e dagli scotichi e livellamenti del terreno) e alla potenziale contaminazione dovuta ad incidenti. Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche delle aree prima dell'installazione dei moduli, sarà predisposto uno specifico studio, mirato alla classificazione della capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, anche attraverso analisi di laboratorio su un numero congruo di campioni, sulla base del quale prevedere un piano di monitoraggio che consenta di verificare l'andamento delle proprietà pedologiche più significative nei confronti di eventuali impatti dell'opera durante gli anni attesi di esercizio.

Inoltre, in fase di esecuzione degli scavi si dovranno attuare le seguenti misure:

- porre cautela nell'esecuzione degli scavi
- eliminare i materiali aventi caratteristiche geotecniche scadenti quali ad esempio materiali limosi o torbosi ed adottare opportuni accorgimenti costruttivi;
- evitare l'accumulo anche temporaneo di inerti al di fuori delle aree interessate dai lavori;
- curare che lo strato del suolo superficiale più fertile venga accantonato per essere reimpiegato nelle operazioni di ripristino dell'area e protetto tramite teli dalla erosione eolica;
- curare la regimazione delle acque superficiali in modo da evitare il ruscellamento e problemi legati al ristagno idrico.

L'impatto in fase di esercizio sarà positivo in quanto le superfici coltivate a prato polifita apporteranno un miglioramento nella fertilità del suolo, a vantaggio delle caratteristiche agronomiche e della produttività. Gli impatti in fase di rimozione sono analoghi a quelli della fase di costruzione, con il vantaggio finale della restituzione di suoli migliorati dal punto di vista della caratterizzazione pedologica. Alla dismissione dell'impianto i terreni avranno infatti ottenuto un incremento della fertilità rispetto allo stato attuale.

Per mitigare l'impatto visivo dell'impianto verrà realizzata una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree di olivo. L'impianto sarà messo a dimora in mediante fitocelle di 2-3 anni a una distanza di 1,5 metri l'una dall'altra per una lunghezza di 11653 metri e uno sviluppo totale di 46612 mq, considerando una fascia di



Comune di Martis e Chiaramonti
Provincia di Sassari
REGIONE SARDEGNA
Studio d'Impatto Ambientale



pertinenza di circa 4 metri di larghezza e che interesserà tutta la fascia perimetrale interessata dalla recinzione dell'impianto

12. AGRICOLTURA 4.0

L'agricoltura 4.0 è il risultato dell'applicazione di una serie di tecnologie innovative nel campo dell'agrifood, e può essere considerata come un "upgrade" dell'agricoltura di precisione. Questo grazie all'automatizzazione della raccolta, dell'integrazione e dell'analisi dei dati che provengono direttamente dai campi grazie a sensori e altre fonti.

Le tecnologie digitali 4.0 in questo contesto sono utili per supportare, grazie all'analisi dei dati, l'agricoltore nella sua attività quotidiana e nella pianificazione delle strategie per la propria attività, compresi i rapporti con tutti gli anelli della filiera, generando un circolo virtuoso in grado di creare valore, non solo per la singola azienda ma anche a cascata per i suoi partner.

Grazie a queste nuove soluzioni e all'applicazione delle tecnologie digitali, dall'IoT all'intelligenza artificiale, dall'analisi di grandi quantità di dati ai trattori a guida autonoma, fino all'utilizzo dei droni, le aziende agricole possono aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale della propria attività. L'inizio dell'applicazione di tecnologie per l'agricoltura di precisione in Italia risale agli anni '90: si tratta in pratica di utilizzare soluzioni digitali per interventi specifici, che tengano conto in particolare delle esigenze del suolo e delle piante. Il fine di questi interventi è quello di migliorare quanto più possibile la resa produttiva delle piantagioni e contenere sia i costi, che l'impatto ambientale.

Di questa categoria fanno parte, ad esempio, tutti gli interventi per rendere più efficiente l'irrigazione senza sprecare risorse idriche né far soffrire le piante, le tecnologie per il planting adattate alle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo su cui si interviene, la somministrazione di antiparassitari commisurate alle esigenze specifiche di ogni singola area e pianta, o di fertilizzanti soltanto nella quantità necessaria e nei tempi più utili.

Per queste ragioni l'agricoltura di precisione, oltre a essere il predecessore più prossimo dell'agricoltura 4.0, è anche uno dei cardini di quest'ultima, perché mette le basi per adattare i processi produttivi alle singole necessità grazie a interventi mirati e tempestivi in grado di adattarsi alle esigenze del momento. La base per rendere più efficaci queste tecnologie è l'utilizzo in tempo reale dei dati che provengono dai campi. Grazie ai sensori che possono trasmettere informazioni, installati sui campi o sulle macchine agricole, sarà infatti possibile prendere decisioni tempestive ed efficaci, che potranno essere affidate anche a sistemi automatizzati. In linea generale, i principali vantaggi dell'agricoltura 4.0 sono quelli, come dicevamo, di una razionalizzazione dell'uso delle risorse, e quindi principalmente economici per le aziende della filiera.

