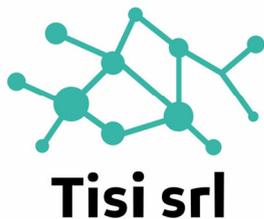


## IMPIANTO AGRIVOLTAICO "SERRAMANNA 2"

COMUNE DI SERRAMANNA

### PROPONENTE



### IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI SERRAMANNA

OGGETTO:  
Relazione agronomica

CODICE ELABORATO

VIA -R04

### COORDINAMENTO



**BIA srl**  
PIVA 03983480926  
cod. destinatario KRRH6B9  
+ 39 347 596 5654  
energhiabia@gmail.com  
energhiabia@pec.it  
piazza dell'Annunziata n. 7  
09123 Cagliari (CA) | Sardegna

### GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori  
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro  
Dott. ~~Giulio~~ Casu  
Dott.ssa Ing. Silvia Exana  
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
Dott. Giovanni Lovigu  
Dott. Ing. Bruno Manca  
Dott. Nat. Nicola Mantis  
Dott. Ing. Michele Figliaru  
Dott. Ing. Giuseppe Pili  
Dott. Ing. Luca Salvadori  
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas  
Dott. Nat. Fabio Schirru  
Dott. Agr. Vincenzo Sechi  
Dott. Archeol. Matteo Tatti

### REDATTORE

Dott. Agr. Vincenzo Sechi

00	novembre 2022	Prima emissione
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE



## Sommario

1. Introduzione .....	2
2. Inquadramento climatico .....	7
3. Pedologia .....	9
4. Utilizzo agrario dell'area di intervento negli ultimi 50 anni .....	16
5. Utilizzo e potenzialità agronomica attuale.....	20
6. Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto .....	22
7. Operazioni agronomiche e di miglioramento terreni per impianto di prato migliorato.....	26
8. Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato .....	27
9. Agricoltura 4.0 e sistemi di monitoraggio .....	34
10. Conclusioni .....	42
10. Bibliografia consultata .....	43

## 1. Introduzione

Il sottoscritto Dottore Agronomo Vincenzo Sechi, specializzato in gestione faunistica e ambientale, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Oristano Sez. A con il n. 187, ha ricevuto incarico dalla Società TISI srl al fine di procedere alla stesura della Relazione Agronomica inerente la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da realizzarsi in agro del Comune di Serramanna (SU) denominato "Serramanna 2".

L'estensione dell'area interessata dalle opere d'impianto è pari a circa ha 38,2, ricade interamente in Zona agricola E come risulta dal Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Serramanna.

La presente relazione agronomica ha come obiettivo quello di fornire un quadro esaustivo dell'uso agronomico della superficie interessata dal progetto all'attualità, 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".

L'intervento è individuato nelle località "Pimpisu" e "Pranu Sa Contissa" in agro del Comune di Serramanna la superficie coinvolta risulta essere complessivamente circa ha 38,2. I riferimenti catastali sono i seguenti:

### Terreni

Comune	Foglio	Particella	Qualità	Classe	Ha	are	ca
Serramanna	1	101	Pascespug	U		12	1
			Seminativo	4		2	99
Serramanna	1	139	Seminirrig	U	2	82	80
Serramanna	1	149	Seminirrig	U	1	46	5
Serramanna	1	150	Seminirrig	U	1	46	15
Serramanna	1	153	Seminirrig	U		78	45
Serramanna	1	175	Seminirrig	U	3	3	75
Serramanna	1	179	Pascespug	U	1	17	
Serramanna	1	180	Pascespug	U		5	20
Serramanna	1	181	Seminirrig	U	1	29	55
Serramanna	1	182	Pascespug	U			97
			Seminativo	4		11	78
Serramanna	1	190	Pascespug	U	1	17	25
Serramanna	1	217	Pascespug	U		5	
			Seminirrig	U		62	
Serramanna	1	236	Pascespug	U	1	76	55

Serramanna	1	266	Seminirrig	U	1	36	5
Serramanna	1	405	Pascespug	U		18	25
Serramanna	1	442	Seminativo	4	2	94	
Serramanna	1	530	Seminirrig	U		24	70
Serramanna	1	532	Seminirrig	U	3	67	70
Serramanna	1	534	Pascespug	U		1	20
Serramanna	1	687	Seminirrig	U		47	20
Serramanna	1	745	Seminirrig	U			95
Serramanna	1	746	Seminirrig	U		6	75
Serramanna	1	749	Seminirrig	U		8	25
Serramanna	1	751	Seminirrig	U		7	70
Serramanna	1	756	Seminirrig	U		8	5
Serramanna	1	757	Seminirrig	U		10	40
Serramanna	1	758	Seminirrig	U			9
Serramanna	1	760	Pascespug	U	0	47	30
Serramanna	1	766	Pascespug	U	0	3	15
Serramanna	2	2	Pascespug	U	1	55	15
Serramanna	2	3	Seminativo	2	2	20	15
Serramanna	2	4	Seminativo	2	0	21	10
Serramanna	2	6	Seminativo	2	5		
			Pascolo	4		64	10
Serramanna	2	10	Seminirrig	U	1	86	90
Serramanna	2	262	Pascespug	U		96	75
Serramanna	2	294	Pascespug	U		25	75
Serramanna	2	297	Seminirrig	U	1	57	99
Serramanna	2	299	Pascespug	U		47	11
Serramanna	2	340	Seminirrig	U		4	80
Serramanna	2	341	Seminirrig	U		1	60
				totale		<b>40,6064</b>	

Località Pimpisu, Fg. 1 – Particelle 101, 139, 149 , 150, 153 , 175, 179 , 180, 181 , 190, 217 , 236, 266 , 405, 442, 530, 532, 534, 687, 745, 746 , 749 , 751 , 756 , 757 , 758, 760 , 766;

Località Pimpisu, Fg. 2 – Particelle 2 , 3 , 4 , 6 , 10, 216 , 262, 294 , 297 , 299 , 340 , 341;

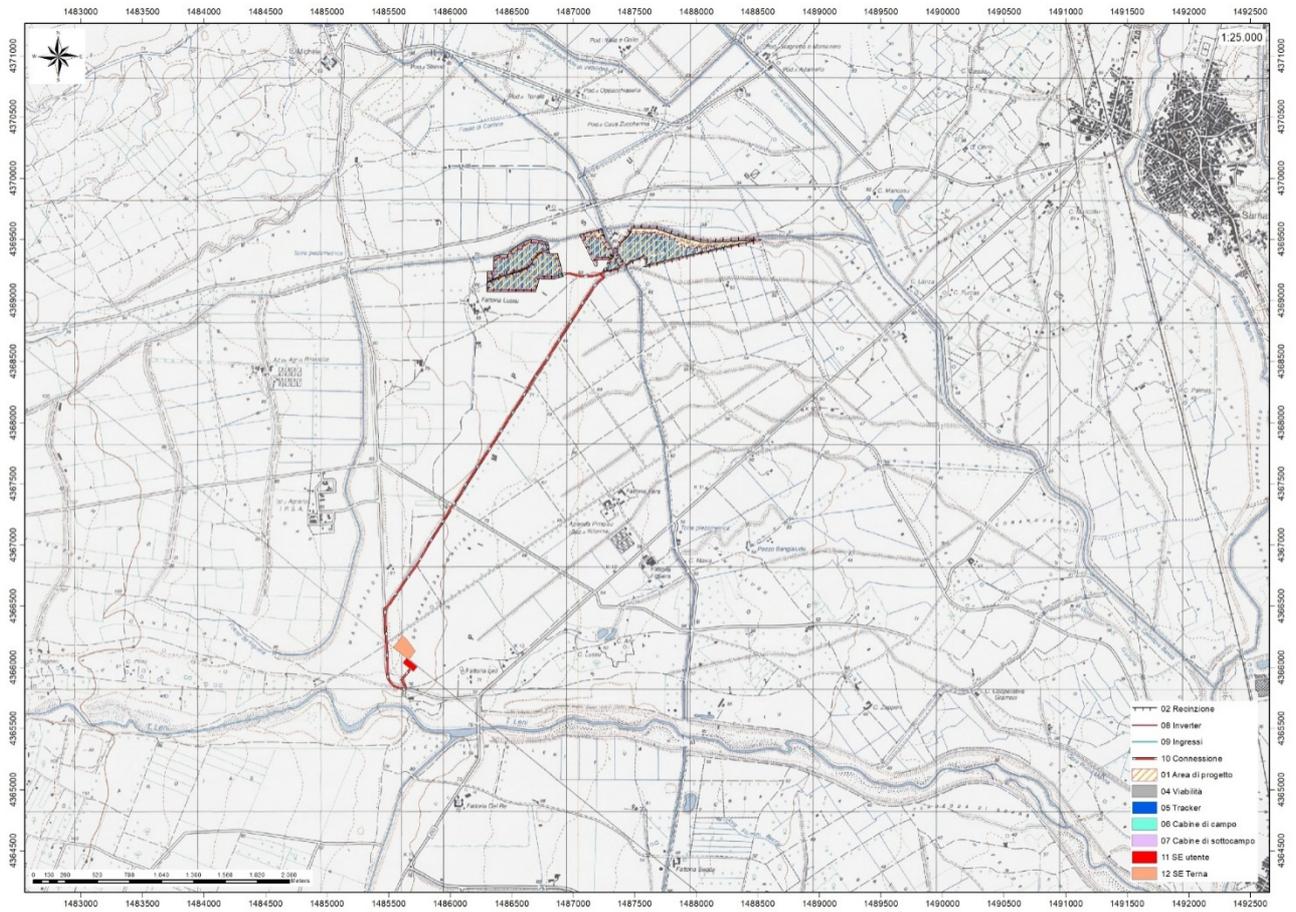
Località Pranu Sa Contissa, Fg. 5 – Particella 132,

