

COMUNI DI:
SIAMAGGIORE
SOLARUSSA

PROVINCIA: ORISTANO
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE SU BARROCCU"
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO AGRONOMICO

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2103_R.05	09/05/2023	-	A4	1/83	-

PROPONENTE

EF AGRI Società Agricola A R.L.
Via del Brennero, 111
38121 - Trento (TN)

SVILUPPO



SET SVILUPPO s.r.l.
Corso Trieste, 19
00198 - Roma (RM)

PROGETTAZIONE

Dott. Antonio Lancellotta

Dott. Francesco Filella



Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	09/05/2023	Prima Emissione	LeGREENHOUSE	LeGREENHOUSE	LeGREENHOUSE

PIANO AGRONOMICO

“FATTORIA SOLARE “*SU BARROCCU*”

AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

**di potenza pari a 11,272 MWp
e sistema di accumulo pari a 5 MW**

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 3
---	---------------------------------------	--------------

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	5
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	9
2.1. Ubicazione	9
2.2. Descrizione del contesto.....	12
3. ECONOMIA E TRADIZIONE.....	14
4. CLIMA.....	15
4.1. Temperatura.....	15
4.2. Estremi termici	18
4.3. Precipitazioni	21
4.4. Umidità	24
4.5. Regime Anemologico.....	25
4.6. Bioclima.....	26
5. DESCRIZIONE DEL FONDO	29
5.1. Caratteri pedologici del fondo	30
5.2. Vegetazione.....	33
6. ATTIVITÀ DI PREPARAZIONE DEL FONDO	35
6.1. Azioni di preparazione del terreno per l'impianto agrivoltaico.....	35
6.1.1. Descrizione delle azioni previste	36
6.1.2. Preparazione del terreno per il seminativo-arboreo.....	43
6.2. Costi delle opere preliminari	44
7. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	45
7.1. Costruzione dell'impianto agrivoltaico	45
8. SCELTA DELLE COLTURE	47
8.1. Mandorlo – Prunus dulcis.....	48
8.1.1. Costo di impianto Mandorleto	50
8.1.2. Allevamento e Operazioni colturali	50
8.1.3. Costi di coltivazione del Mandorleto.....	51
8.1.4. Produttività Mandorle.....	52
8.2. Limoni – Citrus limon.....	53
8.2.1. Costi di impianto del Limoneto	55
8.2.2. Produttività Limoni.....	55

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 4
---	---------------------------------------	--------------

8.2.3.	Allevamento e Operazioni colturali	56
8.2.4.	Costi di coltivazione Limoni.....	56
8.3.	Ricavi attesi Mandorle e Limoni	57
9.	SEMINATIVO-ARBOREO.....	58
9.1.	Specie per il seminativo-arboreo	59
9.1.1.	<i>Acacia delbata</i> - Mimosa gialla.....	59
9.1.2.	<i>Cercis siliquastrum</i> – Albero di Giuda.....	59
9.1.3.	<i>Fraxinus ornus</i> - Orniello	60
9.1.4.	<i>Prunus dulcis</i> – Mandorlo var Arrubia	60
9.1.5.	<i>Robinia pseudoacacia</i> - Robinia	61
9.1.6.	Costi di piantumazione Parcella A05	61
9.1.7.	Costi di manutenzione seminativo-arboreo	62
10.	SIEPE DI MITIGAZIONE	63
10.1.	Specie per la siepe di mitigazione	65
10.1.1.	Mirto sardo – <i>Myrtus communis var. sarda</i>	65
10.1.2.	Corbezzolo – <i>Arbutus unedo</i>	65
10.1.3.	Lentisco – <i>Pistacia lentiscus</i>	66
10.1.4.	Ulivo – <i>Olea europea var. Arbequina</i>	66
10.2.	Operazioni e costo di impianto della siepe.....	67
10.3.	Costi di manutenzione della siepe	68
11.	CALCOLO DEL FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE	69
12.	MACCHINARI E ATTREZZATURE	70
13.	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI IRRIGAZIONE	71
13.1.	Consumi e Risparmio idrico.....	73
14.	INTRODUZIONE DELLE API A SCOPO DI MONITORAGGIO	75
14.1.	Costi di impianto e gestione delle arnie	77
15.	STUDI SULL'AGRIVOLTAICO	78
16.	BIBLIOGRAFIA.....	83

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 5
---	---------------------------------------	--------------

1. PREMESSA

Il presente Piano Agronomico è stato redatto per l'azienda EF AGRI Società Agricola a R.L. e denominato "Fattoria Solare Su Barroccu".

Il progetto è finalizzato ad un miglioramento fondiario, con lo scopo di rendere l'area di progetto idonea per la coltivazione tramite azioni di miglioramento del terreno ed allaccio al Consorzio di Bonifica dell'Oristanese.

Il progetto agrivoltaico prevede la coltivazione di essenze arboree produttive (limoni e mandorle) al di sotto di tracker fotovoltaici aperti, su un'area di 22 ha circa attualmente occupata da pascoli e coltivazioni foraggere. Le piante verranno messe a dimora in corrispondenza dei tracker che sorreggono i moduli fotovoltaici. Le strutture sono infisse al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento e sono poste ad una distanza tra le file dei tracker pari a 6 metri. Grazie alle soluzioni tecniche proposte dalla proponente, la coltivazione prevede la gestione sostenibile di colture e produzioni di qualità in sinergia con la produzione di energia elettrica da fonte solare. Infatti, con i moduli posti a 3,7 m di altezza da terra, lo spazio in verticale utilizzabile al di sotto dei tracker è sufficiente affinché le piante beneficino della luce diretta e di quella diffusa e gli operatori possano svolgere le pratiche agricole necessarie.

Il presente piano è stato redatto, oltre che sulla base dei dati provenienti dalle sempre più frequenti esperienze e ricerche in ambito europeo, anche sull'esperienza direttamente maturata dalle aziende agricole facenti parte della Società Consortile a r.l. "Le Greenhouse", partner agricolo storico di EF Solare Italia S.p.A.. Le Greenhouse è la prima Società consortile del settore che comprende Società agricole che operano da anni in ambiente agrivoltaico. Il Consorzio gestisce circa 40 ettari di agrivoltaico nelle Regioni Calabria (27 ha), Umbria (2 ha) e Sardegna (11 ha) in cui si coltivano principalmente agrumi (cedri, limoni, lime, arance).

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 6
---	---------------------------------------	--------------



Foto 1: Serra agrivoltaica con coltivazione di cedri gestita dal Consorzio Le Greenhouse.



Foto 2: Serra agrivoltaica con coltivazione di limoni gestita dal Consorzio Le Greenhouse.

Progetto: Fattoria Solare “ <i>Su Barroccu</i> ” EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 7
--	---------------------------------------	--------------

Si evidenziano alcuni elementi caratterizzanti la gestione agricola e i più rilevanti risultati ottenuti nel corso dei primi 10 anni di attività:

- Attività fenologica delle piante costantemente monitorata tramite applicativi gestibili da remoto che permettono anche la raccolta dei dati al fine di produrre statistiche e studi volti all’ottimizzazione dei cicli produttivi;
- Fabbisogno idrico delle coltivazioni sotto serre agrivoltaiche notevolmente inferiore rispetto al pieno campo grazie alla riduzione dell’evapotraspirato (consumo di acqua 6 volte in meno) dovuto alle condizioni di parziale ombreggiamento, alla luce diffusa e ai sistemi di subirrigazione (attivo protocollo con Netafim – società israeliana, leader nel settore dei sistemi di irrigazione);
- Alta qualità dei prodotti: dalle ultime analisi svolte su un campione di limoni raccolti in gennaio 2020, emergono risultati superiori agli standard qualitativi richiesti dai disciplinari di produzione dei migliori limoni IGP d’Italia;
- Impatti sociali: tutela e valorizzazione dei lavoratori esistenti (si impiegano più lavoratori rispetto al pieno campo per le attività di monitoraggio e gestione del sistema agrivoltaico, investendo sulla formazione continua e sull’accrescimento del *know-how*)¹.

Sulla base di questa esperienza, il progetto in proposta segue il concetto di “efficienza combinata nell’uso del suolo”. Diversi studi scientifici (per approfondimenti vedi il capitolo finale “*Studi sull’agrivoltaico*”) condotti in Europa e negli Stati Uniti hanno dimostrato che un sistema agrivoltaico strutturato in altezza offre un grande potenziale di sviluppo economico e produttivo, in quanto la combinazione della coltura con la protezione data dai moduli soprastanti consentirebbe l’insorgere di effetti sinergici positivi tra l’impianto fotovoltaico e quello agricolo.

Le strutture agrivoltaiche caratterizzanti gli impianti di produzione proposti sono state studiate in combinazione con il presente piano agronomico e presentano dimensioni tali da

¹ Dalla stampa specializzata:

<https://www.freshplaza.it/article/9205393/le-serre-fotovoltaiche-migliorano-la-qualita-degli-agrumi-riducendo-l-utilizzo-d-acqua/#.XobiNQX223w.whatsapp>

<https://www.freshplaza.it/article/96245/Cedro-sotto-serra-fotovoltaica-una-realta-calabrese-che-piace-agli-israeliani/>

https://www.repubblica.it/green-and-blue/2021/12/16/news/a_scalea_i_cedri_crescono_sotto_i_pannelli_fotovoltaici-329557056/

<https://www.italiafruit.net/Mobile/DettaglioNews.aspx?idNews=67019&Titolo=cedri-perche-coltivarli-sotto-i-pannelli-fotovoltaici>

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 8
---	---------------------------------------	--------------

agevolare sia lo svolgimento dell'attività agricola che gli interventi di manutenzione sulle componenti elettriche di impianto.

L'obiettivo principale è, dunque, quello di produrre, in sinergia, energia elettrica da fonte solare e prodotti agricoli, al fine di generare un reddito agricolo dalla vendita del prodotto fresco, che andrà a sommarsi a quello proveniente dalla produzione di energia elettrica da fonti pulite su scala nazionale.

La società proponente, inoltre, presta molta attenzione sia alla biodiversità in campo, sia quella vegetale che a quella animale, riconoscendo soprattutto l'importanza del comparto apistico. Per questo motivo è previsto, in area di impianto, l'inserimento di arnie di api della specie *Apis mellifera ligustica*, endemica italiana, sia per il miglioramento dell'agrobiodiversità sia ai fini del monitoraggio della salubrità dell'ambiente agrivoltaico (**arnie spia**). Le arnie spia sono utilizzate per tutti gli impianti del Consorzio Le Greenhouse, per cui, forti dell'esperienza nel settore, anche il presente progetto monitora l'attività delle api con sensori in grado di verificare il livello di vitalità dei nuclei e la salute del sistema agro ecologico. Infatti il monitoraggio dell'apiario è uno strumento utile all'agricoltore per consentire una migliore gestione del fondo agricolo intervenendo in maniera razionale sull'utilizzo di agrofarmaci implementando l'agrobiodiversità, caratteristica fondamentale per la sopravvivenza degli ecosistemi e dei sistemi agroecologici stessi.

L'attività delle api permette, inoltre, lo scambio dei codici genetici tra un albero e l'altro, contribuendo direttamente a migliorare la qualità e la quantità della produzione, grazie alla selezione genica.

Ulteriormente, il progetto affronta la necessità di riparare le colture dai venti tramite la piantumazione lungo tutto il confine di una **siepe di mitigazione** composta da corbezzolo, mirto, lentisco e ulivo.