Ma un percorso dei prodotti, dal campo alla tavola, improntato a massimizzare la sostenibilità, ha un impatto positivo anche sulla salute, dal momento che sarà possibile portare fino ai consumatori finali prodotti più controllati e più freschi rispetto a quanto avviene con le tecniche tradizionali. Per quantificare questi vantaggi, si parla di un

risparmio attorno al 30% per gli input produttivi e di un aumento del 20% della produttività, con un utilizzo molto limitato di sostanze chimiche.

Puntando poi l'attenzione sull'utilizzo dei dati, c'è da aggiungere che poter contare sull'analisi in tempo reale delle informazioni che provengono dai campi è estremamente utile per gestire ogni attività legata all'agricoltura in modo più veloce e quindi anche efficiente.

Grazie all'analisi dei dati, infatti, sarà possibile improntare al massimo dell'efficienza l'utilizzo delle macchine agricole, o utilizzare soltanto la quantità di acqua necessaria, senza sprechi.

Grazie allo stesso set di informazioni, inoltre, sarà possibile prevenire le patologie delle piante o contrastarne i parassiti, limitando i danni nel momento in cui si dovessero verificare problemi grazie al monitoraggio costante e simultaneo delle coltivazioni. Ed è bene sottolineare che si tratta di vantaggi che si possono ottenere indipendentemente dal tipo di coltura.

Di seguito sono illustrate alcune delle tecnologie utili nella digital transformation delle aziende agricole.

Agrometeorologia

Parliamo in questo caso delle applicazioni che possono essere utilizzate per integrare nelle strategie di coltivazione le informazioni che provengono dalle previsioni meteo, grazie anche ad automatismi che possono trovare applicazione grazie alla raccolta e all'analisi in tempo reale dei dati provenienti dalle diverse fonti, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati.

Big Data

Si tratta dell'insieme delle informazioni che possono essere generate da strumenti diversi e che possono essere utili per efficientare la produzione. Questi dati possono provenire da fonti eterogenee, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati. La chiave è sempre la capacità di integrarli e analizzarli in real time, in modo da dare risultati affidabili da cui possa essere estratto o generato valore.

Blockchain

Parliamo in questo caso delle tecnologie della famiglia della Distributed Ledger Technology: sistemi che permettono ai nodi di una rete di raggiungere il consenso sulle modifiche di un registro distribuito in assenza di un ente centrale, in cui il registro distribuito è strutturato come una catena di blocchi contenenti transazioni. Si tratta di soluzioni particolarmente utili per la tracciabilità della produzione, dal campo alla tavola, certificando i requisiti dei prodotti in termini di sostenibilità.

Nello specifico, trattandosi, per l'impianto agrovoltaiico proposto, di superfici che saranno rese idonee ad ospitare la coltivazione del prato pascolo migliorato permanente, si intende porre in essere le attività di seguito descritte.

L'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione.

Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.

13. SISTEMI PER IL MONITORAGGIO

Come indicato nel documento "Linee guida in materia di impianti agrovoltaiici" pubblicato a giugno del 2022, a cura del gruppo di lavoro coordinato dall'ex Ministero della Transizione Ecologica – Dipartimento per l'energia, i valori dei parametri tipici relativi al sistema agrovoltaiico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. Pertanto, risulta necessaria una attività di monitoraggio sia per la verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti. Il DL 77/2021 ha previsto che sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrovoltaiico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate. Inoltre, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrovoltaiiche, il PNRR prevede il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

L'impianto in esame sarà, quindi, dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità

wireless dotate di sensori micro climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione. Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.



Figura 19 – Stazione principale e sensori meteo climatici.

Il sistema offrirà, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (in base alla coltura). Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore

affidabilità dei modelli agronomici. Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.