Cartograficamente l'area di intervento è inquadrata nei seguenti Fogli Regionali:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio **547II "Serramanna"**
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – sez. **547110 "Samassi"**

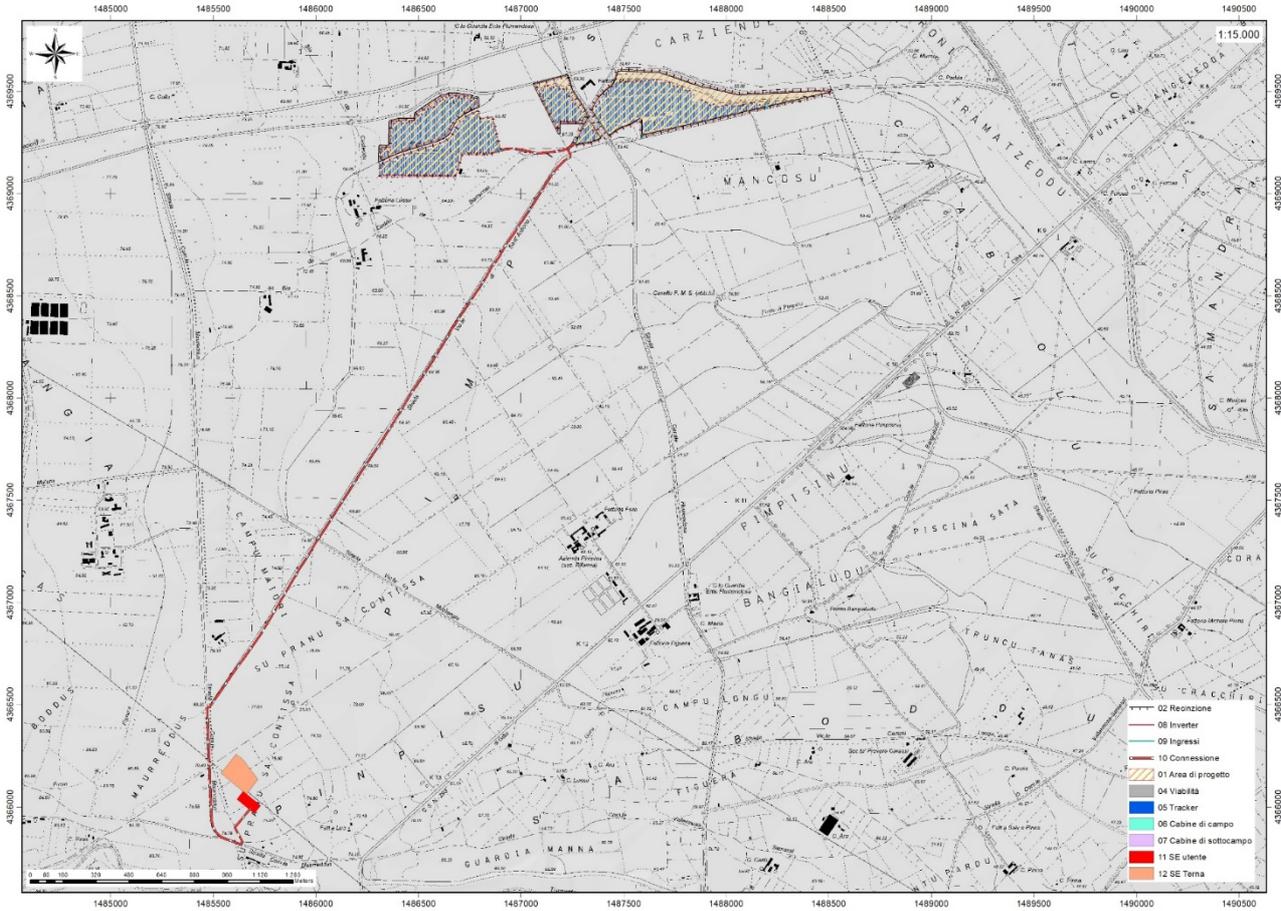


Di seguito si propone un inquadramento dell'area su base IGM:



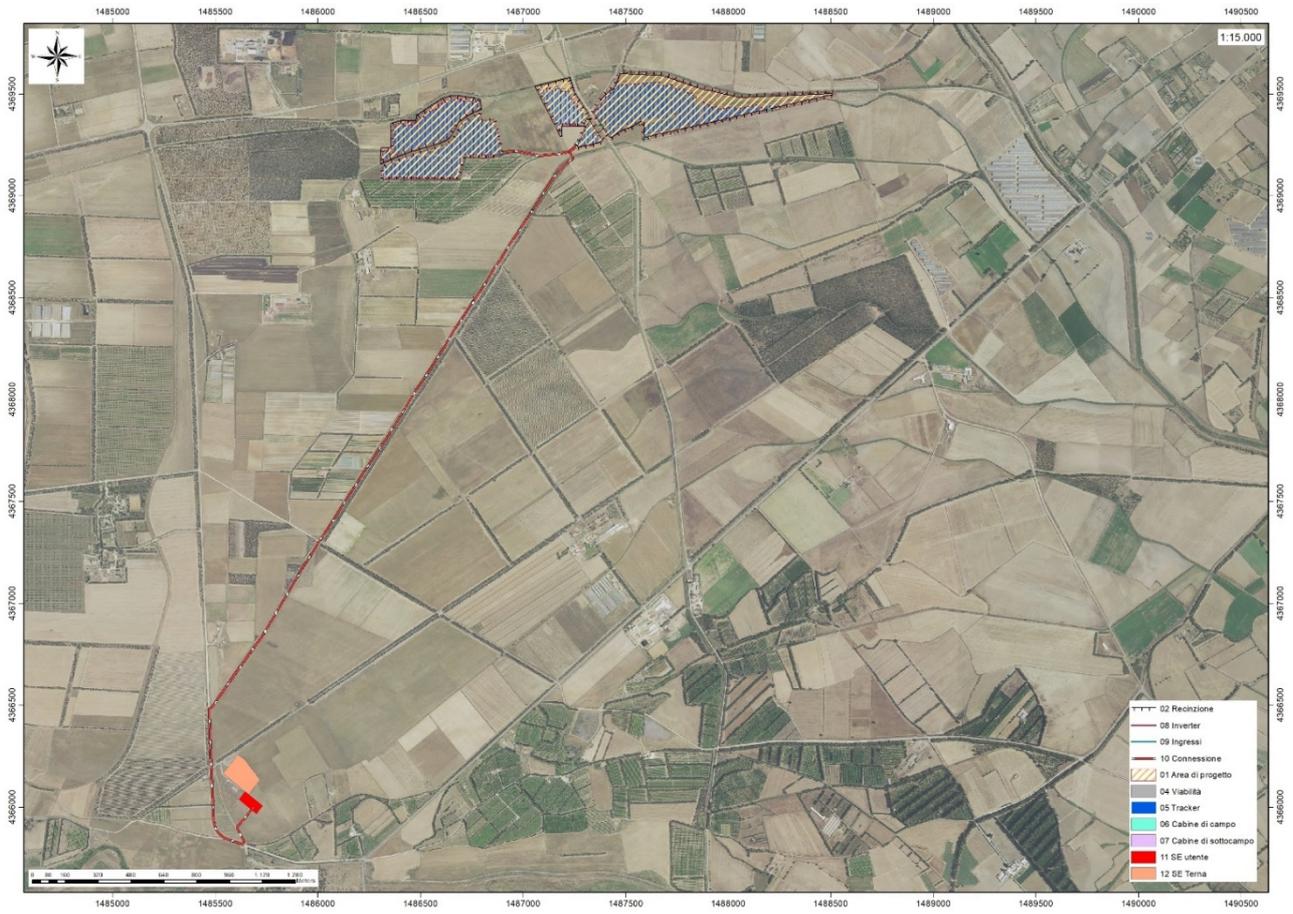


Inquadramento area su base CTR





## Inquadramento area su base Ortofoto



## 2. Inquadramento climatico

La stazione termopluviometrica più vicina è quella situata in agro di Villasor situata ad una quota di 30 m s.l.m. Con latitudine 39° 12'00" Nord, longitudine 8° 30'00" Est. I dati indicano una quantità di precipitazioni media annua di 468,8 mm, con piogge concentrate nei mesi autunnali e all'inizio dell'inverno. Il mese che presenta la maggiore quantità di pioggia è novembre, con precipitazioni medie di 133,4 mm, mentre il mese più siccitoso è agosto con precipitazioni medie di 0,7 mm. Dai dati termometrici rilevati, la temperatura media diurna è di 17,4°C , il mese più caldo è agosto con una temperatura media mensile di 27,2° C , al contrario il mese più freddo è gennaio con una media mensile di 9,5° C. Il valore medio di escursione termica è di 14,4° C. I dati indicati consentono di collocare l'area sotto il profilo climatico nella zona termo-mediterranea, caratterizzata da un periodo piovoso concentrato in autunno- inverno ed un periodo con precipitazioni molto scarse in estate. Nel prospetto della classificazione fitoclimatica del Pavari, l'area è inserita nella fascia del Lauretum sottozona calda. Nel prospetto della classificazione bioclimatica di Emberger è inserita nel bioclina mediterraneo sub-arido, livello inferiore.