Dunque, tramite la coltivazione delle colture arboree al di sotto delle strutture fotovoltaiche elevate da terra, tramite la creazione di una siepe di mitigazione nonché di un'area verde e grazie all'inserimento delle api in campo, si contribuisce a migliorare la complessità biologica del sistema ecologico, per iniziare un percorso aziendale certificato e di qualità, contribuendo, allo stesso tempo, ad implementare anche l'occupazione locale nei settori energetico ed agro-alimentare.

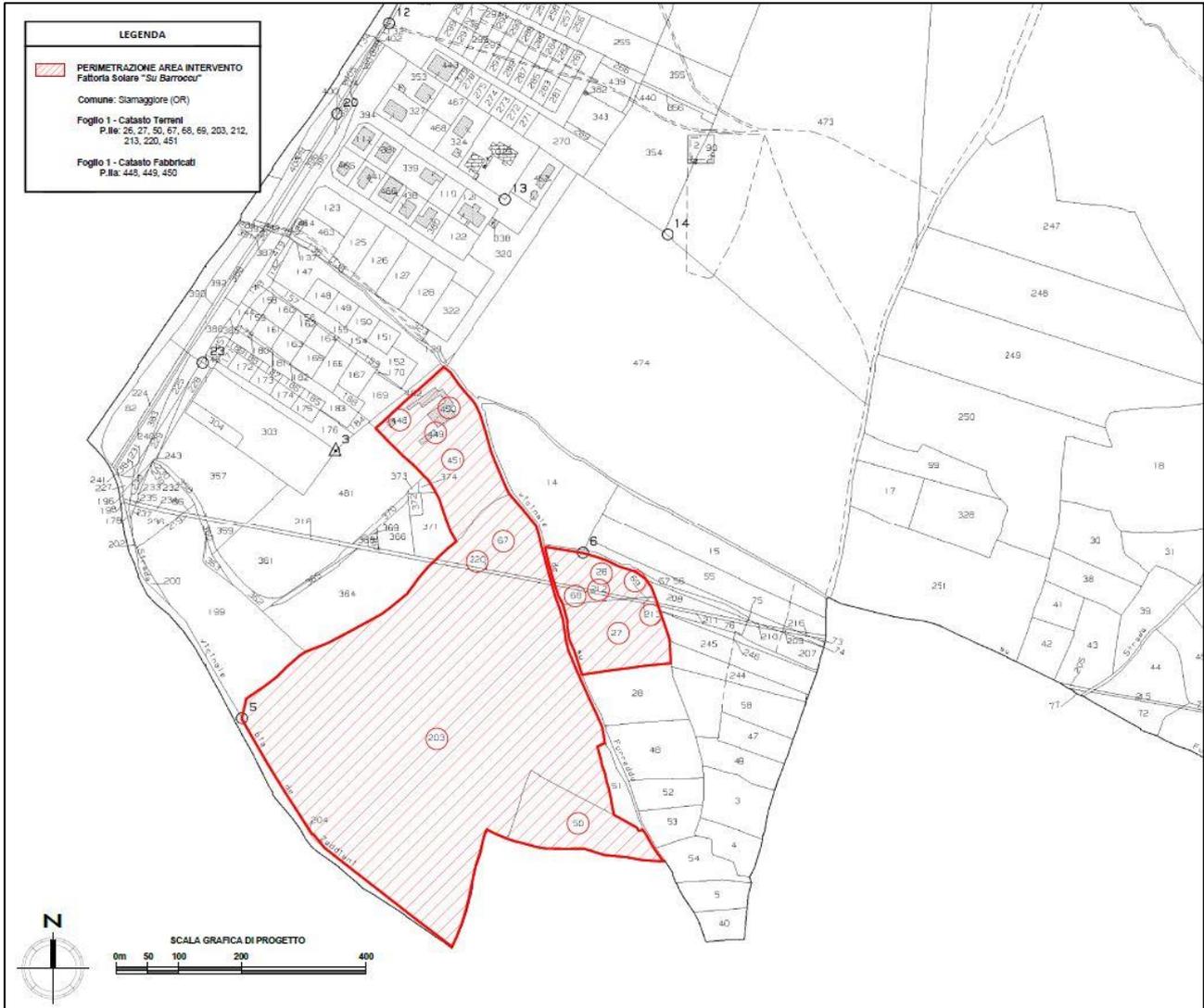
Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 9
---	---------------------------------------	--------------

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1. Ubicazione

Il terreno, la cui estensione è pari a 29,34 Ha, presenta una superficie pressoché pianeggiante a quote comprese fra 22 e 35 m circa s.l.m., in lieve pendenza verso ovest. In seguito a divisione particellare la proprietà possiederà una SAU pari a 243.773,97 mq (19,06 ettari per le colture sotto tracker, 4,2 ettari da destinare ad area verde e 1,11 ha per la siepe di mitigazione). L'area si trova su un complesso di terre adibite a coltivazioni foraggere e pascolo saltuario, attraversato da poche vie vicinali. Il terreno è distinto in Catasto al Foglio 1, Particelle 26 - 27 - 50 - 67 - 68 - 69 - 203 - 212 - 213 - 220 - 451, al Foglio 1 particelle 448 - 449 - 450 del Comune di Siamaggiore (OR) e sorge in posizione ravvicinata alla strada statale SS 131.

COORDINATE GEOGRAFICHE PROPRIETA' IN ESAME - "Fattoria Solare Su Barroccu"	
Latitudine (Nord)	Longitudine (Est)
39°57'41.30" N	8°37'39.50" E



*Figura 1: Inquadramento Territoriale Catastale Area Impianto Agrivoltaico.
 Riferimento Elaborato Grafico "2103_T.A.04_Inquadramento Territoriale su Catastale_Rev00"*

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 11
--	---	-----------------------------

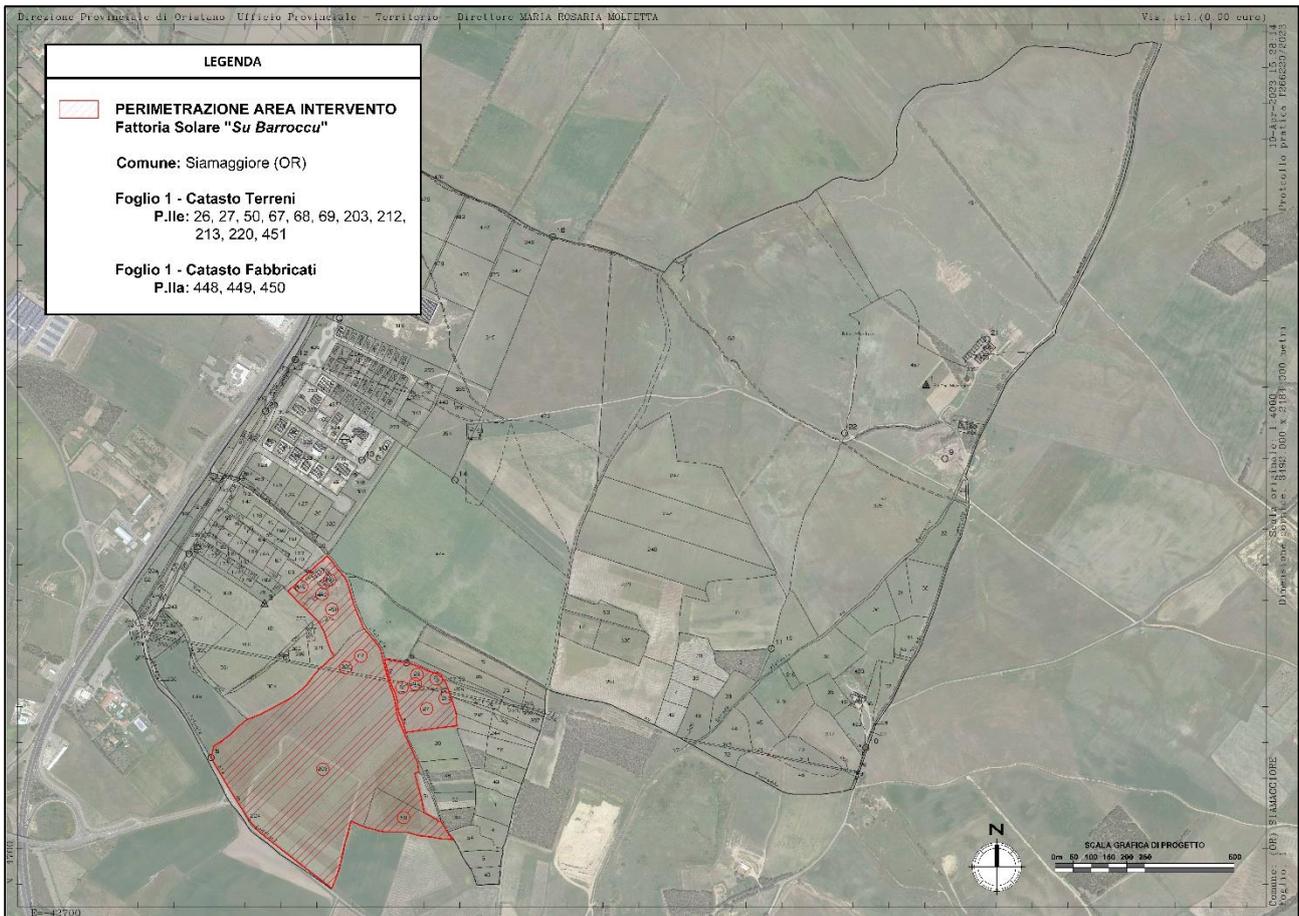


Figura 2: Inquadramento Territoriale Area Impianto su Ortofoto Catastale.
Riferimento Elaborato Grafico "2103_T.A.03_Inquadramento Territoriale su Orto-Catastale_Rev00"

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 12
---	--	----------------------

2.2. Descrizione del contesto

Dall'esame della cartografia allegata al Piano Urbanistico comunale del comune di Siamaggiore (OR) si evince che le aree in cui ricade il progetto in proposta sono classificate come "Zona Agricola E - Sottozona E2 - Aree con estensione prevalente per la funzione agricola produttiva". Si evidenzia inoltre, che il sito confina con le aree comunali individuate dal PUC come "Zona D - Insediamenti produttivi". Si riporta di seguito un estratto della Tavola di Pianificazione Urbanistica in cui si riporta la Zonizzazione Territoriale per il Comune di Siamaggiore (OR).