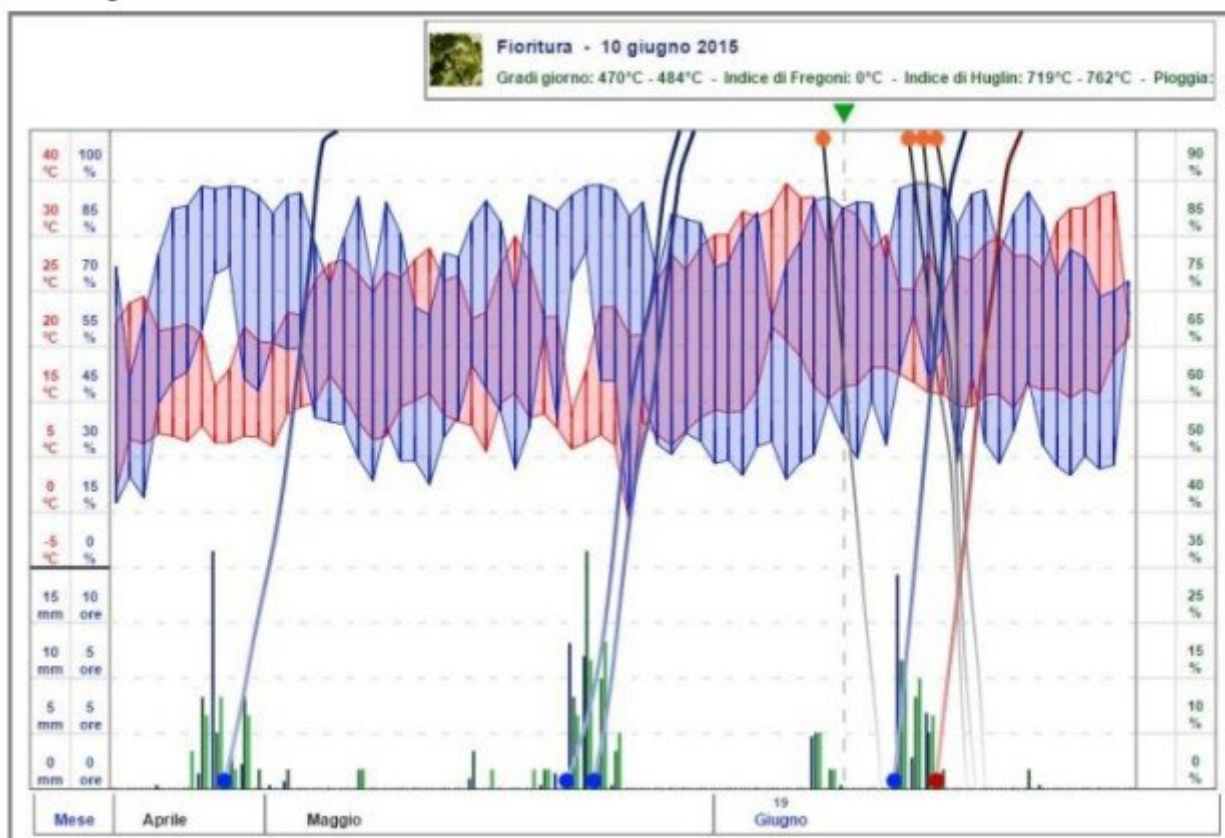


Figura 20 – Esempio di un grafico riguardante il rischio di infezione delle principali fitopatologie

Il sistema proposto prevede anche un modello di calcolo del fabbisogno idrico della pianta, in relazione alle condizioni meteo-climatiche ed allo stadio di sviluppo della coltura. Tramite tale modello, il sistema restituisce, giorno per giorno ed in ciascun punto di misura, il quantitativo di acqua persa per evaporazione dal suolo e traspirazione della pianta, traducendo le quantità in litri per metro quadrato. In aggiunta, i sensori volumetrici di misura dell'umidità del suolo consentono di misurare in modo accurato la percentuale di acqua nel terreno, a più profondità. Anche in assenza di impianto di irrigazione, queste informazioni sono di grande utilità per decidere le lavorazioni del terreno e la gestione dell'apparato fogliare.

Tutti i dati raccolti saranno archiviati permanentemente in apposito database. Sarà quindi possibile realizzare e stampare report annuali, con l'indicazione dei dati medi e cumulati delle varie grandezze meteorologiche, e comparare tali dati con le fasi indicate nell'agenda fenologica disponibile sul sistema, anno per anno.