T e Prec.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media Annua
T=°C	9,4	9,8	10,8	13,4	17,3	21,5	24,3	24,6	22,4	17,9	13,7	10,2	16,3
Prec.=mm	49,7	87,8	63,2	40,6	31,2	8,6	1,3	22,5	24,6	49,3	38,5	50,3	468,8

**Tabella 1 - Stazione di Villasor, valori delle Temperature medie mensili e precipitazioni mensili**

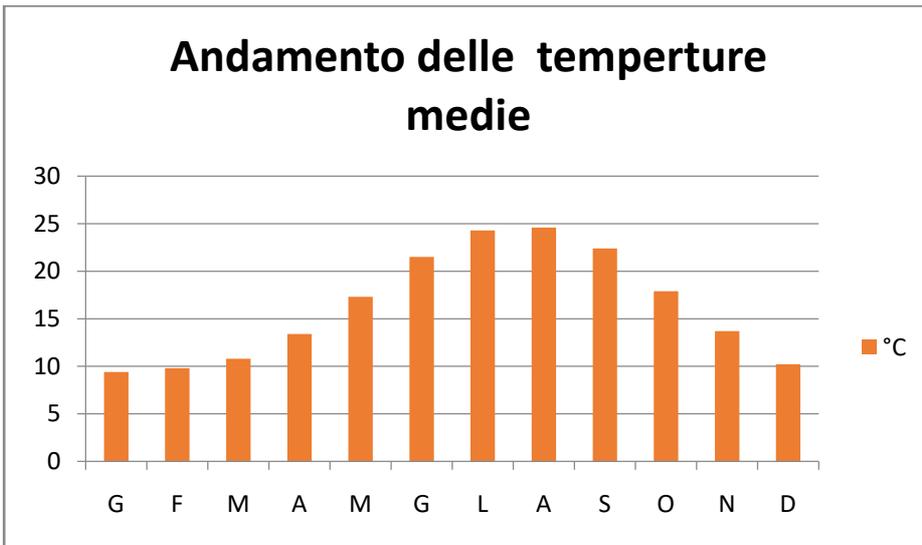


Figura 1- Grafico dell'andamento delle temperature medie

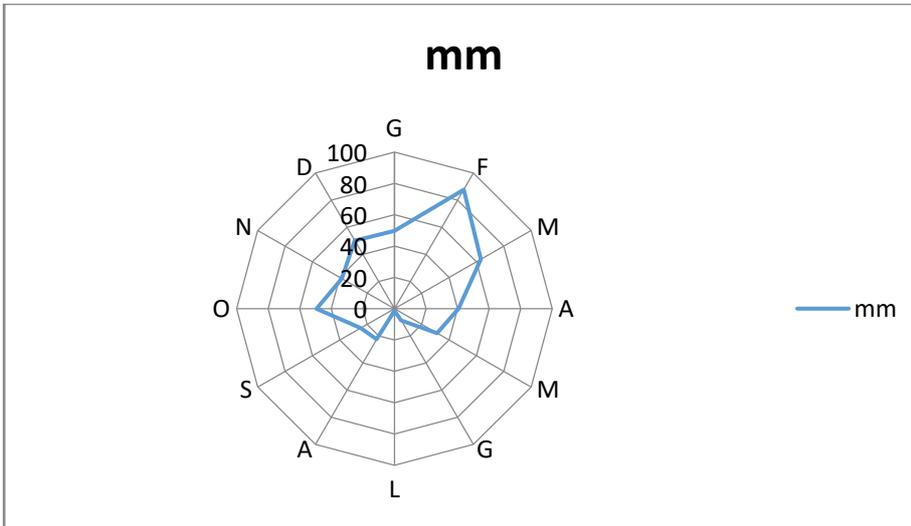


Figura 2 - Grafico delle precipitazioni mensili

La riserva idrica del suolo viene consumata entro maggio e inizia a ricostituirsi entro ottobre. Data la variabilità delle precipitazioni è possibile l'inizio delle irrigazioni anche dal mese di aprile.

Quindi un clima caldo arido, bistagionale, con acquazzoni estivi, alla fine di agosto, con temperature massime estive e minime invernali che inducono uno stress importante alle colture agrarie.

### 3. Pedologia

I suoli sono il risultato della interazione di sei fattori naturali, substrato, clima, morfologia, vegetazione, organismi viventi, tempo. La conoscenza delle caratteristiche fisicochimiche dei suoli rappresenta pertanto uno degli strumenti fondamentali nello studio di un territorio, soprattutto se questo studio è finalizzato ad una utilizzazione che non ne comprometta le potenzialità produttive. L'obiettivo della pedologia è pertanto duplice:

- conoscenza dei processi evolutivi dei suoli che si estrinseca con l'attribuzione del suolo, o dei suoli, ad un sistema tassonomico o in una classificazione;
- valutazione della loro attitudine ad un determinato uso o gruppo di usi al fine di ridurre al minimo la perdita di potenzialità che tale uso e l'utilizzazione in genere comporta.

L'area in esame si colloca nella porzione meridionale del Campidano di Cagliari e, dal punto di vista geologico, rappresenta una porzione del margine meridionale della omonima depressione tettonica (Graben del Campidano). Nel Graben del Campidano, affiorano estesamente i sedimenti clastici continentali pleistocenico-olocenici; estrapolando le informazioni geologiche di aree limitrofe all'area di progetto è verosimile ipotizzare la presenza nel sottosuolo anche di questa parte del Campidano dei sottostanti depositi continentali e marini del Pliocene/Pleistocene (Formazione di Samassi che non affiora ma è stata attraversata da sondaggi profondi, Pecorini e Pomesano, Cerchi, 1969). Questi ultimi poggerebbero su di un substrato costituito in larga parte dai depositi marini miocenici e anche dalle vulcaniti calc-alcaline oligo-mioceniche, come testimoniato da alcuni sondaggi esplorativi profondi (es. il pozzo Oristano 1 della SAIS). Infine, nella porzione sud-orientale dell'area, sono presenti affioramenti di leucomonzograniti a biotite facenti parte del Complesso intrusivo e filoniano tardo-paleozoici (VLDb). La morfologia dell'area risente direttamente della strutturazione tettonica più recente, ovvero dell'impostazione della Fossa del Campidano che ha avuto la sua massima attività durante il Pliocene medio-Quaternario.



## **CLASSIFICAZIONE DEL SITO SECONDO LA LAND CAPABILITY CLASSIFICATION**

Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come Agricultural Land Capability Classification (**LCC**) proposto da Klingebiel e Montgomery (1961) per l'U.S.D.A.; tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note. La **LCC** si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare, e la valutazione non tiene conto dei fattori socio-economici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti, ovvero che non possono essere risolte attraverso appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.) e nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte le pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo. Come risultato di tale procedura di valutazione si ottiene una gerarchia di territori dove quello con la valutazione più alta rappresenta il territorio per il quale sono possibili il maggior numero di colture e pratiche agricole. Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità: relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio intrinseche del suolo ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito. La **LCC** prevede tre livelli di definizione: classe, sottoclasse ed unità. Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue: Suoli arabili - Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente. - Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi. - Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione

			Pag. 10 a 45
			Febbraio 2022



delle sistemazioni idraulico agrarie e forestali. - Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta. Suoli non arabili - Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali). - Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi. - Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo. - Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire lo sviluppo della vegetazione.

Classi di capacità d'uso	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Coltivazioni agricole			
			Limitato	Moderato	Intenso	Limitate	Moderate	Intensive	Molto intensive
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

### Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso (da Giordano, 1999)

CLASSE	
I	I suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
II	I suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
III	I suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
IV	I suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
V	I suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VI	I suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VII	I suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
VIII	I suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali; il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.

## RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DELL' ATTITUDINE ALL'USO AGRICOLO DEL SITO IN ESAME

Sono presenti, pertanto, suoli a **I1** profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati e suoli a **L1** profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.

Queste superfici sono da riferire, ai Typic, Aquic ed UlticPalexeralfs, e secondariamente ai Xerofluvents, Ochraqualfs. Suoli di buona profondità, con tessitura da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa per gli orizzonti superficiali, significativamente antropizzati, con eccesso di lavorazioni e quindi destrutturati e poveri di sostanza organica, mentre gli altri orizzonti presentano una tessitura da franco-sabbioso-argillosa ad argillosa in profondità, e conseguente permeabilità differenziata. Questo fatto determina in base anche alla quantità e concentrazione delle precipitazioni, in particolare nei mesi invernali, si manifesti dapprima una idromorfia che culmina con una erodibilità che possiamo individuare come moderata, e solo localmente significativa, difrequenteaccentuata dall'azione di pedinamento degli animali al pascolo.

La reazione varia da sub-acida ad acida ed i carbonati sono praticamente assenti. Questo comporta una capacità di scambio cationico da bassa a media e dei suoli anche desaturati.



Le limitazioni nell'uso più importanti di queste associazioni di suoli riguardano l'eccesso di scheletro, rilevante e significativo nella quantità e nella qualità con apporti di materiali particolarmente insidiosi per le lavorazioni, la sicurezza degli operatori e il consumo degli strumenti agricoli.