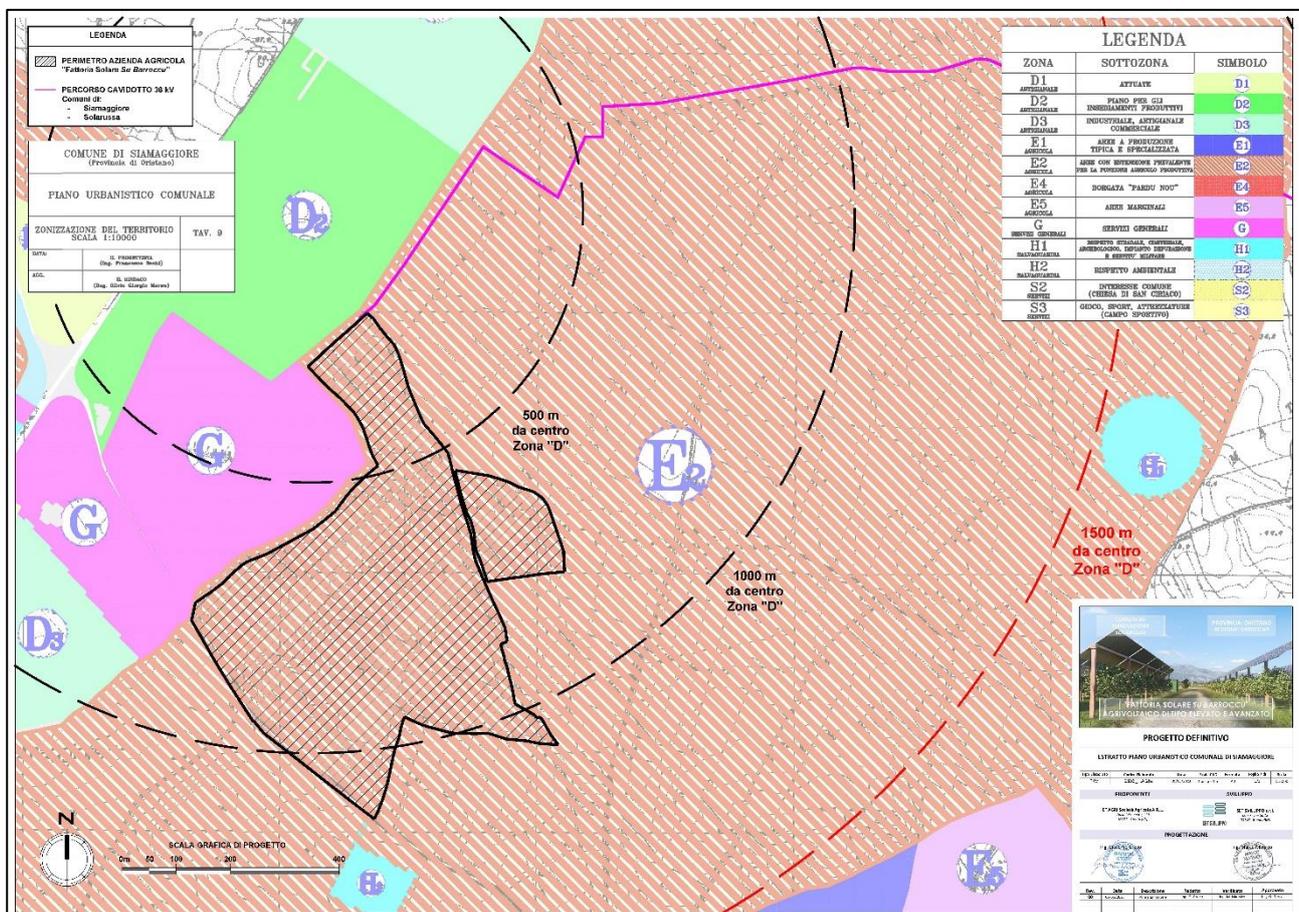


Figura 3: Cartografia PUC – Stralcio Tavola Pianificazione urbanistica zonizzazione territoriale Riferimento Elaborato Grafico "2103_T.A.26a_Estratto Piano Urbanistico Comunale di Siamaggiore_Rev00"

Dall'esame della cartografia dell'uso del suolo consultabile sul portale online Sardegna Mappe (scala 1:25000, anno di pubblicazione 2008) si evince la forte vocazione agricola dell'area. Il sito ricade in aree seminatrici non irrigue, confina a sud con aree classificate come seminativi semplici e colture orticole a pieno campo, e in parte ricade in aree classificate come prati stabili. Dall'analisi della cartografia menzionata i terreni della proprietà sono classificati come "Seminativi in aree non irrigue"; mentre nelle aree più prossime all'area di progetto, oltre agli spazi occupati dall'area

commerciale a ovest (area PIP), e ai fabbricati rurali, si individuano principalmente “Seminativi semplici e colture a pieno campo”.

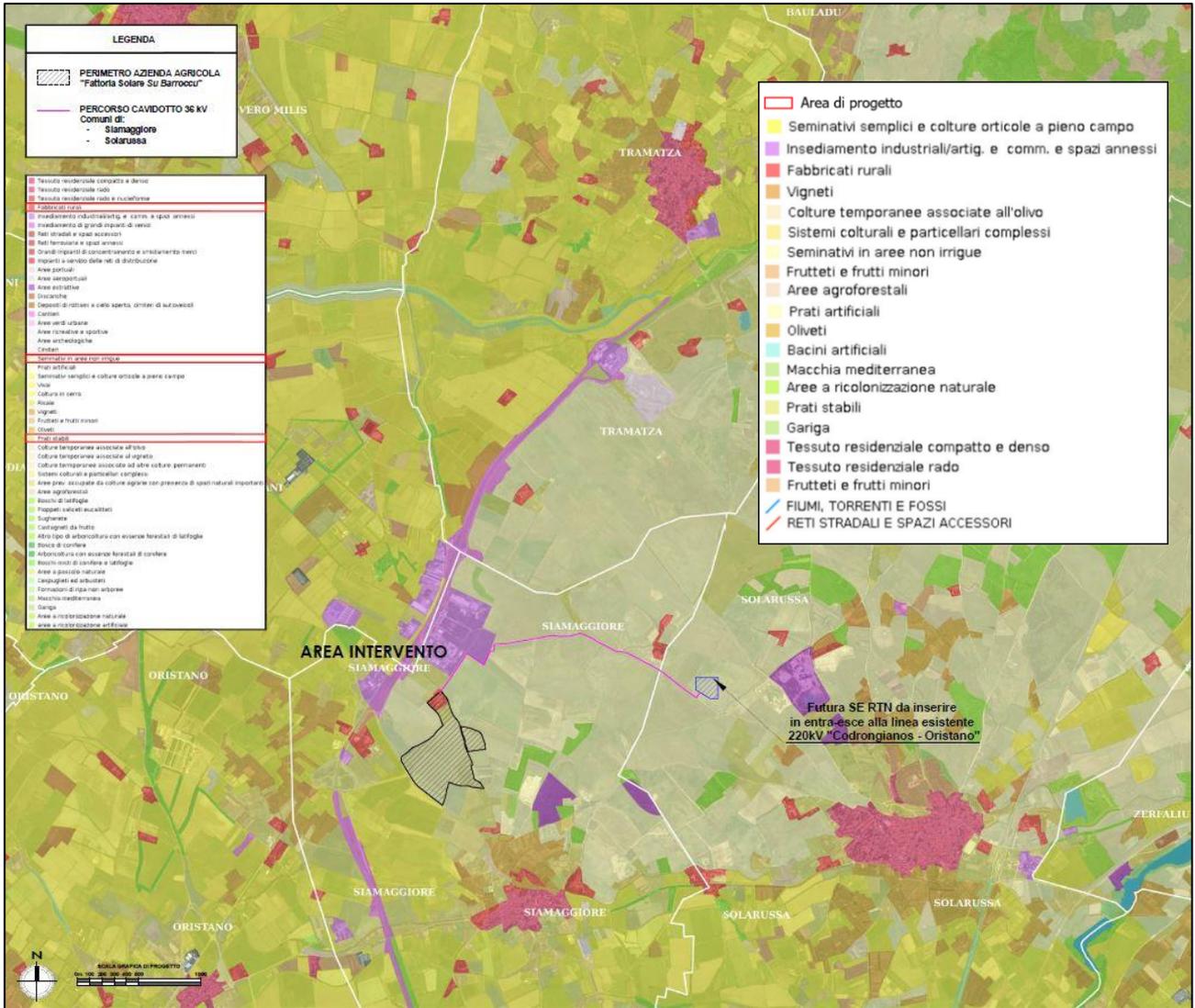


Figura 4: Cartografia uso del suolo.
 Riferimento Elaborato Grafico “2103_T.A.20_Cartografia PPR - Carta Uso del Suolo_Rev00”

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 14
---	---------------------------------------	---------------

3. ECONOMIA E TRADIZIONE

La struttura del paesaggio che circonda Siamaggiore è articolata sul sistema idrografico del Tirso, il maggior fiume dell'Isola. Gli ambienti lagunari e stagnali che si sviluppano lungo la fascia costiera sono sede di importanti attività economiche di allevamento ittico. La topografia entro 3 chilometri da Siamaggiore contiene solo modeste variazioni di altitudine, con un cambiamento massimo di altitudine di 42 metri e un'altitudine media sul livello del mare di 17 m s.l.m., coperta da terre coltivate (95%). La superficie entro 16 Km dalla costa è coperta da terre coltivate (62%) e arbusti (12%) e, entro 80 Km, da specchi d'acqua (37%) e altre terre coltivate (29%).

Il villaggio di Siamaggiore ha origini medioevali (XI secolo) e si trova nella parte settentrionale del Campidano, caratterizzato dal territorio altamente fertile e produttivo, in cui l'attività agricola è particolarmente importante. L'agricoltura, infatti, resta la fonte di sostentamento più importante per la popolazione, con la coltivazione di **carciofi**, ortaggi, vite, **frutteti**, **olivo** foraggio e seminativi (cereali, frumento), che occupa una preponderante estensione nel paesaggio agrario.

Le colture di tipo intensivo interessano la coltivazione di specie erbacee (riso, carciofo, fragola, melone, anguria, pomodoro, barbabietola) e di quelle arboree (**agrumi**, viti, **olivi**, **mandorli**). Le aree agricole e i sistemi agroforestali delle zone sottoposte a interventi di bonifica sono diffuse sull'intero territorio. A Solarussa e Siamaggiore coltivano **clementini precoci e clementini comuni**, **mandarini comuni e tardivi**, **Arance Navel**, **Tarocco**, **Vaniglia e Limoni**.

Dal punto di vista storico il mandorlo ha rappresentato una delle colture da frutto maggiormente diffuse nell'isola, sempre presente in orti e giardini, ma anche nelle terre marginali di alta collina. Fino agli anni '30 del '900, in Sardegna c'erano circa 6.000 ha di mandorlo in coltura specializzata e circa 50.000 ha in coltura consociata. Tali superfici sono rimaste pressoché invariate fino agli anni '50, successivamente ebbero una fortissima contrazione, fino agli anni'90, in cui si è assistito ad un'inversione di tendenza con un certo recupero in termini di ettari investiti, accompagnata da una moderna ed efficiente filiera produttiva economicamente rilevante.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 15
---	---------------------------------------	---------------

4. CLIMA

La Sardegna è caratterizzata da un clima di tipo marittimo mediterraneo. Nella stagione invernale le frequenti depressioni che si spostano dall'Atlantico verso l'interno, in direzione Est, provocano tempo variabile, mite e umido con precipitazioni elevate. Nella stagione estiva le scarse e deboli depressioni provenienti dall'Atlantico si spostano a Nord o a Sud del Mediterraneo, favorendo estati calde e asciutte, con molti mesi caldi di siccità e col massimo irraggiamento solare.

A Siamaggiore, le estati sono brevi, calde, afose, asciutte e prevalentemente serene e gli inverni sono lunghi, freddi, ventosi e parzialmente nuvolosi. Durante l'anno la temperatura in genere va da 7°C a 31°C ed è raramente inferiore a 3°C o superiore a 36°C.

Le stazioni di monitoraggio più prossime all'area d'intervento ricadono nei comuni di Bauladu e Riola Sardo, poste rispettivamente a circa 6,7 km a nord est e a 8,5 km a nord ovest rispetto all'area d'impianto.