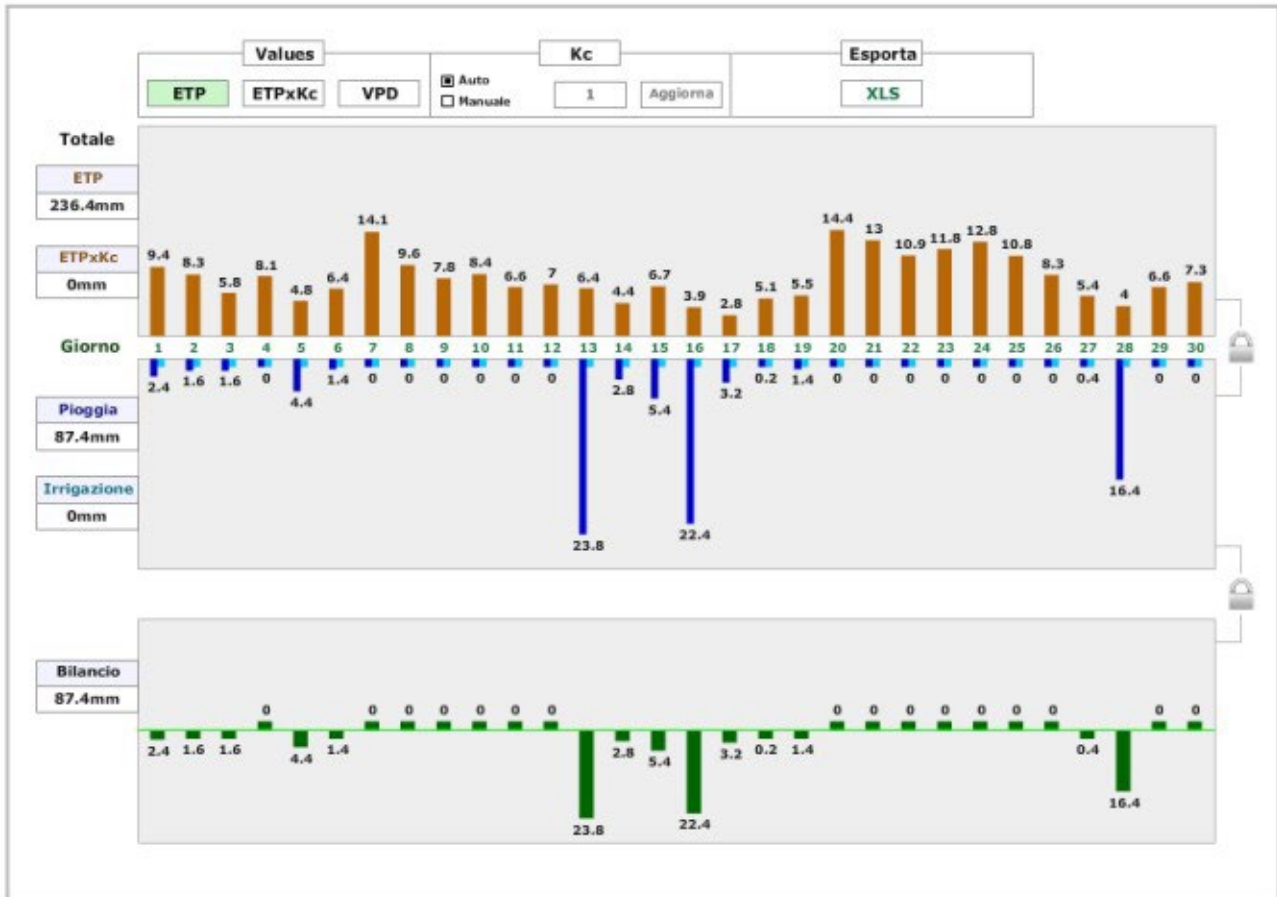


Figura 21 – Esempio di un grafico per il calcolo del fabbisogno idrico

Nell'impianto agrivoltaico proposto, saranno installate le seguenti apparecchiature:





Descrizione	
<p>Unità centrale AgriSense IoT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unità centrale con Pluviometro (pioggia in mm), Anemometro (intensità e direzione del vento), barometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) • Trasmissione dati 2G (opz. LTE-NBIOT) • 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 	
<p>N. 3 Unità wireless IoT con sensori meteo-climatici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unità wireless IoT con pluviometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed 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 	
<p>Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®</p>	
<p>Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®</p>	
<p>Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®</p>	
<p>Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®</p>	

Figura 22 – Elenco apparecchiature

Il sistema di gestione e le apparecchiature adottate, saranno inoltre utilizzati anche per la realizzazione e successiva gestione e manutenzione delle fasce verdi perimetrali.

14. SISTEMI PER IL MONITORAGGIO PEDOLOGICO

Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche e di fertilità del suolo delle aree prima dell'installazione dei pannelli FTV, sarà predisposto uno specifico studio mirato alla classificazione sito specifica della capacità d'uso attraverso un piano di monitoraggio pedologico.

Il Piano di monitoraggio di seguito proposto è rivolto all'individuazione, nelle diverse fasi d'opera (Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam), della risorsa suolo con riferimento alla fertilità chimico fisica e biologica in relazione all'opera in progetto, secondo le proprietà chimiche, fisiche e biologiche sito-specifiche.

A livello regionale, la Sardegna per la realizzazione della "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli" ha individuato una specifica metodologia di campionamento e analisi del suolo, descritta in maniera dettagliata all'interno della "Relazione metodologica"⁵ (edizione marzo 2014) redatta dall'Agenzia regionale per la ricerca e l'innovazione in agricoltura (AGRIS Sardegna), dall'Agenzia regionale per l'attuazione dei programmi in campo agricolo e lo sviluppo rurale (LAORE Sardegna), dal Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università degli Studi di Cagliari e dal Dipartimento di Agraria – sezione Ingegneria del Territorio – dell'Università degli Studi di Sassari.

Nello specifico, all'interno dell'Allegato 7a - Manuale di Rilevamento" della relazione sono contenute le tecniche di rilevamento e campionamento dei suoli, mentre all'interno della Relazione sono contenute le informazioni relative alle analisi di laboratorio da effettuare sui campioni.

Partendo dalla metodologia "proposta, il protocollo di campionamento è stato integrato con quanto riportato all'interno delle "Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" – in quanto specifiche per la casistica in oggetto – redatte dalla Regione Piemonte, in collaborazione con IPLA, per indagare nel tempo "le relazioni fra il campo fotovoltaico e il suolo agrario". Le stesse linee guida definiscono:

- il protocollo di monitoraggio/campionamento dei principali parametri chimico-fisico-biologici dei suoli
- le fasi di monitoraggio (Fase I Ante-Operam e Fase II Corso d'Opera)
- gli intervalli temporali (prestabiliti) di campionamento (1-3-5-10-15-20-25 anni).

In base a quanto sopra sono stati effettuati i campionamenti di terreno e ottenuti due set di analisi sulla base della differenziazione pedologica del sito e che si allegano alla presente relazione



Il set analitico è finalizzato ad ottenere una caratterizzazione accurata dei suoli di interesse. Per le operazioni di rilevamento è stato fatto riferimento alla scheda di campagna, al manuale di rilevamento e alle linee guida all'interpretazione delle analisi del suolo edite dall'Agenzia Regionale per la ricerca scientifica e l'innovazione in agricoltura.