Quindi suoli poveri di cementi organici, destrutturati, ricchi di scheletro, moderatamente idromorfi e con una erosione determinata dalle attività antropiche e parantropiche. Per questo motivo sono stati collocati tra la III e la IV Classe della **Land Capabilty Classification**.

Il processo di degradazione antropica è ben rilevabile dalle immagini aeree a partire dagli anni '50, dove il paesaggio agrario era profondamente segnato dal pascolo e dai campi di grano.

Con l'uso di strumenti di lavorazione del terreno sempre più potenti e performanti, attraverso le arature profonde l'orizzonte C è stato portato, sempre più spesso in superficie, incrementando la pietrosità, fatta di elementi grossolani.

Fatto comune ad altre aree della Sardegna. come nel caso della Nurra.

### **Monitoraggio pedologico**

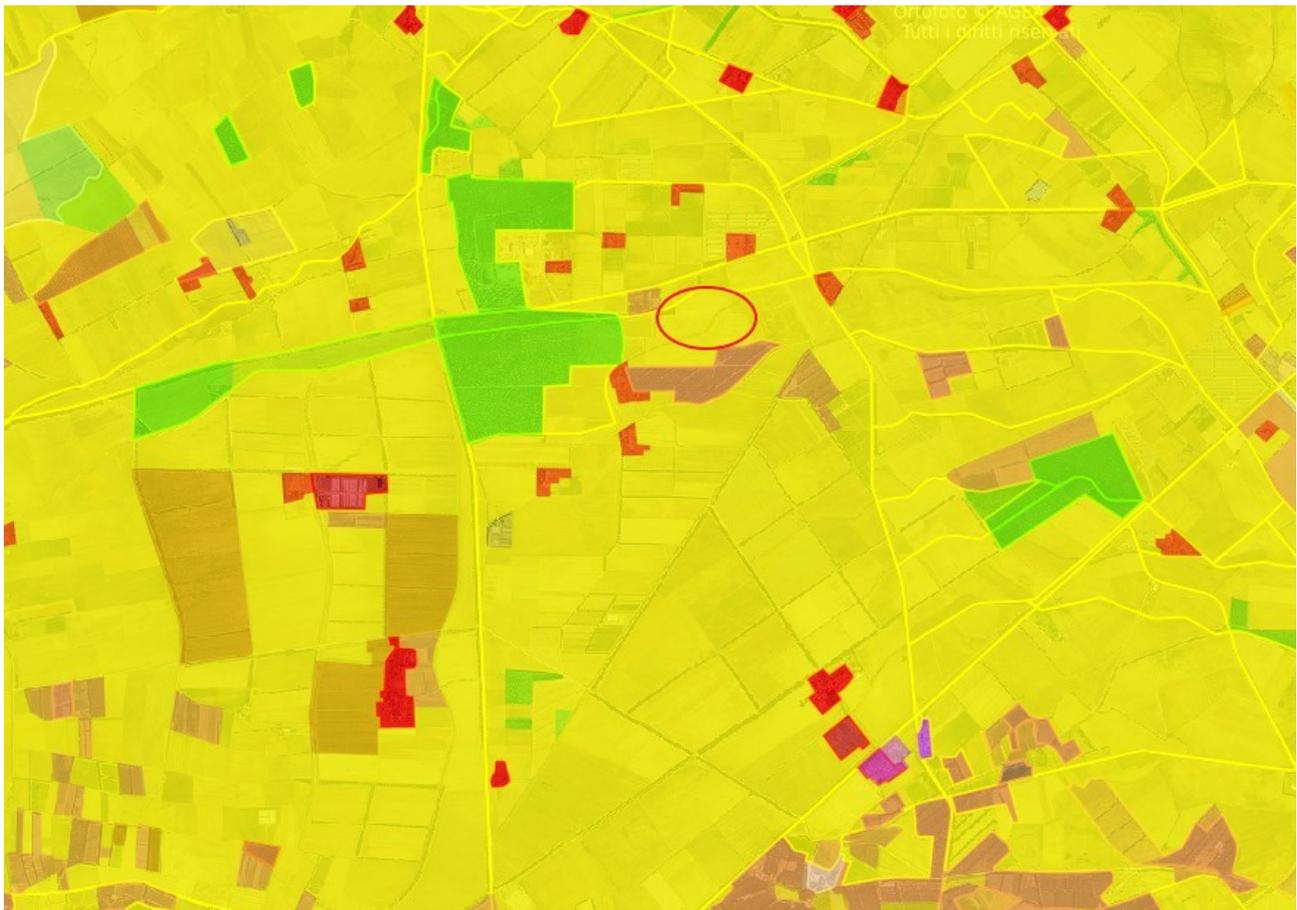
Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche delle aree prima dell'installazione dei pannelli, sarà predisposto uno specifico studio, mirato alla classificazione della capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, anche attraverso analisi di laboratorio su un numero congruo di campioni, sulla base del quale prevedere, di concerto con l'A.R.P.A.S., un piano di monitoraggio che consenta di verificare ex ante, in itinere ed ex post l'andamento delle proprietà pedologiche più significative nei confronti di eventuali impatti dell'opera durante gli anni attesi di esercizio; Come evidenziato in precedenza in fase ante operam sarà condotta una campagna integrativa finalizzata a valutare la fertilità del suolo e la componente pedologica su punti rappresentativi, alcuni di questi saranno individuati al di sotto dei pannelli FTV altri al di fuori dagli stessi. Su questi campioni sono stati determinati i parametri seguenti:

- granulometria,
- pH,
- salinità,



- calcare totale e attivo,
- capacità di scambio cationico (CSC),
- sostanza organica,
- azoto totale,
- fosforo assimilabile,
- potassio scambiabile,
- magnesio e calcio scambiabili.

Le determinazioni ottenute saranno utilizzate come base per valutare l'evoluzione pedologica delle aree interessate dall'impianto, a questo fine il monitoraggio prevede di eseguire analisi periodiche sugli stessi punti campionati in modo da valutare l'influenza del parco fotovoltaico sulla componente. La periodicità del monitoraggio sarà definita in fase di esercizio dell'impianto, anche in base alla potenziale evoluzione delle caratteristiche pedologiche e climatiche dell'area in esame, e sarà mirato a valutare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità o eventuali variazioni positive o negative.



- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> Fabbricati rurali</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Insediamento industriali/artig. e comm. e sp</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Insediamento di grandi impianti di servizi</li> <li><span style="color: red;">■</span> Reti stradali e spazi accessori</li> <li><span style="color: red;">■</span> Reti ferroviarie e spazi annessi</li> <li><span style="color: red;">■</span> Grandi impianti di concentrazione e smistar</li> <li><span style="color: red;">■</span> Impianti a servizio delle reti di distribuzione</li> <li><span style="color: lightgrey;">■</span> Aree portuali</li> <li><span style="color: lightgrey;">■</span> Aree aeroportuali</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Aree estrattive</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Discariche</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Cantieri</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Aree verdi urbane</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Aree ricreative e sportive</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Aree archeologiche</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Cimiteri</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Seminativi in aree non irrigue</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">■</span> Prati artificiali</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Seminativi semplici e colture orticole a pieno</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Vivai</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Coltura in serra</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Risale</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Vigneti</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Frutteti e frutti minori</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Oliveti</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Prati stabili</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Colture temporanee associate all'olivo</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Colture temporanee associate al vigneto</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Colture temporanee associate ad altre coltu</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Sistemi culturali e particellari complessi</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Aree prev. occupate da colture agrarie con p</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Aree agroforestali</li> <li><span style="color: green;">■</span> Boschi di latifoglie</li> <li><span style="color: green;">■</span> Pioppeti saliceti eucalitteti</li> <li><span style="color: green;">■</span> Sugherete</li> <li><span style="color: green;">■</span> Castagneti da frutto</li> </ul> |
|--|---|

Figura n. 3: Carta dell'uso del suolo con evidenziata l'area di intervento



#### 4 Utilizzo agrario dell'area di intervento negli ultimi 50 anni

Come menzionato, l'area di intervento è localizzata nel territorio comunale di Serramanna in Zona E agricola. La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di terreni anch'essi coltivati. La quota massima e minima del sito è pari rispettivamente a circa 65 e 52 m s.l.m., mentre la distanza minima dal mare è pari a circa 37 km (Golfo di Cagliari).

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 pianura. Si rileva infatti la presenza di una suddivisione dell'area secondo un asse Nord-Est/Sud-Ovest, articolata ad intervalli di circa 250 m (o suoi multipli) che corrispondono ai confini delle diverse aree agricole. I campi presentano spesso forma piuttosto regolare e i loro confini sono segnati dalla presenza di frangivento a *Eucalyptus* sp.pl.

Come detto, il paesaggio dell'area d'interesse e dell'area vasta è stato profondamente modificato dall'azione antropica e resta poco o niente del paesaggio planiziale originario. Non sono da riferire all'antico sistema di paesaggi neanche i modesti tratti di formazioni forestali, o tanto meno i singoli alberi presenti nell'area.

La formazione forestale potenziale è riconducibile alla Serie Sarda Termo-Mesomediterranea della Sughera, ovvero nel *Galio scabri-Quercetumsuberis*. 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 *quercetosumsuberis* e la subass. *ramnetosum alaterni*. La sua articolazione è leggibile nelle rare forme di degradazione della macchia mediterranea presente nell'area.