Tabella 1: Stazioni di monitoraggio agro-meteorologico SAR più prossime all'area d'intervento

STAZIONE	LONGITUDINE	LATITUDINE	QUOTA	DISTANZA DAL MARE	DISTANZA AREA INTERVENTO
Bauladu	8.671018	40.023779	31 m s.l.m.	16,7 km	6,7 km
Riola Sardo	8.5405866	39.9958127	10 m s.l.m.	11,2 km	8,5 km

Per completezza d'informazioni si riportano inoltre i dati meteorologici del comune di Siamaggiore raccolti dalle informazioni del modello meteorologico globale NEMS di MeteoBlue e Weather Spark, raccolti a partire dal 1985.

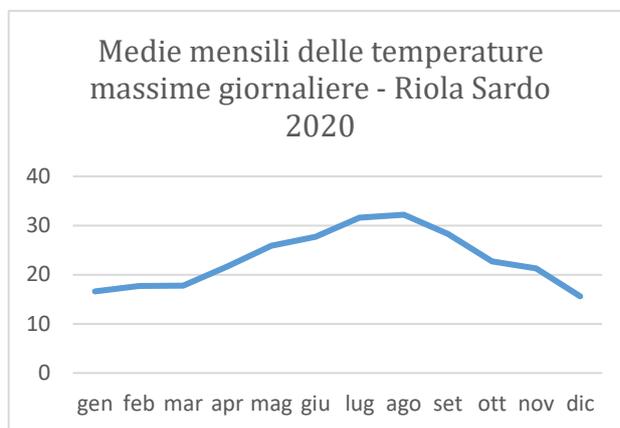
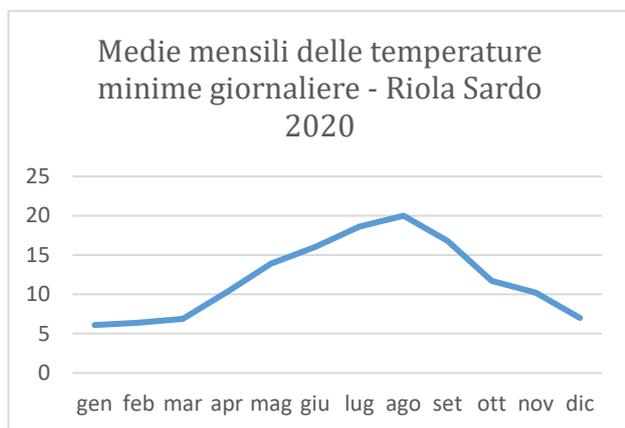
4.1. Temperatura

Saranno di seguito riportati i dati delle temperature medie giornaliere mensili massime e minime registrate dalle stazioni di Riola Sardo e Siamaggiore per l'anno 2020 e le relative anomalie registrate nell'anno 2020 rispetto alle medie sul periodo 1995-2014.

Medie mensili delle temperature minime giornaliere °C, anno 2020												
STAZIONE	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Riola Sardo	6,1	6,4	6,9	10,3	13,9	16	18,6	20	16,8	11,7	10,2	7
Medie mensili delle temperature massime giornaliere °C, anno 2020												
STAZIONE	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Riola Sardo	16,6	17,7	17,8	21,7	25,9	27,7	31,6	32,2	28,3	22,7	21,3	15,6

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 16
---	---------------------------------------	---------------

Per facilitare la lettura dei dati in tabella si riportano i relativi grafici delle medie mensili delle minime (a sinistra) e massime (a destra) giornaliere, relative all'anno 2020.

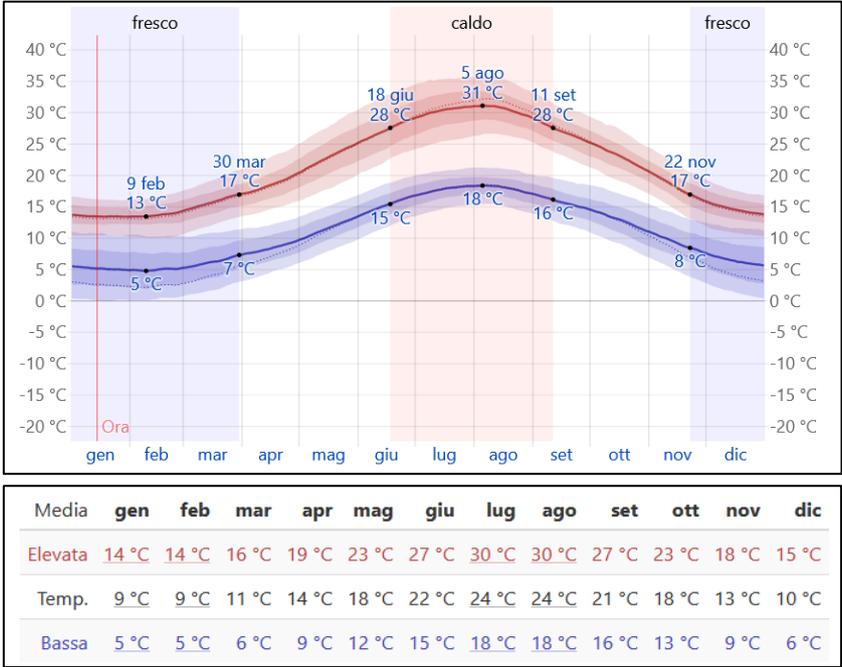


I dati storici riportati per il comune di Siamaggiore sono stati raccolti dalle informazioni del modello meteorologico globale NEMS di MeteoBlue e Weather Spark, raccolti a partire dal 1985.

La stagione calda dura 3 mesi, dal 18 giugno al 14 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 28 °C. Il mese più caldo dell'anno a Siamaggiore è agosto, con una temperatura media massima di 31°C e minima di 21°C. La stagione fresca dura 4 mesi, da 24 novembre a 26 marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 17°C e mese più freddo febbraio, con una temperatura media minima di 7°C e massima di 14°C.

La "media delle massime giornaliere" (linea rossa continua) mostra la temperatura massima di una "giornata tipo" per ogni mese. Allo stesso modo, la "media delle minime giornaliere" (linea continua blu) indica la temperatura minima media.

Temperatura massima e minima media annua a Siamaggiore



Per quanto riguarda i dati raccolti nell'anno 2020 le temperature minime sono state in linea ai corrispondenti valori climatici di riferimento, mentre le massime sono state superiori, mediamente di circa +0,7 °C. Le medie mensili delle temperature minime hanno mostrato i valori inferiori nel mese di gennaio, compresi tra -1,5 e 10 °C nelle diverse stazioni; le medie delle massime hanno raggiunto valori compresi tra 25 e 37 °C nel mese di agosto.

Secondo l'Annuario dei dati ambientali della Sardegna del 2020 (Rapporto ADAM 2021) rispetto ai corrispondenti valori climatici registrati nel periodo di confronto (1995-2014), a livello mensile le temperature minime sono state generalmente più elevate per 7 mesi, con anomalie positive più marcate nei mesi di febbraio e agosto, mentre sono state in generale inferiori nei restanti mesi, soprattutto in ottobre. Le temperature massime sono state più alte della norma per ben 9 mesi e in particolare nei mesi di gennaio, febbraio (circa 3,5 °C sopra la media), agosto e novembre. Nei restanti 3 mesi le massime sono risultate sotto media, soprattutto in ottobre.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 18
---	--	----------------------

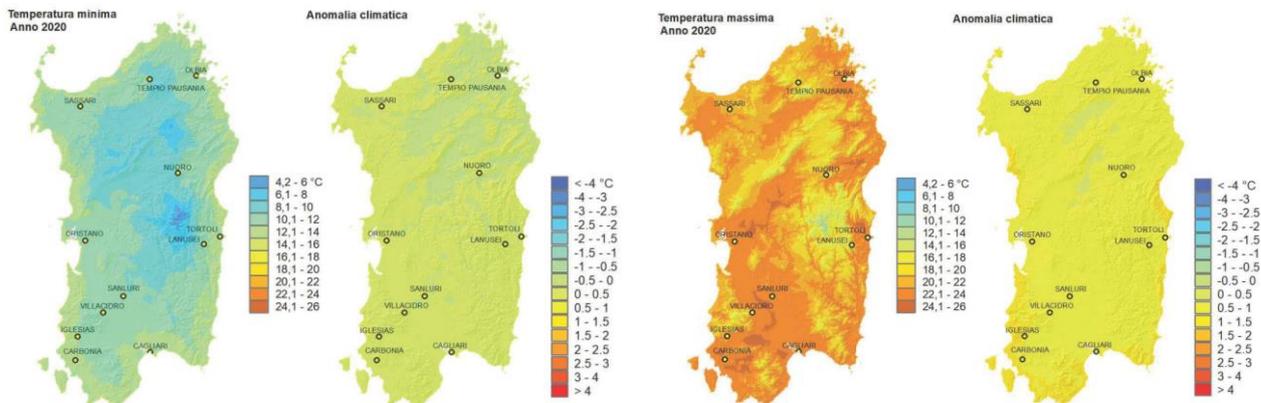


Figura 5: Media annuale delle temperature minime (a sinistra) e massime (a destra) con relative anomalie rispetto alle medie sul periodo 1995-2014 sul territorio regionale per l'anno 2020

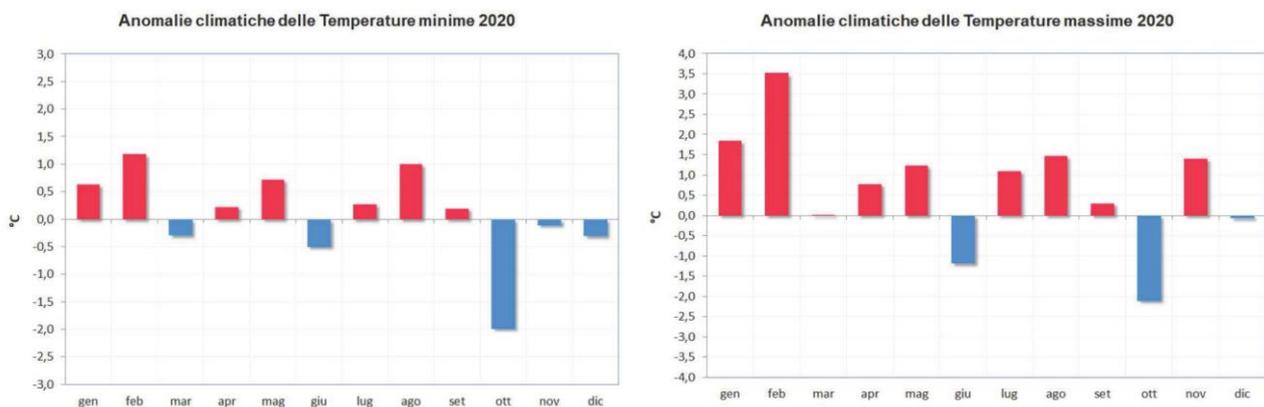


Figura 6: Istogrammi delle anomalie climatiche delle temperature minime e massime rispetto alle medie sul periodo 1995-2014 sul territorio regionale per l'anno 2020

4.2. Estremi termici

Il Rapporto ADAM analizza gli eventi termici estremi attraverso una serie di indicatori definiti dal "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection". Questi indicatori sono ricavati dall'elaborazione dei valori di temperatura minima e massima assoluta dell'aria e sono: "Giorni estivi", "notti tropicali" e "Giorni con gelo".