Per la definizione del protocollo di campionamento, sono state invece considerate le tre fasi di monitoraggio, descritte in precedenza (Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam), andando a diversificare, per ognuna, la tipologia di campionamenti da realizzare:

- Ante-Operam

Al fine di definire compiutamente lo stato di fatto, sono state effettuate 4 osservazioni pedologiche sito specifiche, ritenute sufficienti vista l'estensione e considerato che l'area di intervento ricade in una due unità cartografiche individuate sulla base della Carta dei Suoli della Sardegna.

Le analisi sono state effettuate per avere riscontro rispetto all'uso attuale del suolo e avere indicazioni per la gestione futura in sede di impianto.

Dai campionamenti è emersa la presenza di suoli superficiali (max cm30) nel campionamento C1 (agriturismo spinalva), con conseguente difficoltà di drenaggio anche per la presenza elevata di argilla (29%) e buona dotazione di sostanza organica

Il campionamento C2 si caratterizza per suoli più profondi fino a 50-60cm, con presenza inferiore di argilla (20%), e per i quali le difficoltà di drenaggio sono maggiormente legate alla sistemazione del suolo e discreta dotazione di sostanza organica.



Figura 23 - Campionamento C1



Figura 24 - Campionamento C2

- Corso d'Opera (fase di cantiere)

Sulla base delle risultanze delle analisi del suolo e caratteristiche pedologiche verrà studiato e messo a punto un piano di gestione del suolo e agronomico sito-specifico

Tenuto conto delle tempistiche ristrette di cantiere, durante le attività di costruzione non sono state previste attività di monitoraggio (in quanto poco efficaci data la natura delle opere da realizzare) che, viceversa, verrebbero sostituite da azioni volte a prevenire incidenti e/o escludere possibili danni (verranno assicurate buone pratiche di cantiere, formazione specifica degli addetti ai lavori, presenza in cantiere di un "Emergency Spill kit" per far fronte a eventuali sversamenti puntuali accidentali di sostanze potenzialmente inquinanti quali, per esempio, limitati quantitativi di carburanti e lubrificanti connessi all'operatività dei mezzi di cantiere etc.).

- Post-Operam (fase di esercizio e fase di dismissione)

In fase di esercizio si prevede l'esecuzione di campionamenti, ad intervalli temporali prestabili, ossia dopo 1-3-5-10-15-20-25 anni dalla realizzazione dell'impianto, su 4 siti di monitoraggio ubicati nell'area interessata dalle installazioni dei moduli, rappresentative delle aree in esame e dell'estensione dell'impianto.

Ciascun sito si caratterizzerà da un doppio campionamento: uno localizzato in posizione ombreggiata dalla presenza dei pannelli fotovoltaici e uno nelle posizioni di interfila tra i pannelli. Ciascun campionamento sarà effettuato secondo la metodologia descritta al fine di avere risultati confrontabili nel tempo.

A seguito della conclusione della fase di dismissione verrà ripetuto il set analitico negli stessi punti di campionamento individuati in fase di Ante-Operam.

CONCLUSIONI

A seguito di quanto esposto, in ragione delle condizioni agronomiche attuali dei terreni interessati dal progetto e delle operazioni di miglioramento fondiario, produttivo e ambientale dei terreni, si può affermare che sotto il profilo agronomico i terreni avranno nel breve volgere di 3 anni un miglioramento consistente. A partire dal 4° anno, l'incremento della fertilità del suolo per l'apporto della sostanza organica lasciata sul terreno dal prato pascolo permanente polifita, unita a quella rilasciata dal pascolamento controllato degli ovini, sarà ogni anno incrementata. Questa condizione virtuosa contribuirà anche all'aumento della composizione floristica delle specie erbacee costituenti il prato pascolo permanente (che inevitabilmente ospiterà nel tempo specie pabulari anche spontanee) a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-ecosistema naturale, importante anche per garantire habitat privilegiati per la fauna selvatica e per l'entomofauna e la microfauna utile (inclusi gli insetti pronubi). Inoltre, si vuole sottolineare che lo studio progettuale dell'impianto agrivoltaico proposto è stato elaborato in totale ottemperanza alle "Linee guida in materia di impianti agrivoltaici" prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dall'ex Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia. In particolare, si vuole evidenziare che si ritiene di aver soddisfatto tutti i requisiti richiesti dalle prima citate linee guida, con particolare riferimento alla tipologia di impianto agrivoltaico del tipo agro-zootecnico o "pastorale".

In virtù di una gestione agronomica oculata, razionale e sinergica con le opere in progetto, implementata con l'utilizzo delle tecnologie di monitoraggio continuo altamente innovative dell'agricoltura 4.0, si può pertanto concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento unite alle tecnologie innovative sopra descritte, avrà ricadute oltremodo positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico, faunistico ed ambientale.

Il tecnico

Dott. dott. forestale Piero Angelo Rubiu

15. BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

Aroca-Delgado, R., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, Á. J., & Velázquez-Martí, B. (2018). Compatibility between crops and solar panels: An overview from shading systems. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 3). MDPI AG.

Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 54, pp. 299–308). Elsevier Ltd

Horváth, G., Blahó, M., Egri, Á., Kriska, G., Seres, I., & Robertson, B. (2010). Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. *Conservation Biology*, 24(6), 1644–1653.