Stadi di successione della vegetazione forestale, come forme di sostituzione soprattutto nei casi di incendi e decespugliamento, sono le formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arborea-Arbutetumunedoni* e da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salvifolius* (Bacchetta et al., 2007). In misura minore



possiamo annoverare tra la vegetazione potenziale del sito di studio anche il geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo e/o planiziale eutrofico, termo-mesomediterraneo del Riu Flumini Mannu e Rio Leni (*Populenionalbae*, *Fraxinoangustifoliae-Ulmenionminoris*, *Salicionalbae*).

Il geosigmeto edafoigrofilo e/o planiziale è caratterizzato da mesoboschiedafoigrofilii caducifogli costituiti da *Populusalba*, *P. nigra*, *Ulmus minor* sp. *minor*, *Fraxinusangustifolia* subsp. *oxycarpa* e *Salix* sp. pl. Queste formazioni hanno una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi. I substrati sono caratterizzati da materiali sedimentari fini, prevalentemente limi e argille parzialmente in sospensione, con acque ricche in carbonati, nitrati e, spesso, in materia organica, con possibili fenomeni di eutrofizzazione. Gli stadi della serie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano delle boscaglie costituite da *Salix* sp. pl., *Rubusulmifolius*, *Tamarix* sp. pl. ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus*, *Neriumoleander* o *Sambucus nigra*. Più esternamente sono poi presenti popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito-Magnocaricetea*. Le formazioni ripariali persistono esclusivamente lungo i corsi d'acqua principali, mentre risultano completamente assenti nel sito interessato dalle opere in progetto.

L'azione dell'uomo nell'area di studio è riscontrabile anche per la presenza nell'area di infrastrutture viarie, canali, sistemazioni agrarie, aree di cava, argini e quanto altro necessario a soddisfare le esigenze antropiche anche dal punto di vista abitativo.

L'agricoltura ha perso nel tempo molta della sua importanza economica e gli spazi che occupa sono diventati anche aree da attraversare per poter unire i centri abitati per tramite delle infrastrutture stradali. Nell'area d'intervento le attività antropiche, seppur legate ancora all'agricoltura, non sono spesso mirate alla conservazione del bene primario, il suolo.

Opere importanti che definiscono forma e dimensione dei campi coltivati, modificano le condizioni di equilibrio dinamico (non-equilibrio) in cui si trovano i sistemi biologici ed in particolare il suolo.



Qui sono stati modificati o addirittura artificializzati i corsi d'acqua, introdotti canali, colmate le depressioni, eliminate le emergenze, rese più dolci le pendenze e data una baulatura al terreno, questo per poter facilitare le lavorazioni dei suoli. Uno dei problemi è l'assenza di manutenzione per queste superfici. Anche una semplice sistemazione di pianura ha necessità di continui interventi per il mantenimento della sua funzionalità ecologica.

Altre importanti modifiche antropiche riguardano la percezione del paesaggio, come nel caso delle alberature delle aree di bonifica con specie totalmente estranee alla flora locale, come nel caso dell'*Eucalyptus* sp.pl, necessarie per soddisfare esigenze ecologiche e funzionali contingenti.

A suo tempo l'utilizzo di questa specie è stato reso necessario dal particolare eccesso di ristagno idrico e il suo rapido accrescimento soddisfa la necessità di creare delle barriere frangivento di notevole efficacia. Del paesaggio vegetale naturale resta pertanto ben poco o, addirittura, niente. L'attuale paesaggio vegetale dell'area in esame consiste in un fitto mosaico di colture erbacee irrigue e non irrigue (cerealicole e foraggere da sfalcio), orticole e frutteti. Frequenti sono inoltre gli impianti di specie arboree (in particolare *Eucalyptuscamaldulensis*) con funzione di frangivento. La vegetazione spontanea si conserva lungo i margini dei coltivi e soprattutto all'interno dei fossi e canali di regimazione delle acque. Ulteriori elementi di vegetazione spontanea sono rappresentati dalle comunità post-colturali degli incolti e dei coltivi a riposo, a prevalenza di *Asteracee* spinose.

La vegetazione erbacea descrive inoltre un paesaggio post-culturale delle graminacee da granella o dei pascoli, mentre la vegetazione arbustiva è parte di una successione secondaria amputata delle sue estremità (partenza ed arrivo) tanto da apparire un po' per caso nei rari luoghi in cui la si ritrova

Nel sito si riscontra un paesaggio modificato negli aspetti legati alla componente vegetale, dove la presenza di aree agricole è percepita con la presenza di *Eucalyptus* sp.pl., di certo specie non spontanea della flora della Sardegna.

Attualmente il paesaggio vegetale del sito di intervento, consiste in un mosaico di colture erbacee irrigue e non irrigue (cerealicole e foraggere da sfalcio), orticole e frutteti. Come precedentemente accennato sono frequenti inoltre gli impianti di specie arboree (in



particolare *Eucalyptuscamaldulensis*) con funzione di frangivento. La vegetazione spontanea si conserva lungo i margini dei coltivi e soprattutto all'interno dei fossi e canali di regimazione delle acque. Ulteriori elementi di vegetazione spontanea sono rappresentati dalle comunità post-colturali degli incolti e dei coltivi a riposo, a prevalenza di specie spinose e non pabulari.



Foto n. 1: Seminato non irriguo sfalciato di recente e sullo sfondo frangivento di eucalipti



Foto n. 2: Comunità erbacee nitrofile dei coltivi a riposo



Foto n. 3: Terreno arato fiancheggiato da un filare frangivento di lecci



Foto n. 4: Scolina interna a scarso grado di naturalità

## 5 Utilizzo e potenzialità agronomica attuale

L'uso esclusivo del pascolo in alcune aree, in una situazione di fragilità pedologica e agronomica ha portato come logica conseguenza ad un ulteriore depauperamento del suolo agrario in particolare della frazione legata alla sostanza organica, principale pilastro della fertilità dei terreni agrari.



Difatti buona parte dell'area oggetto di intervento all'attualità è utilizzata anche per il pascolamento libero da parte del bestiame ovino.

Pertanto allo stato attuale l'area si presenta in uno stato di impoverimento della fertilità potenziale, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva. Inoltre l'azione del pascolamento monospecifico, protratto negli anni ha portato ad un impoverimento floristico del cotico erboso per l'azione di selezione sulle essenze pabulari svolta in particolare dagli ovini. Le superfici sono all'attualità così coltivate:

- Ha 10 riposo;
- Ha 20 trifoglio e altre foraggere a prato pascolo in asciutto;
- Ha 8 circa medica, avena e orzo in asciutto.

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 foraggiera è quella riferibile ad un pascolo naturale magro. Dal calcolo espresso nella tabella seguente si ricavano le U.F.:

<b>TIPOLOGIA</b>	<b>Ettari</b>	<b>U.F./Ettaro</b>	<b>U.F. totali</b>
<b>Riposo (pascolo magro)</b>	10,00	1.080	10.800
<b>Prato pascolo asciutto</b>	20,00	1.290	25.800
<b>Medica avena e orzo in asciutto</b>	8,00	4.000	32.000
			<b>68.600</b>

Attualmente pertanto il valore agronomico dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto è pari a 68.600 Unità Foraggere.

A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati 215 capi ovini, pari a circa 32 UBA (Unità bovine adulte).

## 6. Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto

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 reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di quanto si è affermato la Società TISI srl., in ragione della completa compatibilità dell'investimento con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie a pascolo naturale in superfici a **“prato pascolo polifita permanente”**.

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 permanente.

Il prato pascolo polifita permanente 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 nel contempo 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 assolutamente compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente non utilizzabile per le coltivazioni in quanto occupato dalle opere infrastrutturali inerenti l'impianto AFV risulterà pari a circa il **5%** dell'intera superficie e pertanto risulterà utilizzabile per la coltivazione a prato-pascolo migliorato. Inoltre anche tutte le porzioni libere comprese all'interno dell'area di progetto potranno essere investite a prato-pascolo permanente. Non ultimo anche le aree sotto la proiezione al suolo dei pannelli potranno essere comunque destinati alla coltivazione anche se non alla raccolta del fieno (ma solo esclusivamente alla produzione di sostanza organica come meglio specificato in seguito).

Al fine di rendere più immediata la logica gestionale sotto il profilo agronomico proposta, si cita per analogia quanto normalmente avviene nelle piste dedicate agli



sport invernali nel Trentino Alto Adige, comunque infrastrutturate, ove regolarmente le superfici a prato sono sottoposte ad operazioni di fienagione.

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 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, il *trifoliumsubterraneum* capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale allo stato molto diffusa nella superficie 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 sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini.

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.

La potenzialità della tecnica agronomica consente anche se apparentemente potrebbe sembrare una contraddizione in termini di beneficiare di un investimento che è solo apparentemente lontano dal mondo agro-zootecnico.

Si afferma ciò perché anche la produzione in Unità foraggere ne trae beneficio.

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 espresso i U.F del prato migliorato si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio:

Superficie fondiaria complessiva ha 40.60.64  
Superficie lorda impianto ha 38.21.66  
Superficie coltivabile ha 37.17.32

**Superficie netta coltivabile ha 37.17.32**

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
<b>Prato pascolo permanente migliorato</b>	37,18	2.800	104.104

Il valore agronomico del terreno pur volendo considerare soltanto la superficie di 37,18 ettari e non di tutti i circa 41 ettari dell'intera superficie coinvolta, secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 51%.

A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F/anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati 325 capi ovini, pari a circa 50 UBA (Unità bovine adulte).