Per quanto riguarda l'indicatore "Giorni estivi" esso esprime il numero di giorni con temperatura massima dell'aria maggiore di 25 °C. In generale, il numero di giorni del 2020 è in linea col valore medio pluriennale, mentre risulta inferiore rispetto ai corrispondenti dati del 2019. La stazione di Riola Sardo ha fatto registrare un totale di 145 giornate estive nel 2020, poco meno del valore massimo (146 giornate per la stazione di Siliqua) raggiunto nella regione.

Progetto: Fattoria Solare “Su Barroccu” EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 19
--	--	----------------------

L'indicatore “Notti tropicali” esprime invece il numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20° C. In generale i cumulati dell'anno risultano in linea rispetto ai corrispondenti valori medi pluriennali ed inferiori rispetto a quelli dell'anno precedente. La stazione di Riola Sardo ha fatto registrare un totale di 24 notti tropicali, valore molto al di sotto del valore massimo (83 notti tropicali per la stazione di Capoterra Poggio dei Pini) raggiunto nella regione.

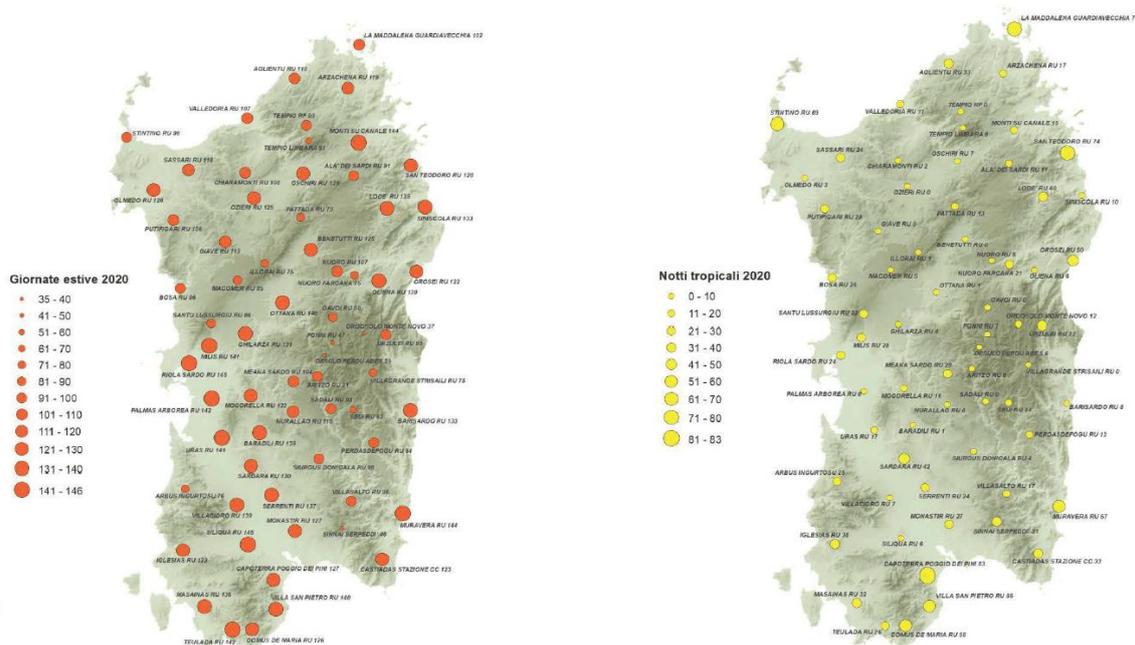


Figura 7: Numero totale dei “Giorni estivi” e delle “Notti tropicali” nel 2020 per alcune stazioni. Dati “Rapporto ADAM 2021”

L'indicatore “Giorni con gelo” esprime il numero di giorni con temperatura minima assoluta minore o uguale a 0°C. In generale i dati del 2020 sono mediamente inferiori sia rispetto alle corrispondenti medie pluriennali sia rispetto a quelli dell'anno precedente. La stazione di Riola Sardo ha fatto registrare solo 3 giorni con gelo, molto al di sotto dei valori massimi raggiunti in numerose stazioni in quota (da 40 a 97 giorni con gelo).

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 20
---	--	----------------------

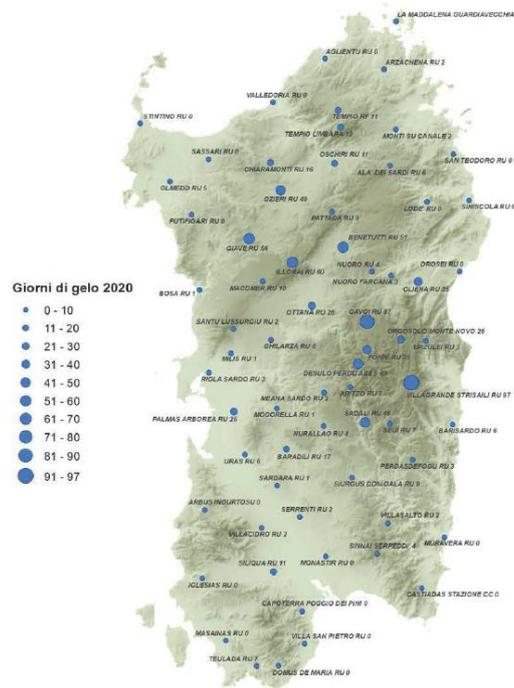


Figura 8: Numero totale dei "Giorni con gelo" nel 2020 per alcune stazioni. Dati "Rapporto ADAM 2021"

Dall'analisi dei dati emerge una sensibilità territoriale nei confronti degli eventi estremi, soprattutto nei confronti delle temperature massime, che espongono maggiormente l'area a fenomeni di inaridimento e desertificazione.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 21
---	---------------------------------------	---------------

Precipitazioni mensili medie a Siamaggiore

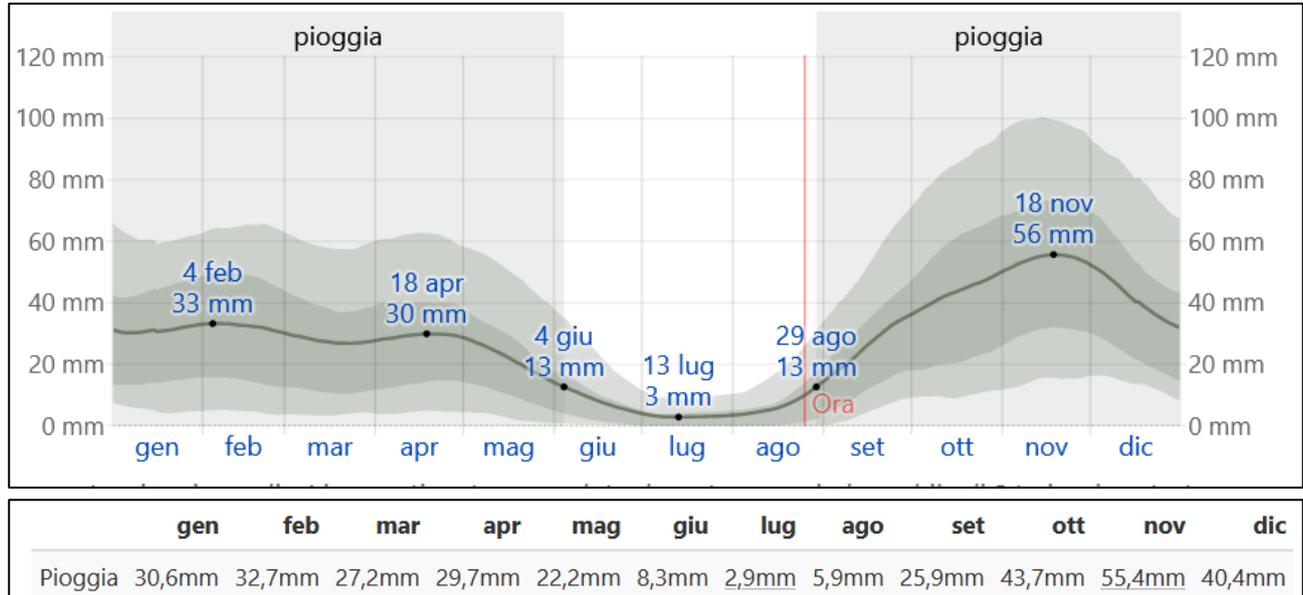


Figura 9: La pioggia media (riga nera continua) accumulata durante un periodo mobile di 31 giorni centrato sul giorno in questione con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile.

4.3. Precipitazioni

Di seguito si riporta l'andamento delle precipitazioni nelle stazioni di Bauladu (dati ADAM 2021) e di Siamaggiore (modello meteorologico globale NEMS di MeteoBlue e Weather Spark).

Cumulato delle precipitazioni mensili (mm) anno 2020												
STAZIONE	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Bauladu	11,4	0,8	37,4	40	19,2	15,2	0	25	91,8	42,2	28	173



Precipitazioni mensili medie a Siamaggiore

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 22
---	---------------------------------------	---------------

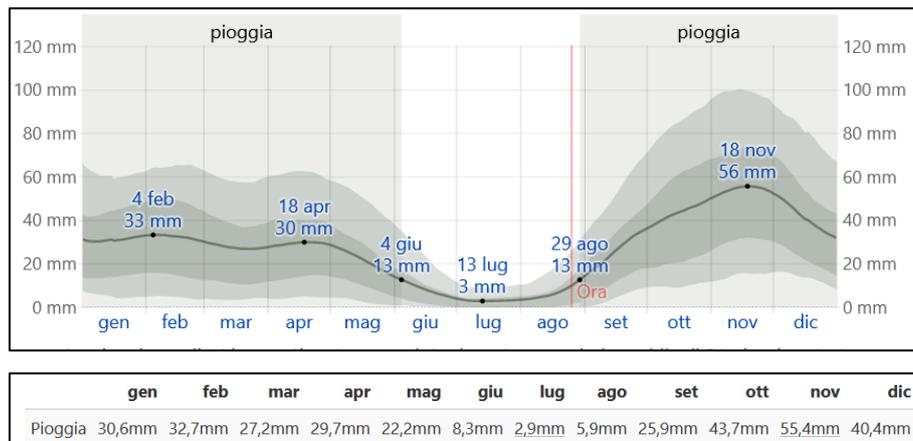


Figura 10: Cumulato delle precipitazioni mensili per la stazione meteorologica di Siamaggiore. La pioggia media (riga nera continua) accumulata durante un periodo mobile di 31 giorni centrato sul giorno in questione con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile

Siamaggiore presenta significative variazioni stagionali di piovosità mensile.

Il periodo delle piogge dura 9,2 mesi, dal 29 agosto al 4 giugno, con mese più piovoso novembre (piogge medie di 55 millimetri) e periodo più secco di durata 2,8 mesi, dal 4 giugno al 29 agosto, con mese più secco a luglio (piogge medie di 3 millimetri).

Per quanto riguarda le precipitazioni dall'analisi dei dati disponibili è possibile affermare che i mesi autunnali ed invernali sono tendenzialmente più piovosi (in particolare novembre), mentre i mesi estivi (giugno, luglio e agosto) i più secchi. Il mese più secco è risultato essere luglio, che ha registrato nelle stazioni considerate i valori più bassi.