Horváth, Gábor, Miklós Blahó, Ádám Egri, György Kriska, István Seres, and Bruce Robertson. 2010. "Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects." *Conservation Biology* 24(6):1644–53. doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.01518.x.

Lovich J.E., Ennen J.R., 2013. Wildlife conservation and solar energy development in the desert Southwest, United States *BioScience*, 61 (12), pp. 982-992.

Marrou, H., Wery, J., Dufour, L., & Dupraz, C. (2013). Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *European Journal of Agronomy*, 44, 54–66.

Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., Reise, C., Braun, C., Weselek, A., Bauerle, A., Högy, P., Goetzberger, A., & Weber, E. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Technoeconomic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy*, 265.

Obergfell T., 2013. Agrovoltaiik: LandwirtschaftunterPhotovoltaik an lagen (German). Master thesis. University of Kassel

Proctor, K. W., Murthy, G. S., & Higgins, C. W. (2021). Agrivoltaics align with green new deal goals while supporting investment in the us' rural economy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(1), 1–11.

Andrea Colantoni^{1*}, Massimo Cecchini¹, Danilo Monarca¹, Roberto Ruggeri¹, Francesco Rossini¹, Umberto Bernabucci¹, Raffaele Cortignani¹, Riccardo Primi¹, Valerio Di Stefano¹, Leonardo Bianchini¹, Riccardo Alemanno¹, Stefano Speranza¹, Pier Paolo Danieli¹, Enrico M. Mosconi¹, Antonio Parenti², Ettore Guerriero⁶, Marco Berardo Di Stefano², Roberta Papili², Donato Rotundo², Miriam Di Blasi³, Lanfranco Di Campello³, Pierpaolo Ventura³, Andrea Riberti³, Francesco Gallucci⁴, Maurizio Manenti⁵, Michela Demofonti⁷, Laura Onnis⁷, Mariangela Lancellotta⁸, Gianluca Egidio⁹, Mauro Uniformi¹⁰, Corrado Falcetta¹¹; ¹ UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA - DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E FORESTALI ² CONFAGRICOLTURA ³ ENEL GREEN POWER ⁴ CONSIGLIO PER LA RICERCA IN AGRICOLTURA E L'ANALISI DELL'ECONOMIA AGRARIA ⁵ SOLARFIELDS ⁶ CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE ⁷ EF SOLARE ITALIA ⁸ LE GREENHOUSE ⁹ S.E.A TUSCIA S.R.L. ¹⁰ CONSIGLIO ORDINE NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI ¹¹ FEDERAZIONE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI DEL LAZIO. Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia (2021).

Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno, 2022)

Siti Internet consultati

ENEA www.enea.it

Piattaforma Nazionale per l'agrivoltaico sostenibile

<https://www.agrivoltaicosostenibile.com/>

RAPPORTO DI PROVA N° 7108 / TF

EMESSO IN DATA 29/11/2023

•DATA RICEVIMENTO 23/11/2023 •DATA PRELIEVO 23/11/2023 •ORA PRELIEVO: 15:00 NR. ACCETTAZIONE: 2459
 •CAMPIONATO DA: Cliente: Sig. Rubiu piero •RITIRO E TRASPORTO A CURA DI: Cliente
 •CLIENTE: SIATER srl
 •INDIRIZZO: Via Deffenu, 51 •LOCALITA': 08049 VILLAGRANDE STRISAILI (NU)
 •PUNTO DI PRELIEVO: Vedi descrizione campioni
 DATA INIZIO ANALISI: 27/11/2023 DATA FINE ANALISI: 29/11/2023
 LIMITI DI RIFERIMENTO: /[1]
 /[2]
 •MODALITA' DI CAMPIONAMENTO: *A cura del Cliente

NR. CAMPIONE: 7108

•DESCRIZIONE: Terreno Martis 23/11/2023 campione C2 - Villagrande

Parametro ricercato	Metodo di Prova	Unità di misura	Valore	Non conforme	Incertezza di misura	Limite di riferimento [A]	Note
						Limite di riferimento [B]	
Sabbia	S.I.S.S.	%	67,0			[A] [B]	
Limo	S.I.S.S.	%	12,6			[A] [B]	
Argilla	S.I.S.S.	%	20,4			[A] [B]	
Tessitura	S.I.S.S.		FSA			[A] [B]	
pH (H2O) (1:2,5)	D.M 13 Settembre 1999		7,60			[A] [B]	
Conducibilità (1:2,5)	D.M 13 Settembre 1999	mS/cm	0,086			[A] [B]	
Calcare totale	D.M 13 Settembre 1999	%	<1			[A] [B]	
Calcare attivo	D.M 13 Settembre 1999	%	<1			[A] [B]	
Sostanza organica	D.M 13 Settembre 1999	%	1,58			[A] [B]	
Fosforo Assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/kg	7			[A] [B]	
Manganese assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	9,2			[A] [B]	
Ferro Assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/kg	19			[A] [B]	
Rame assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	0,03			[A] [B]	
Zinco assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	0,06			[A] [B]	
Boro solubile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	0,3			[A] [B]	
Azoto totale	D.M 13 Settembre 1999	%	0,099			[A] [B]	
Calcio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	790			[A] [B]	