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.

Sarà necessario al fine di ridurre il fenomeno del costipamento del terreno per l'azione di calpestio dei mezzi che passano per effettuare le operazioni di coltivazione ma soprattutto di quelli utilizzati per le operazioni di manutenzione dell'impianto, utilizzare mezzi d'opera dotati di pneumatici con profilo allargato, al fine di aumentare l'impronta a terra, riducendo il peso per unità di superficie.



L'importanza del prato migliorato permanente è legata a due principali fattori: biodiversità e cambiamento climatico. Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli ecosistemi 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 1.740 g/m<sup>2</sup>**.

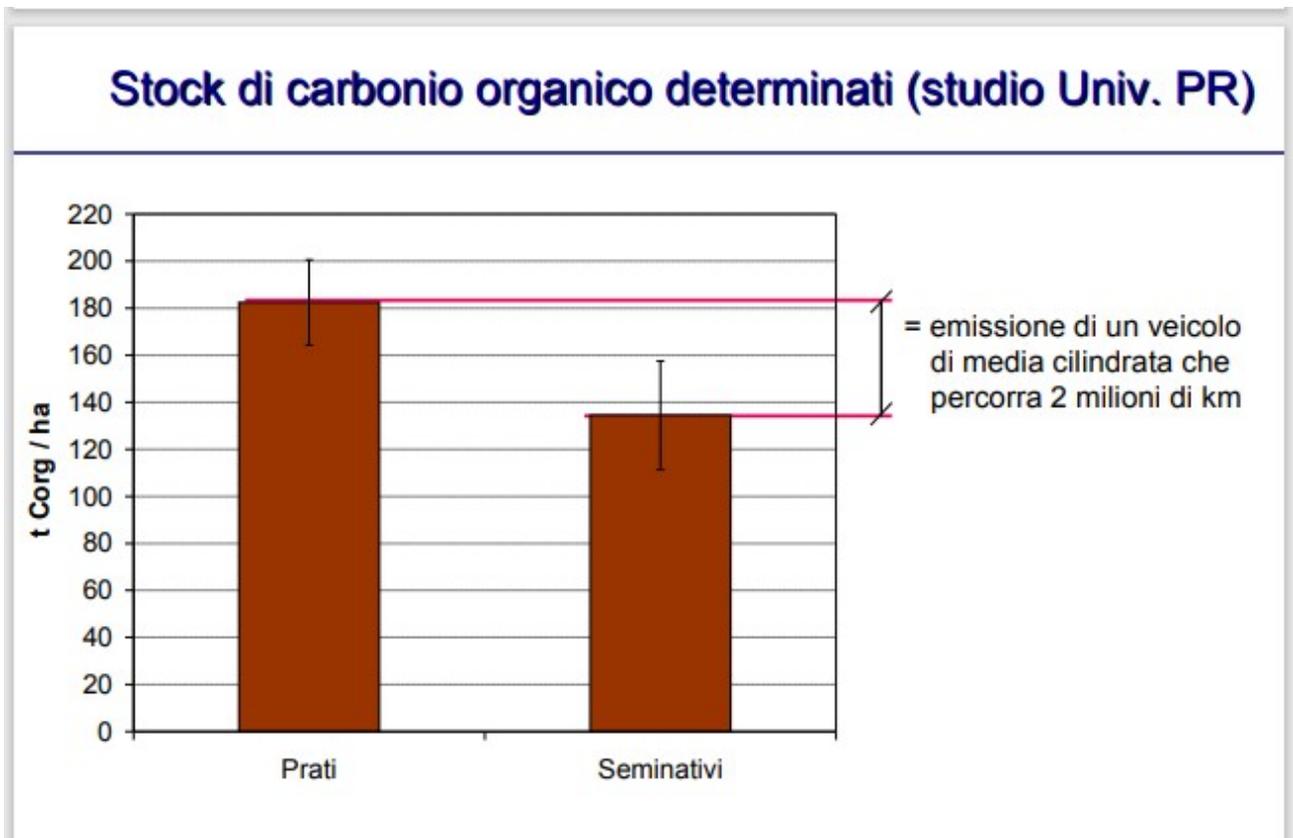


Figura n. 1: Stock di carbonio organico determinati (fonte studio Univ. PR)

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

## 7. Operazioni agronomiche e di miglioramento terreni per impianto di prato migliorato

Al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi di incremento del valore agronomico dei terreni, attraverso la coltivazione delle superficie a prato migliorato, prima della semina dovranno essere attuate **una tantum** le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni.

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

			Pag. 26 a 45
			Febbraio 2022

2. Realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;
3. Realizzazione di livellamento superficiale;
4. Concimazione di fondo con concimi organo minerali + micro elementi a lenta cessione del tipo protetto (tecnologia Timac Agro);
5. Aratura superficiale;
6. 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 necessita di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina lo *status quo ante* del terreno agrario.

Preliminarmente al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto mirato di sostanze nutritive è auspicabile effettuare una analisi chimico fisico del terreno. In questo modo si potrà formulare ed adottare un piano di concimazione specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di Azoto (N) Posforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari.

### 8. Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato

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.

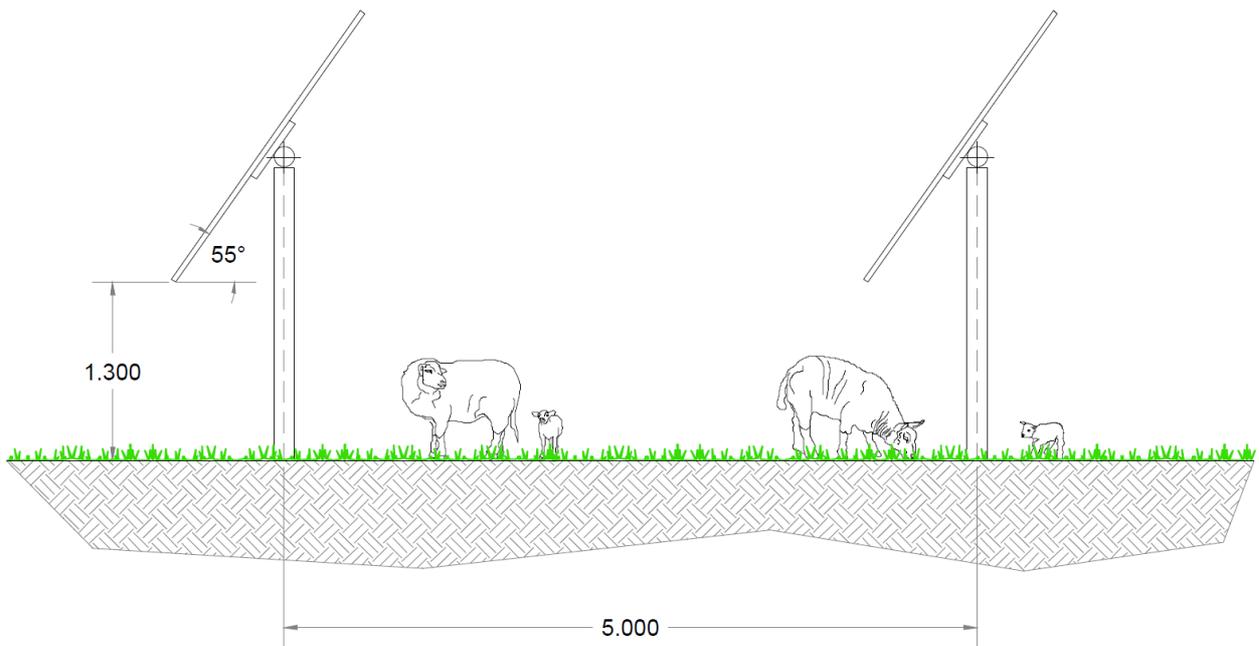
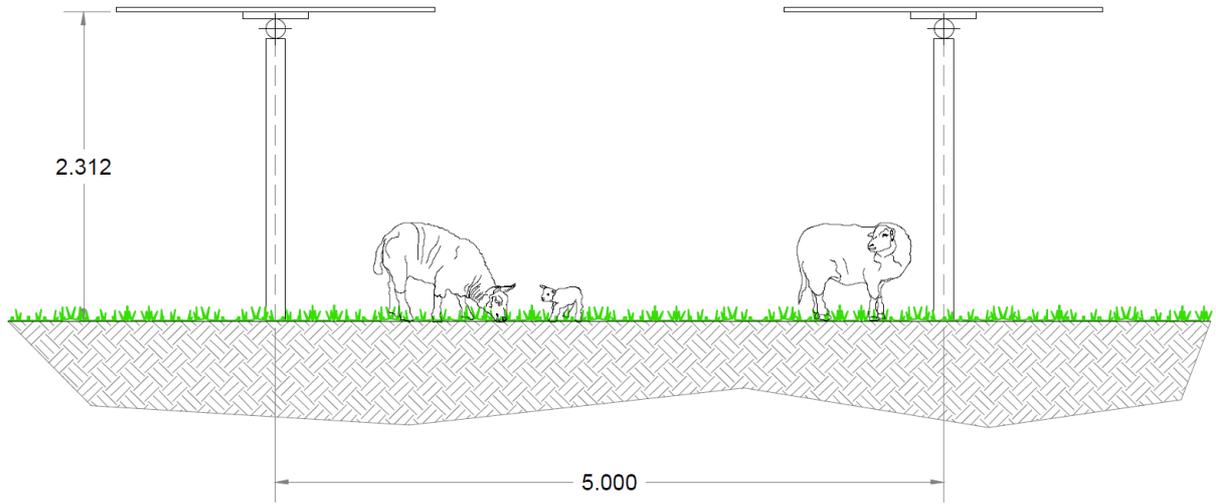
Le operazioni colturali previste distribuite nel corso dell'anno sono le seguenti:

Mese	Operazione colturale	Descrizione
maggio/giugno	fienaggione	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 meccanica o decespugliatore manuale;
Ottobre	Trinciatura	Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato migliorato
Novembre	Concimazione	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

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



*Rappresentazione schematica attività pascolamento controllato*

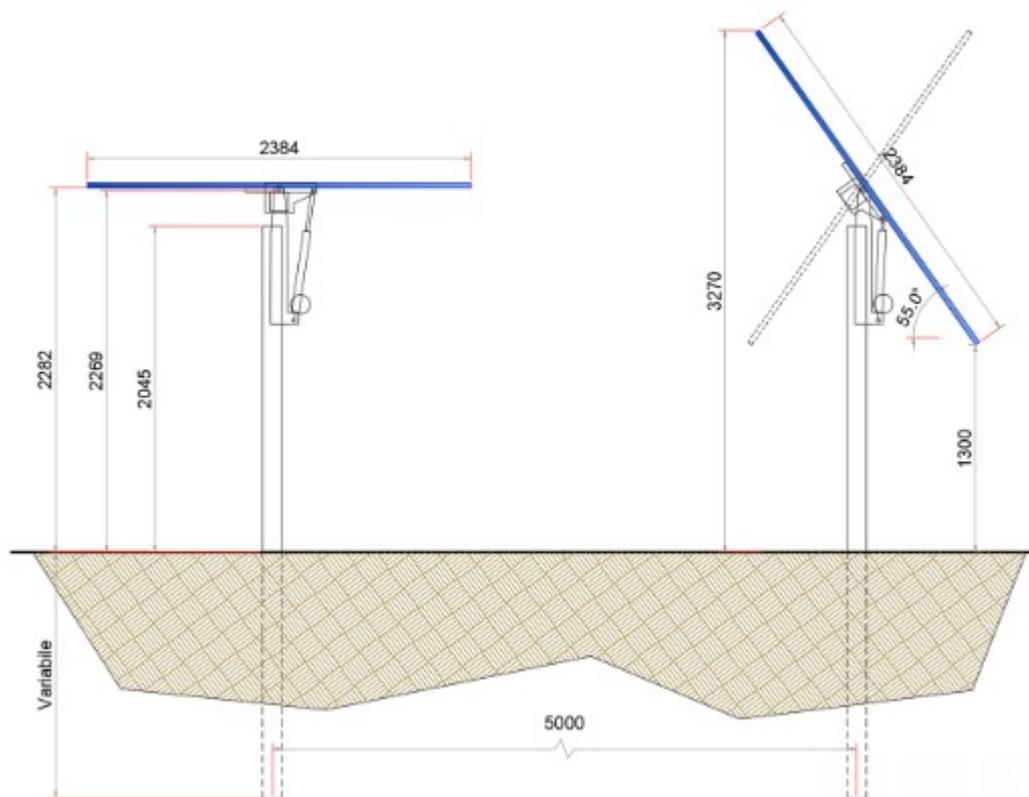
Si prevede inoltre con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e contemporaneamente di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, di realizzare una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree ed arbustive autoctone facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento. Le specie arboree proposte sono le seguenti: sughera (*Quercus suber*), olivastro (*Olea europaea* var.



*sylvestris*), olivo gentile (*Olea europaea*); le specie arbustive proposte sono invece le seguenti: lentischio (*Pistacia lentiscus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), e per concludere mirto (*Mirtus communis*). Tutte le specie arboree e arbustive proposte non richiedono particolari cure colturali e neppure grandi quantità di risorsa idrica, sono facilmente reperibili nei vivai dell'Agenzia Regionale Forestale, saranno in grado in pochi anni dall'impianto di fornire rifugio e risorse trofiche per la fauna selvatica che contribuisce anche alla loro rinnovazione naturale per via gamica tramite la trasposizione zoocora.

La fascia tampone e di mitigazione visiva sarà impiantata lungo i confini perimetrali dell'impianto fotovoltaico 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.

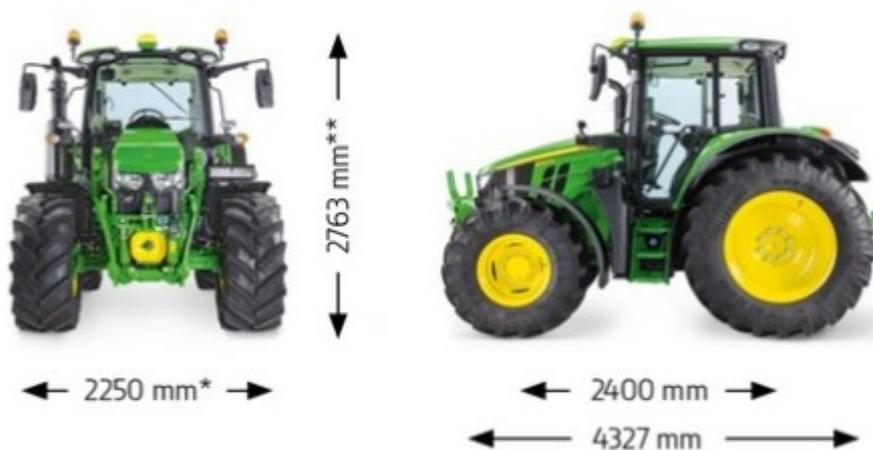
I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una recinzione metallica, recinzione che sarà posizionata ad una altezza da terra di circa 20/30 cm, e dotata, in ogni caso, di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione adeguata proprio per consentire alla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



*Figura N. 2: Sezione Tracker utilizzato*

Si vogliono ora illustrare con l'ausilio di alcune immagini le specifiche tecniche dei macchinari agricoli utilizzati per la gestione delle superfici all'interno dell'impianto agrovoltaico.

## TRATTORI 6M A TELAIO CORTO



- \* Con pneumatici anteriori 320/85R24 e pneumatici posteriori 420/85 R30
- \*\* Dimensione degli pneumatici posteriori: 420/85 R30.  
Con sospensione della cabina (altezza senza sospensione della cabina: 2713 mm)

**5750 KG\*\*\***

Figura N. 3: 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 N. 4: Specifiche tecniche della Mini-rotoimballatrice 550TML



*Figura N. 5: Immagine della falciatrice anteriore e larghezze delle andane realizzabili*

## 9. Agricoltura 4.0 e sistemi di monitoraggio

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 così, 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 questo 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.

Ecco di seguito alcune delle tecnologie utili nella digital tranformation 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 agrovoltaico proposto, di superfici che saranno rese idonee ad ospitare la coltivazione del prato migliorato permanente, si intendono porre in essere le seguenti attività:

**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.**



Figura n. 6: 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 microclimatiche 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.

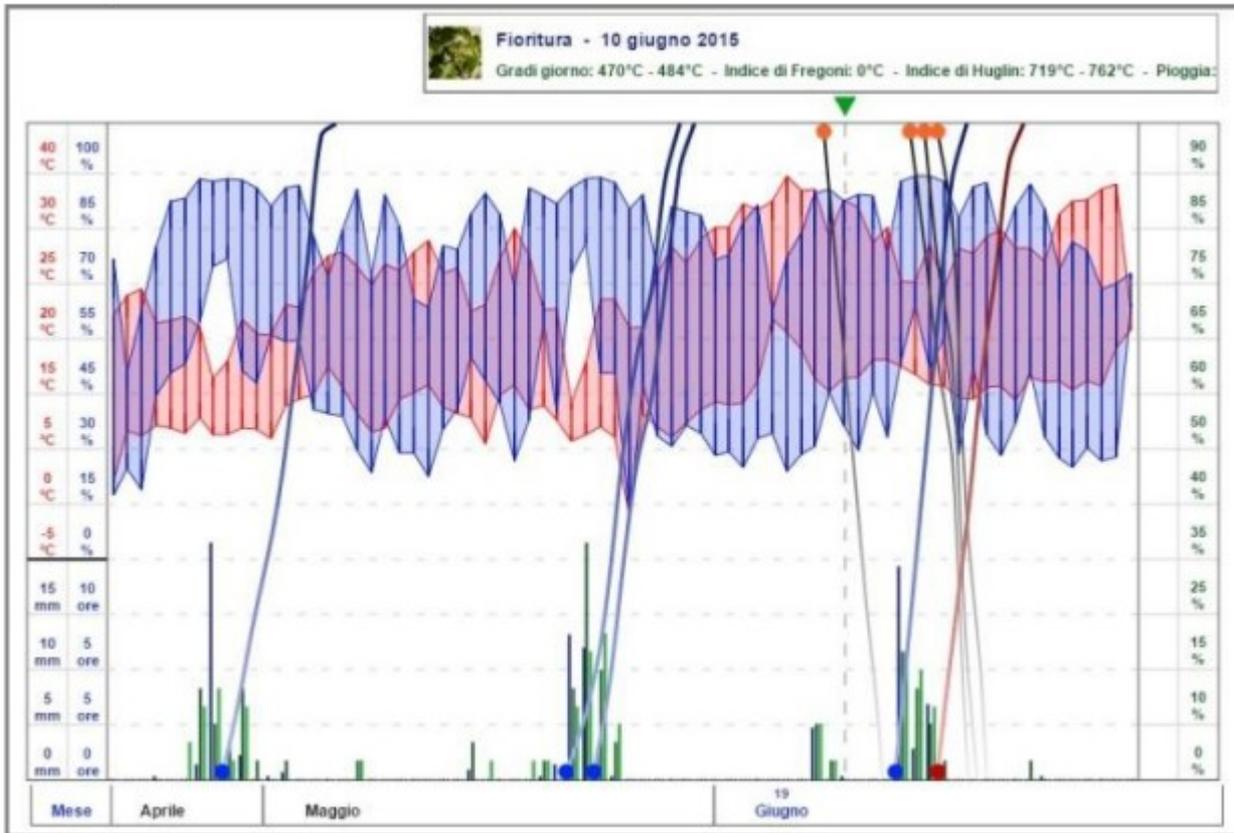


Figura n.7: Esempio di un grafico riguardante il rischio di infezione delle principali fitopatologie.