Analizzando i dati relativi alla Precipitazione cumulata annua in rapporto con la media climatica 1971-2000 sul territorio regionale riportati nell'Annuario dei Dati Ambientali 2021 emerge che le piogge totali registrate nel 2020 hanno raggiunto cumulati annui variabili a seconda delle località, tra minimi di circa 360 mm nel Cagliariitano e massimi di circa 1300 mm sul Limbara. Su metà dell'isola ed in particolare nel centro-nord i valori risultano in linea o superiori alle corrispondenti medie climatiche, superandole in alcune aree anche del 50%. Per quanto riguarda l'area d'interesse le precipitazioni dell'anno 2020 sono state lievemente inferiori rispetto alla media climatologica di riferimento (periodo 1971 - 2000) per la maggior parte dei mesi dell'anno, tuttavia, i mesi di agosto, settembre e dicembre hanno però registrato valori fino a 4 volte superiori rispetto alla media di riferimento.

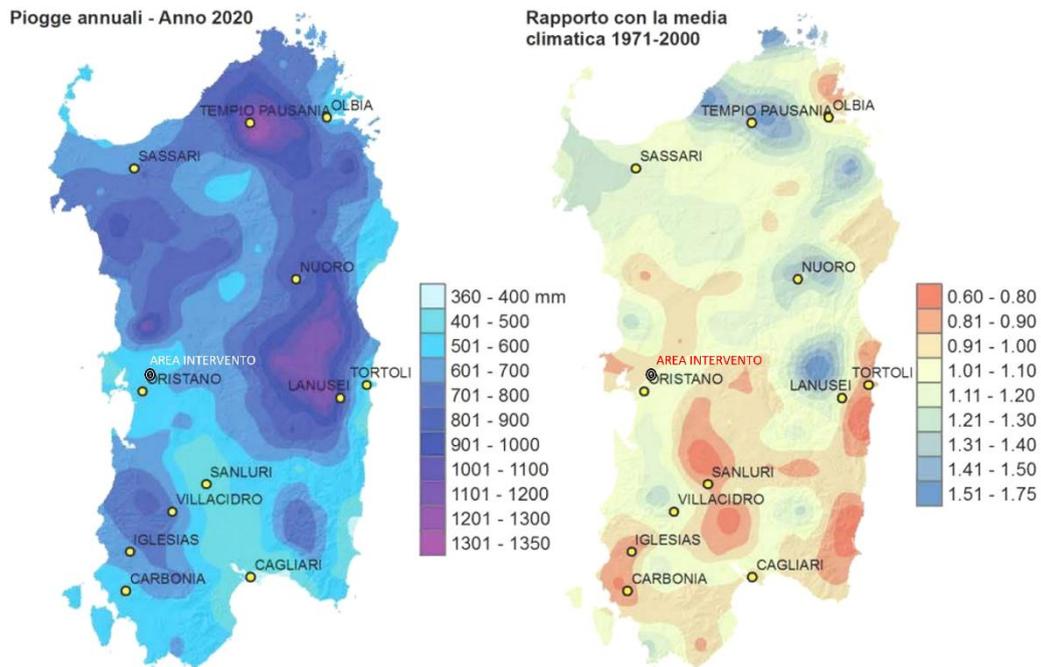


Figura 11: Cumulato annuale di precipitazione (mm) per il 2020 e rapporto con la media climatologica 1971-2000

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 24
---	---------------------------------------	---------------

4.4. Umidità

A differenza della temperatura, che in genere varia significativamente fra la notte e il giorno, il punto di rugiada tende a cambiare più lentamente, per questo motivo, anche se la temperatura può calare di notte, dopo un giorno umido la notte sarà generalmente umida. Siamaggiore vede *estreme* variazioni stagionali nell'umidità percepita.

Il periodo più umido dell'anno dura 4 mesi, dal 10 giugno al 12 ottobre. Il mese con il maggior numero di giorni afosi è agosto, con 19 giorni di caldo umido. Il giorno più secco dell'anno oscilla attorno al 21 febbraio.

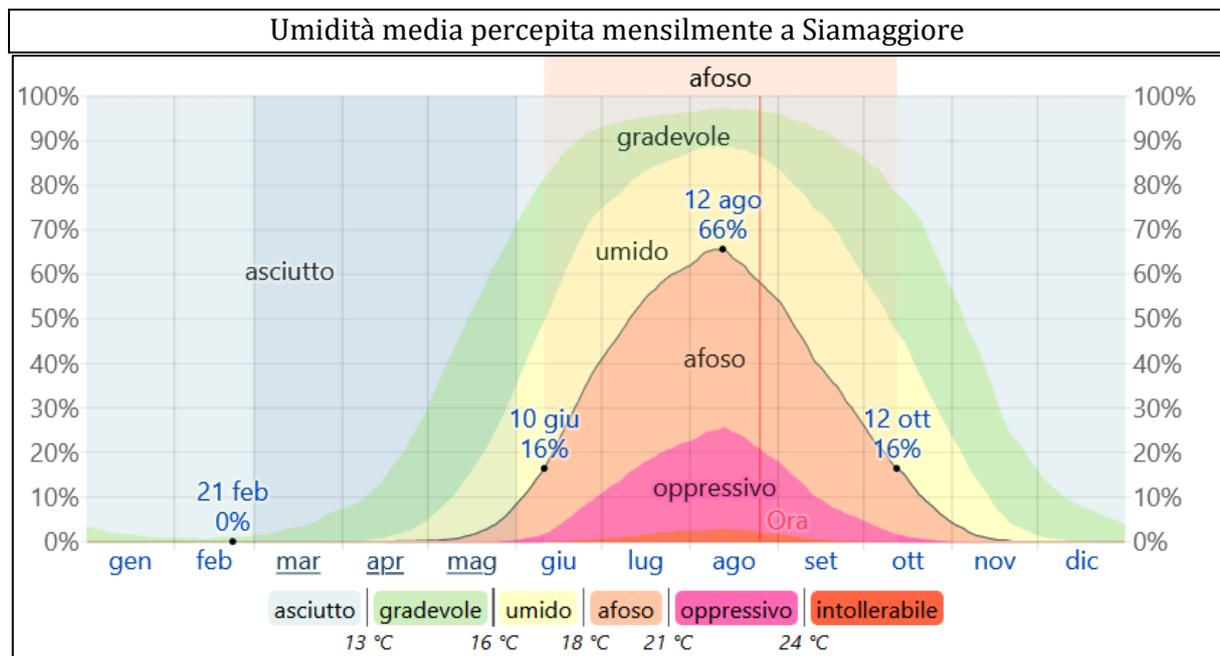


Figura 12: Umidità annuale divisa per mesi a Siamaggiore. Il grafico riporta l'umidità percepita e il grado di confort tramite colorazione dei range dei valori.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 25
---	---------------------------------------	---------------

4.5. Regime Anemologico

La Sardegna, lontana dalle grandi masse continentali, con i relativi ostacoli orografici, è spesso battuta da intensi venti in qualsiasi stagione dell'anno. I venti più frequenti e forti sono il Maestrale, lo Scirocco ed il Libeccio che in inverno danno luogo a piogge e mareggiate, mentre spesso in estate rendono il clima molto secco e favoriscono il propagarsi degli incendi. In inverno lo Scirocco richiamato da perturbazioni Afro-Mediterranee apporta intense ondate di maltempo sulla Sardegna Meridionale, mentre il Libeccio ed il Maestrale favoriscono le piogge sulla parte Occidentale, ed è proprio la frequenza delle correnti occidentali a spiegare la maggior piovosità di questo settore dell'Isola. Il Maestrale è anche responsabile di episodi di freddo e neve invernale, trasportando l'aria artica che sfocia nel Mediterraneo dalla Valle del Rodano. In Estate lo Scirocco porta aria dai deserti Nordafricani molto calda ed asciutta, insieme al pulviscolo Sahariano ed a temperature elevatissime. Tali avvezioni di aria calda annunciano l'arrivo dell'Anticiclone Africano che in Estate permane a lungo su queste zone del Mediterraneo.

Le condizioni anemologiche maggiormente frequenti in Sardegna si possono così sintetizzare:

- il periodo invernale è caratterizzato dalla presenza del Maestrale proveniente da nord-ovest, del Libeccio proveniente da sud-ovest e del Grecale proveniente da nord-est, che favoriscono la formazione di piogge nel settore occidentale;
- lo scirocco proveniente da sud-est è frequente in tutte le stagioni ed è il principale responsabile della stabilità climatica che si riscontra nella regione nei mesi estivi. La stagione estiva è caratterizzata da grande stabilità, con situazioni di brezza e vento non forte.

I dati reperiti sul sito MeteoBlue per Siamaggiore riportano i venti (velocità e direzione) a 10 metri dal suolo. La velocità oraria media del vento subisce moderate variazioni stagionali durante l'anno. La direzione oraria media del vento predominante è ovest.

Il periodo più ventoso dell'anno dura 6,5 mesi, dal 26 ottobre al 10 maggio, con velocità medie del vento di oltre 14,7 Km/h. Il giorno più ventoso dell'anno è dicembre, con una velocità oraria media del vento di 16,4 Km/h.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 26
---	---------------------------------------	---------------

Il periodo dell'anno meno ventoso dura 5,5 mesi, dal 10 maggio al 26 ottobre, con mese più calmo agosto (velocità oraria media del vento di 12,9 Km/h).

Si riporta di seguito l'istogramma della velocità dei venti e la Rosa dei venti relativa alla stazione di Siamaggiore.

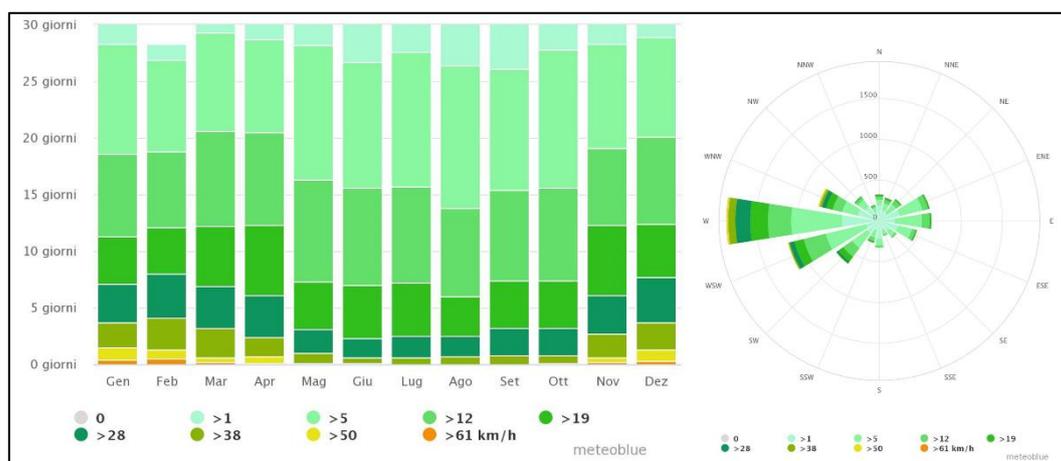


Figura 13: Rosa dei venti costruita da Meteoblue nei diversi mesi dell'anno, disposti secondo l'orientamento da cui spirano. Le colorazioni indicano i Km/h raggiunti nell'arco dell'anno, indicati in basso.

4.6. Bioclima

Il servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi del Dipartimento Meteorologico dell'ARPAS (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna) ha elaborato nel 2014 la *Carta Bioclimatica della Sardegna*. L'analisi bioclimatica per la predisposizione della carta è stata effettuata seguendo il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS) proposto da Rivas-Martinez nel 2011. Si tratta di una classificazione numerica che mette in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura e precipitazione) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi.