RAPPORTO DI PROVA N° 7108 / TF

EMESSO IN DATA 29/11/2023

•DATA RICEVIMENTO 23/11/2023 •DATA PRELIEVO 23/11/2023 •ORA PRELIEVO: 15:00 NR. ACCETTAZIONE: 2459
 •CAMPIONATO DA: Cliente: Sig. Rubiu piero •RITIRO E TRASPORTO A CURA DI: Cliente
 •CLIENTE: SIATER srl
 •INDIRIZZO: Via Deffenu, 51 •LOCALITA': 08049 VILLAGRANDE STRISAILI (NU)
 •PUNTO DI PRELIEVO: Vedi descrizione campioni
 DATA INIZIO ANALISI: 27/11/2023 DATA FINE ANALISI: 29/11/2023
 LIMITI DI RIFERIMENTO: /[1]
 /[2]
 •MODALITA' DI CAMPIONAMENTO: *A cura del Cliente

Magnesio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	359			[A] [B]	
Sodio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	41			[A] [B]	
Potassio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	216			[A] [B]	
C.S.C.	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	13,19			[A] [B]	
Calcio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	3,94			[A] [B]	
Magnesio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	2,96			[A] [B]	
Sodio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	0,18			[A] [B]	
Potassio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	0,55			[A] [B]	
Rapporto MG/K	D.M 13 Settembre 1999	meq/meq	5,4			[A] [B]	
Rapporto C/N	D.M 13 Settembre 1999		9,3			[A] [B]	
Rapporto Ca/Mg	D.M 13 Settembre 1999	meq/meq	1,3			[A] [B]	
ESP	D.M 13 Settembre 1999	%	1			[A] [B]	
G.S.B.	D.M 13 Settembre 1999	%	57,9			[A] [B]	
Calcio	D.M 13 Settembre 1999	%	29,9			[A] [B]	
Magnesio	D.M 13 Settembre 1999	%	22,4			[A] [B]	
Sodio	D.M 13 Settembre 1999	%	1,4			[A] [B]	
Potassio	D.M 13 Settembre 1999	%	4,2			[A] [B]	

RAPPORTO DI PROVA N° 7108 / TF

EMESSO IN DATA 29/11/2023

•DATA RICEVIMENTO 23/11/2023 •DATA PRELIEVO 23/11/2023 •ORA PRELIEVO: 15:00 NR. ACCETTAZIONE: 2459
•CAMPIONATO DA: Cliente: Sig. Rubiu piero •RITIRO E TRASPORTO A CURA DI: Cliente
•CLIENTE: SIATER srl
•INDIRIZZO: Via Deffenu, 51 •LOCALITA': 08049 VILLAGRANDE STRISAILI (NU)
•PUNTO DI PRELIEVO: Vedi descrizione campioni
DATA INIZIO ANALISI: 27/11/2023 DATA FINE ANALISI: 29/11/2023
LIMITI DI RIFERIMENTO: /[1]
/[2]
•MODALITA' DI CAMPIONAMENTO: *A cura del Cliente

Si dichiara che i risultati si riferiscono esclusivamente al campione così come ricevuto. I campioni analizzati sono conservati fino alla consegna del rapporto di prova. L'eventuale ulteriore conservazione è effettuata solo su esplicita richiesta scritta da parte del cliente. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza esplicita autorizzazione della Inses.

Note:

L'incertezza di misura, ove riportata, è espressa come incertezza estesa calcolata con un fattore di copertura $K=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità di circa il 95%.

- Dati forniti dal cliente riportati nel mod. n. 49 verbale di campionamento e accettazione; qualora le informazioni fornite possono influenzare la validità dei risultati, il laboratorio ne declina le responsabilità

Il Responsabile del Laboratorio
Dr.ssa Michela Basciu
Ordine dei Biologi della Sardegna
Iscrizione N. SAR A 084 2

-----FINE DEL RAPPORTO DI PROVA-----

RAPPORTO DI PROVA N° 7109 / TF

EMESSO IN DATA 29/11/2023

•DATA RICEVIMENTO 23/11/2023 •DATA PRELIEVO 23/11/2023 •ORA PRELIEVO: 15:00 NR. ACCETTAZIONE: 2459
 •CAMPIONATO DA: Cliente: Sig. Rubiu piero •RITIRO E TRASPORTO A CURA DI: Cliente
 •CLIENTE: SIATER srl
 •INDIRIZZO: Via Deffenu, 51 •LOCALITA': 08049 VILLAGRANDE STRISAILI (NU)
 •PUNTO DI PRELIEVO: Vedi descrizione campioni
 DATA INIZIO ANALISI: 27/11/2023 DATA FINE ANALISI: 29/11/2023
 LIMITI DI RIFERIMENTO: /[1]
 /[2]
 •MODALITA' DI CAMPIONAMENTO: *A cura del Cliente

NR. CAMPIONE: 7109

•DESCRIZIONE: Terreno Martis 23/11/2023 campione C1 agriturismo Spinalva Villagrande