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 tali modelli, 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.

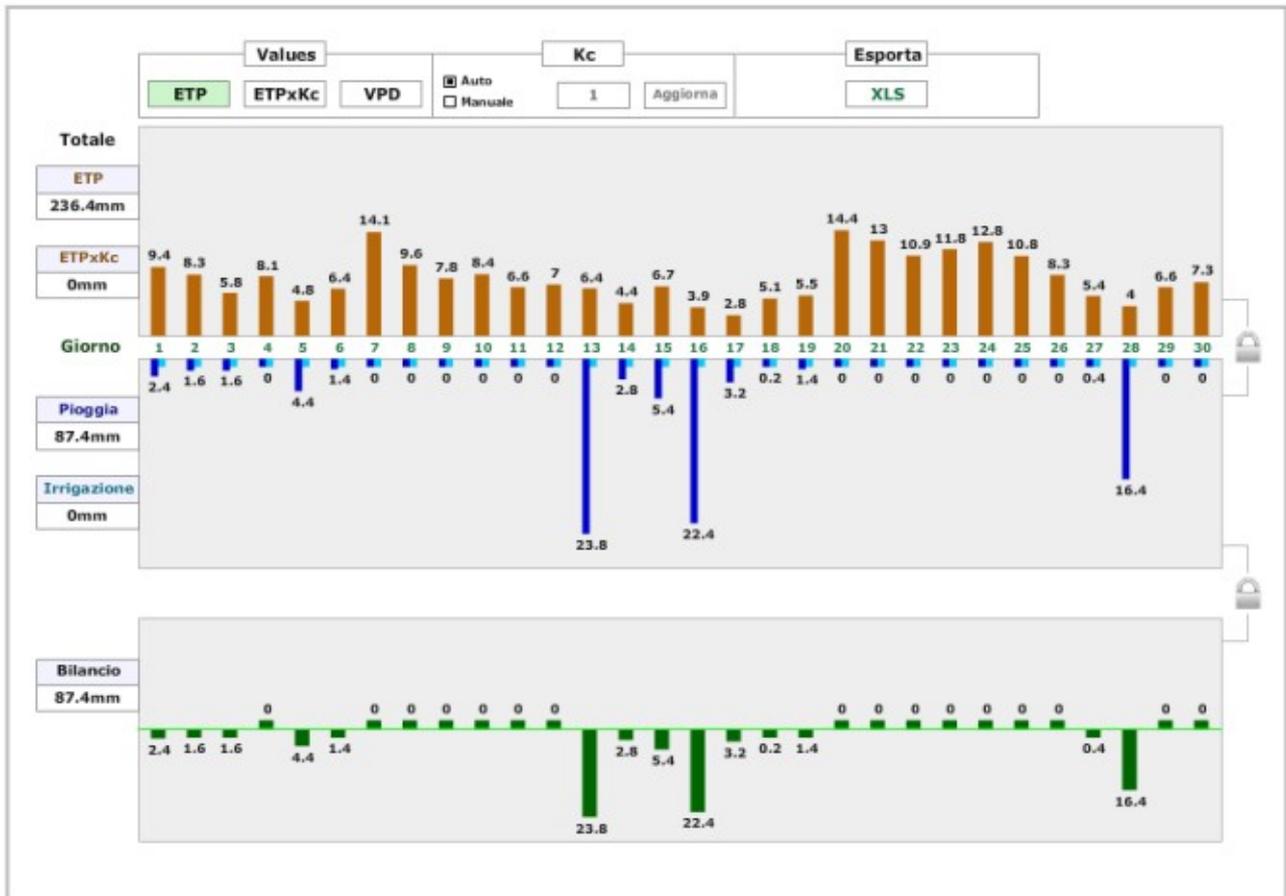


Figura n.8: Esempio di un grafico per il calcolo del fabbisogno idrico

Nell'impianto agrovoltaiico ubicato in agro di Serramannasaranno istallate le seguenti apparecchiature:



Descrizione	
<p><b>Unità centrale AgriSense IoT:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unità centrale con <b>Pluviometro</b> (pioggia in mm), <b>Anemometro</b> (intensità e direzione del vento), <b>barometro</b>, <b>radiazione solare</b>, <b>termo-igrometro</b> (temperatura ed umidità dell'aria)</li> <li>• Trasmissione dati 2G (opz. LTE-NBIOT)</li> <li>• Ricevitore wireless IoT</li> <li>• Kit fotovoltaico (pannello 20W / batteria 44Ah) con regolatore elettronico</li> <li>• Palo di installazione, zincato, due sezioni di 150 cm con boccolo di fissaggio</li> </ul>	
<p><b>N. 2 Unità wireless IoT con sensori meteo-climatici:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unità wireless IoT con <b>pluviometro</b>, <b>radiazione solare</b>, <b>termo-igrometro</b> (temperatura ed umidità dell'aria)</li> <li>• Un sensore di <b>Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi</b></li> <li>• Alimentazione a batteria, durata 1 anno</li> <li>• Distanza fino a 8000 m LOS da unità centrale</li> </ul>	
<p><b>Accesso ai dati su cloud LiveData</b>            Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®</p>	
<p><b>Installazione in campo</b>            Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®</p>	

*Figura n.9:Elenco apparecchiature istallate nell'impianto agrovoltaico*

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

## 10. Conclusioni

A seguito di quanto esposto, in ragione delle condizioni agronomiche attuali dei terreni interessati dal progetto e delle operazioni di miglioramento agronomico, 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. Dal 4° anno, l'incremento della fertilità del suolo per l'apporto della sostanza organica lasciata sul terreno dal prato permanente migliorato 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 permanente (che inevitabilmente ospiterà nel tempo specie pabulari anche spontanee) a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-eco-sistema 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 agro-voltaico proposto, è stato elaborato in totale ottemperanza alle “**Linee guida in materia di impianti agrivoltaici**” prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal 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”, nello specifico sono stati rispettati tutti i requisiti di seguito elencati:

- **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.

In virtù di una gestione agronomica attenta, 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. Agronomo Vincenzo Sechi*

			Pag. <b>43</b> a <b>45</b>
			Febbraio 2022

## BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

1. 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.
2. Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. In Renewable and Sustainable Energy Reviews (Vol. 54, pp. 299–308). Elsevier Ltd
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Marrou, H., Wery, J., Dufour, L., & Dupraz, C. (2013). Productivity and radiation use efficiency of lettuce grown in the partial shade of photovoltaic panels. European Journal of Agronomy, 44, 54–66.
7. Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Oberfell, 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.
8. Oberfell T., 2013. AgrovoltaiK: Landwirtschaft unter Photovoltaik an lagern (German). Master thesis. University of Kassel
9. 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.
10. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELL'AGRO-FOTOVOLTAICO IN ITALIA Andrea Colantoni<sup>1\*</sup>, Massimo Cecchini<sup>1</sup>, Danilo Monarca<sup>1</sup>, Roberto Ruggeri<sup>1</sup>, Francesco Rossini<sup>1</sup>, Umberto Bernabucci<sup>1</sup>, Raffaele Cortignani<sup>1</sup>, Riccardo Primi<sup>1</sup>, Valerio Di Stefano<sup>1</sup>, Leonardo Bianchini<sup>1</sup>, Riccardo Alemanno<sup>1</sup>, Stefano Speranza<sup>1</sup>, Pier Paolo Danieli<sup>1</sup>, Enrico M. Mosconi<sup>1</sup>, Antonio Parenti<sup>2</sup>, Ettore Guerriero<sup>6</sup>, Marco Berardo Di Stefano<sup>2</sup>, Roberta Papili<sup>2</sup>, Donato Rotundo<sup>2</sup>, Miriam Di Blasi<sup>3</sup>, Lanfranco Di Campello<sup>3</sup>, Pierpaolo Ventura<sup>3</sup>, Andrea Riberti<sup>3</sup>, Francesco Gallucci<sup>4</sup>, Maurizio Manenti<sup>5</sup>, Michela Demofonti<sup>7</sup>, Laura Onnis<sup>7</sup>, Mariangela Lancellotta<sup>8</sup>, Gianluca Egidi<sup>9</sup>, Mauro Uniformi<sup>10</sup>, Corrado Falcetta<sup>11</sup>; 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
11. Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno 2022)



**SITI INTERNET CONSULTATI**

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>

<https://doi.org/10.3390/su10030743>

<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01518>.

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.08.003>