La carta è impostata su un sistema gerarchico che comprende 5 macrocategorie climatiche definite "Macrobioclimi": Tropicale, Mediterraneo, Temperato, Boreale e Polare; ciascun macrobioclima si divide, a sua volta, in unità tassonomiche di rango inferiore, definite "Bioclimi", per un totale di 27 unità. I bioclimi, a loro volta, sono ulteriormente suddivisi sulla base delle variazioni nei ritmi stagionali della temperatura e delle precipitazioni attraverso l'utilizzo di indici termotipici,

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 27
---	---------------------------------------	---------------

ombrotipici e di continentalità. Le unità gerarchicamente inferiori sono quindi rappresentate dal Termotipo (esprime la componente termica del clima), dall'Ombrotipo (esprime la componente di umidità del clima) e dalla Continentalità (esprime il grado di escursione termica annua).

Il macrobioclina della zona di interesse è **Mediterraneo**, con termotipo di tipo **Termomediterraneo superiore**, con indice ombrotermico **Secco inferiore** ed indice di continentalità **Euocéanico attenuato**.

A questo bioclina, come vedremo più nel dettaglio nel paragrafo che descrive la vegetazione, è associata la serie vegetazionale "**Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del leccio**" (*Pyro spinosae-Quercetum ilicis*).

Il bioclina risultante è dunque di tipo Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico, più precisamente **Termomediterraneo superiore, Secco inferiore, Euocéanico attenuato**.

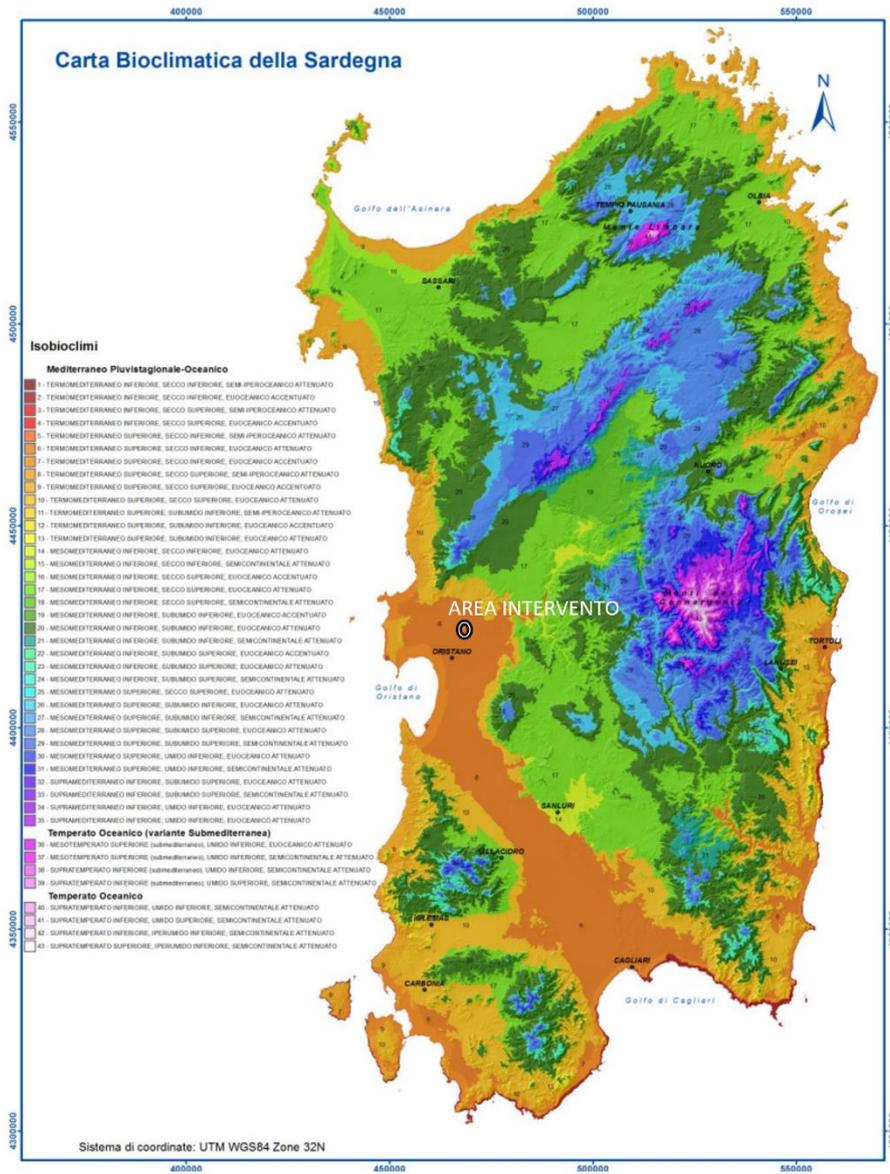


Figura 14: Carta Bioclimatica della Sardegna. Fonte: ARPAS

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 29
---	---------------------------------------	---------------

5. DESCRIZIONE DEL FONDO

L'area di intervento per l'impianto di *Su Barroccu* ha un'estensione di circa 29,34 ha ed è caratterizzata da un uso del suolo agricolo di tipo semintensivo basato sulla coltivazione di foraggere autunno-vernine e primaverili-estive, destinate all'alimentazione dei capi di bestiame. Il sistema delle siepi arboree e arbustive è quasi del tutto assente, lasciando spazio ai campi aperti. Alcune delle particelle risultano recintate, al fine di controllare il pascolo ovino, dove presente.



Foto 3: Foto con drone dell'area vista da sud-est (la prima), da nord-ovest (la seconda)

L'intera area verrà impiegata per la coltivazione di specie arboree e seminativi in sinergia con l'impianto agrivoltaico. Ad esclusione della zona posta a sud-ovest dove è prevista la sola realizzazione di un'area verde seminativa ed arborea.

Tale area viene inverdita con alberatura mellifera per coadiuvare l'attività bottinatrice dei nuclei di api previste (si rimanda al capitolo apposito "Attività di preparazione del fondo" ed ai relativi sottoparagrafi).

Di seguito si riporta una foto area da cui si evince lo stato attuale della parcella si rimanda al capitolo "Seminativo Arboreo" per maggior dettaglio.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 30
---	---------------------------------------	---------------



Foto 4: Foto con drone della Parcella A05 vista da sud

5.1. Caratteri pedologici del fondo

Dalle analisi fisiche e chimiche condotte sui campionamenti in sito si può sintetizzare che il terreno risulta essere prevalentemente sabbioso con una scarsa concentrazione di carbonio organico ed un pH moderatamente acido. Per tale ragione, prima della messa a dimora delle colture scelte, il progetto prevede il miglioramento delle caratteristiche del fondo con apposizione di ammendante organico, semina e sovescio per il miglioramento della fertilità del terreno.

Di seguito si riporta una Tabella riassuntiva delle analisi chimico-fisiche svolte recentemente sulla campionatura di terreno del sito in esame.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 31
---	---------------------------------------	---------------

Parametri	Valori	Unità di misura	VALUTAZIONE
Sabbia	65	%	
Limo	20	%	
Argilla	15	%	
Calcare totale	0,1	%	Povero
Calcare attivo	0,01	%	Scarso
Indice di plasticità	1,17		Scarsamente plastico
pH	5,8		Acido
Conducibilità elettrica	0,125	mS/cm	Terreno lisciviato-poco fertile
Sostanza organica	1,50	%	Mediamente fornito
Carbonio organico	0,87	%	Scarso
Azoto totale	1,4	‰ N	Mediamente dotato
C/N	6,23		Scarso - Liberazione di Azoto
Coeff. Mineralizzazione	0,86		
Fosforo assimilabile	5	ppm P	Molto basso
Potassio scambiabile	60	ppm K	Basso
Calcio scambiabile	720	ppm Ca	Molto basso
Magnesio scambiabile	65	ppm Mg	Basso
Sodio scambiabile	35	ppm Na	Normale
Capacità Scambio Cationico	5,20	meq/100gr	Bassa
K% CSC	2,95	%	Medio
Ca% CSC	69,13	%	Medio
Mg% CSC	10,29	%	Alto
E.S.P. (% Na Scambiabile)	2,93	%	Normale
GSB (Grado Saturaz. Basi)	85,31		Molto alto

Ca/Mg	6,76		Normale
Mg/K	3,47		Ottimale
S.A.R.	0,33	%	Normale
Cloruri solubili	1,0	ppm	Scarsa

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 32
---	---------------------------------------	---------------

Ulteriori analisi di tipo visivo, condotte nel mese di ottobre, hanno permesso di verificare lo stato attuale del terreno, questo al fine di pianificare gli interventi più adatti di miglioramento fondiario previsto dal piano.

I rilievi floro-faunistici hanno evidenziato dopo le scarse/assenti piogge estive, che la parcella si presenta secca, compatta ed il terreno risulta crepato in superficie per una profondità di circa 40 cm.

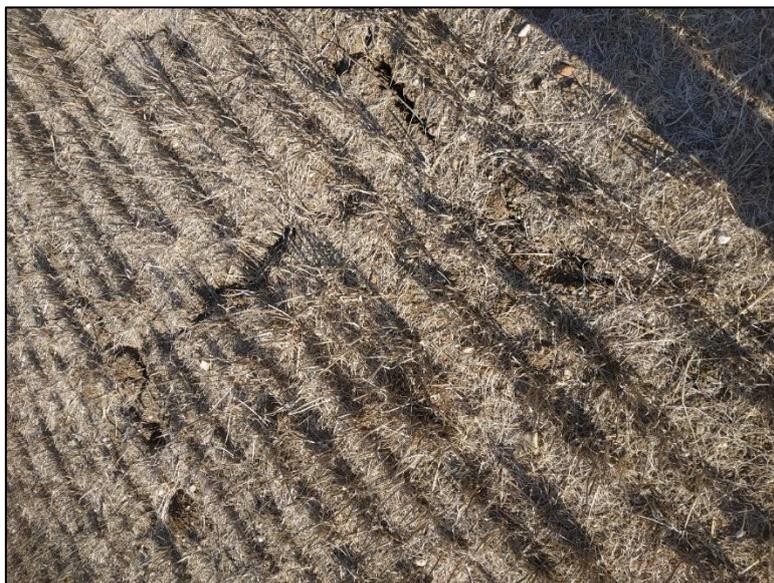


Foto 5: Suolo della particella a Sud periodicamente allagata. Il terreno coltivato e sfalcato risulta secco e crepato, argilloso.

Da un'analisi cartografia reperibile dal geoportale della Regione Sardegna si evince che l'area in esame è prettamente caratterizzata da depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille). Si rimanda alla relazione "2103_R.06_Relazione Geologica Preliminare_Rev00" per un maggior approfondimento.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 33
---	---------------------------------------	---------------

5.2. Vegetazione

Dai rilievi di campo si osserva una tipologia di vegetazione uniforme ovunque, cambiando in intensità di specie e di copertura del suolo. Dove presente, tutti gli strati della vegetazione raggiungono altezza massima di 40 cm, tranne le carciofaie che arrivano ad 1,20 m ed i cespugli sporadici di erica che arrivano a 1,60 m. La vegetazione è tipica dei campi pascolati, coperti da specie erbacee a disseminazione zoocora, ubiquitarie e banali ad ampio spettro ecologico.