Parametro ricercato	Metodo di Prova	Unità di misura	Valore	Non conforme	Incertezza di misura	Limite di riferimento [A]	Note
						Limite di riferimento [B]	
Sabbia	S.I.S.S.	%	50,1			[A] [B]	
Limo	S.I.S.S.	%	20,8			[A] [B]	
Argilla	S.I.S.S.	%	29,1			[A] [B]	
Tessitura	S.I.S.S.		FSA			[A] [B]	
pH (H2O) (1:2,5)	D.M 13 Settembre 1999		6,67			[A] [B]	
Conducibilità (1:2,5)	D.M 13 Settembre 1999	mS/cm	0,569			[A] [B]	
Calcare totale	D.M 13 Settembre 1999	%	<1			[A] [B]	
Calcare attivo	D.M 13 Settembre 1999	%	<1			[A] [B]	
Sostanza organica	D.M 13 Settembre 1999	%	3,88			[A] [B]	
Fosforo Assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/kg	77			[A] [B]	
Manganese assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	24			[A] [B]	
Ferro Assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/kg	36			[A] [B]	
Rame assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	0,6			[A] [B]	
Zinco assimilabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	0,8			[A] [B]	
Boro solubile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	0,4			[A] [B]	
Azoto totale	D.M 13 Settembre 1999	%	0,214			[A] [B]	
Calcio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	864			[A] [B]	

RAPPORTO DI PROVA N° 7109 / TF

EMESSO IN DATA 29/11/2023

•DATA RICEVIMENTO 23/11/2023 •DATA PRELIEVO 23/11/2023 •ORA PRELIEVO: 15:00 NR. ACCETTAZIONE: 2459
 •CAMPIONATO DA: Cliente: Sig. Rubiu piero •RITIRO E TRASPORTO A CURA DI: Cliente
 •CLIENTE: SIATER srl
 •INDIRIZZO: Via Deffenu, 51 •LOCALITA': 08049 VILLAGRANDE STRISAILI (NU)
 •PUNTO DI PRELIEVO: Vedi descrizione campioni
 DATA INIZIO ANALISI: 27/11/2023 DATA FINE ANALISI: 29/11/2023
 LIMITI DI RIFERIMENTO: /[1]
 /[2]
 •MODALITA' DI CAMPIONAMENTO: *A cura del Cliente

Magnesio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	331			[A] [B]	
Sodio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	226			[A] [B]	
Potassio scambiabile	D.M 13 Settembre 1999	mg/Kg	276			[A] [B]	
C.S.C.	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	15,57			[A] [B]	
Calcio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	4,31			[A] [B]	
Magnesio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	2,72			[A] [B]	
Sodio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	0,99			[A] [B]	
Potassio	D.M 13 Settembre 1999	meq/100g	0,70			[A] [B]	
Rapporto MG/K	D.M 13 Settembre 1999	meq/meq	3,9			[A] [B]	
Rapporto C/N	D.M 13 Settembre 1999		10,5			[A] [B]	
Rapporto Ca/Mg	D.M 13 Settembre 1999	meq/meq	1,6			[A] [B]	
ESP	D.M 13 Settembre 1999	%	6			[A] [B]	
G.S.B.	D.M 13 Settembre 1999	%	56,0			[A] [B]	
Calcio	D.M 13 Settembre 1999	%	27,7			[A] [B]	
Magnesio	D.M 13 Settembre 1999	%	17,5			[A] [B]	
Sodio	D.M 13 Settembre 1999	%	6,3			[A] [B]	
Potassio	D.M 13 Settembre 1999	%	4,5			[A] [B]	
						[A] [B]	

RAPPORTO DI PROVA N° 7109 / TF

EMESSO IN DATA 29/11/2023

•DATA RICEVIMENTO 23/11/2023 •DATA PRELIEVO 23/11/2023 •ORA PRELIEVO: 15:00 NR. ACCETTAZIONE: 2459
•CAMPIONATO DA: Cliente: Sig. Rubiu piero •RITIRO E TRASPORTO A CURA DI: Cliente
•CLIENTE: SIATER srl
•INDIRIZZO: Via Deffenu, 51 •LOCALITA': 08049 VILLAGRANDE STRISAILI (NU)
•PUNTO DI PRELIEVO: Vedi descrizione campioni
DATA INIZIO ANALISI: 27/11/2023 DATA FINE ANALISI: 29/11/2023
LIMITI DI RIFERIMENTO: /[1]
/[2]
•MODALITA' DI CAMPIONAMENTO: *A cura del Cliente

Si dichiara che i risultati si riferiscono esclusivamente al campione così come ricevuto. I campioni analizzati sono conservati fino alla consegna del rapporto di prova. L'eventuale ulteriore conservazione è effettuata solo su esplicita richiesta scritta da parte del cliente. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza esplicita autorizzazione della Inses.

Note:

L'incertezza di misura, ove riportata, è espressa come incertezza estesa calcolata con un fattore di copertura $K=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità di circa il 95%.

- Dati forniti dal cliente riportati nel mod. n. 49 verbale di campionamento e accettazione; qualora le informazioni fornite possono influenzare la validità dei risultati, il laboratorio ne declina le responsabilità

Il Responsabile del Laboratorio
Dr.ssa Michela Basciu
Ordine dei Biologi della Sardegna
Iscrizione N. SAR A 084 2

-----FINE DEL RAPPORTO DI PROVA-----