Dominanti sono soprattutto i cardi, le graminacee, le leguminose e la *Dittrichia* (sia *vischiosa* che *graveolens*). Lungo le strade si rinvergono molti bulbi di *Drimia maritima*, Dove si osservano le letamaie il terreno è quasi del tutto spoglio, ad eccezione di pochissima *Acis autumnalis*, cardi e carciofo. Per quanto riguarda gli arbusti, se ne rinvergono sparsi nei campi in piccolissimo numero, con qualche perastro basso, pochi cespugli di asparago, poca erica e qualche fillirea tenuta bassa e cespugliosa dai morsi del pascolo, rari mandorli sparsi. L'uso del suolo è chiaramente attribuita a foraggera ed il terreno nel periodo estivo autunnale risulta secco e spaccato.



Foto 6: Foto diversi usi suolo. 1: rappresenta la tipologia di campi arati e sfalciati per il foraggio del pascolo; la foto "2.": rappresenta un campo a riposo.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 34
---	---------------------------------------	---------------

Di seguito un elenco riassuntivo delle specie maggiormente rinvenute durante i rilievi di campo. Non si rinvencono specie inserite nell'All. II della Direttiva 43/92/CEE, né altre specie di importanza conservazionistica, endemiche o di interesse fitogeografico.

Tabella 2: Elenco riassuntivo delle specie maggiormente rinvenute durante i rilievi di campo.

Specie rinvenute in area di intervento		
<i>Acis autumnalis</i>	<i>Dittrichia graveolens</i>	<i>Triticum aestivum</i>
<i>Adenocarpus foliosus</i>	Leguminose secche	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Amaranthus deflexus</i>	<i>Drimia marittima</i>	<i>Rumex crispus</i>
<i>Cynaria cardunculus</i>	Graminacee secche	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Dittrichia vischiosa</i>	<i>Heliotropium supinum</i>	<i>T. echinatum</i>

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 35
---	---------------------------------------	---------------

6. ATTIVITÀ DI PREPARAZIONE DEL FONDO

6.1. Azioni di preparazione del terreno per l'impianto agrivoltaico

L'intera proprietà fin ora è stata utilizzata per le colture cerealicole e di leguminose per il pascolo ed alcune particelle sono utilizzate per l'accumulo di letame: questo ultimo uso del suolo rende il terreno sabbioso e spoglio di vegetazione. Inoltre, attualmente la proprietà non ricade in terreni irrigati dal Consorzio di Bonifica dell'Oristanese, per cui i terreni si presentano in maggioranza secchi e compatti.

Per la buona riuscita delle colture è necessario ripristinare le condizioni strutturali e nutritive del terreno, stabilendo un buon livello di fertilità fisica e chimica per riattivare nella rizosfera i processi biogeochimici indispensabili a ristabilire la disponibilità di elementi nutritivi. Il ripristino della fertilità è fondamentale per garantire un rapido e sano affrancamento delle radici delle giovani piantine, evitando loro di subire stress, arresti di sviluppo e stadi di sofferenza che predispongono a patologie indesiderate.

Per conseguire tali scopi, si prevede una fase di preparazione dell'area tramite **azioni di preparazione del fondo volte al miglioramento fondiario**, prima della messa a dimora delle colture. Per il miglioramento fondiario le operazioni potranno durare fino a tre anni, in cui verranno svolte semine di mix *Syngenta* e successive operazioni di sovescio del prato, per migliorare la componente organica del suolo.

Di seguito si riporta un elenco esaustivo delle operazioni specifiche di preparazione del terreno a cui si possono integrare la realizzazione dell'impianto agricolo e le azioni di messa in opera dei tracker e delle componenti elettriche ed ulteriori opere accessorie (punti 4., 8., 9. e 10.):

- 1) *Rippatura;*
 - 2) *Livellamento del terreno;*
 - 3) *Divisione in parcelle;*
 - 4) *Frantumazione superficiale della componente sassosa e rilascio della componente minerale al suolo;*
 - 5) *Installazione delle strutture agrivoltaiche;*
 - 6) *Realizzazione impianto di irrigazione;*
 - 7) *Aggiunta di letame e/o ammendanti organici in misura adeguata;*
 - 8) *Semina e sovescio;*
-

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 36
---	---------------------------------------	---------------

- 9) *Impianto Colture/Siepe di mitigazione;*
10) *Posizionamento dei teli frangivento tra i filari.*

6.1.1. Descrizione delle azioni previste

1) *Rippatura del terreno*



Una delle operazioni necessarie sarà la rippatura del terreno, al fine di ospitare successivamente le piantine in un terreno arieggiato e soffice, privo di zolle eccessivamente grosse e compatte. La rippatura verrà eseguita tramite tiller ad una profondità di circa 80 cm.

Figura 15: Rippatura con tiller in pieno campo.

2) *Livellamento del terreno*



Il terreno sarà livellato, lavorandolo tramite macchina livellatrice, al fine di predisporre il fondo alla cantierabilità per la realizzazione dell'impianto.

Figura 16: Attività di livellamento del terreno

3) *Divisione in parcelle*

Tenuto conto delle tare relative a viabilità, fossi, capezzagne e volumi tecnici, si stima una superficie agricola utile di circa 24,4 ha (19,12 ha per le colture produttive, 4,2 ha per seminativo e arboreo mellifero e pollinifero, 1,11 ha per le coltivazioni perimetrali incluse nella siepe di mitigazione),

divisa in 11 lotti coltivabili di dimensioni variabili a seconda della morfologia della proprietà e delle strade esistenti. Le superfici saranno occupate dalle specie da impiantare secondo le seguenti estensioni:

- Mandorlo 8,77 ha;
- Limone 10,35 ha;
- Seminativo arboreo 4,20 ha.

Di seguito si riporta la disposizione delle colture in area in seguito a divisione in parcelle coltivabili.

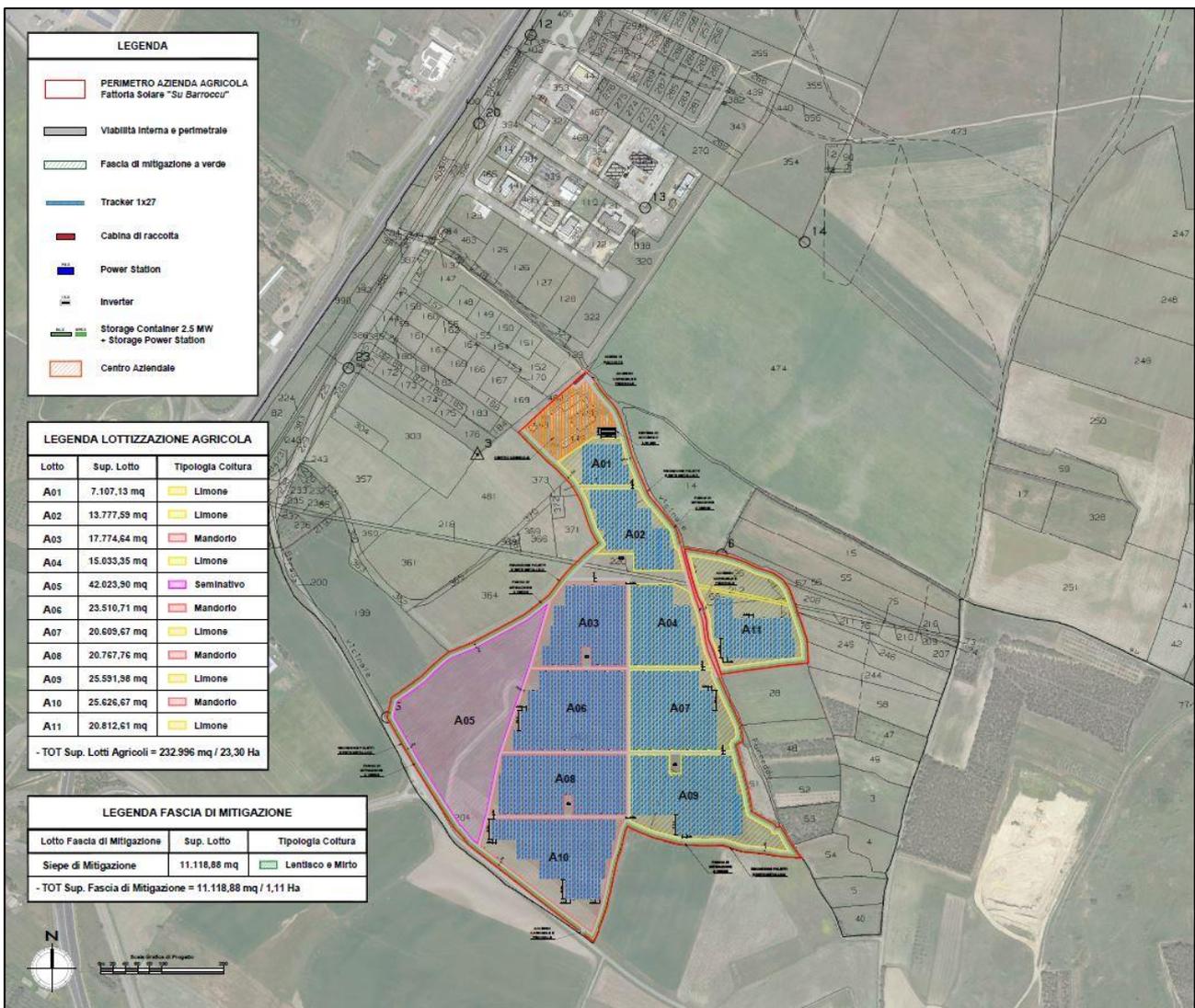


Figura 17: Divisione in parcelle e relative superfici utilizzate.
Riferimento Elaborato grafico "2103_T.P.10_Layout Piano Agronomico_Rev00"

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 38
---	---------------------------------------	---------------

4) *Frantumazione superficiale dei sassi e re-immissione della materia minerale al suolo*



Al fine di migliorarne ulteriormente la fertilità sul filare avverrà la frantumazione (tale operazione sarà accorpata con l'interramento del materiale ammendante).

L'operazione di riduzione della granulometria è prevista tramite la frantumazione delle pietre a 15 cm di profondità.

Figura 18: Il macchinario illustrato è una fresa a picchi e l'immagine è esplicativa dell'azione di frantumazione dello strato superficiale.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 39
---	---------------------------------------	---------------

5) *Infissione dei pali per le strutture del campo elettrico*



Tramite utilizzo di macchine battipalo saranno infissi i pali di sostegno per i tracker elevati da terra. Si evidenzia che le strutture saranno infisse senza l'utilizzo di fondazioni in cemento.

Figura 19: Macchina battipalo per l'infissione dei pali per i tracker.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 40
---	---------------------------------------	---------------

6) Realizzazione impianto di irrigazione

Si fa riferimento al capitolo dedicato "Realizzazione impianto di irrigazione".

7) Apposizione materiale ammendante e interramento



Un'altra attività riguarderà l'apposizione del materiale ammendante che verrà posto al fine di fertilizzare l'area tramite concime naturale con scelta di letami maturi disponibili in zona o ammendanti pellettati.

Figura 20: Attività di spargimento letame.

8) Semina e sovescio



Verranno effettuate operazioni di sovescio di prati derivanti dalla semina di mix erbacei dell'azienda Syngenta. La massa erbosa cresciuta stagionalmente sarà sfalciata e lasciata al suolo, per velocizzare il processo di fertilizzazione del terreno e recupero della massa organica, ai fini della buona riuscita delle coltivazioni previste.

Figura 21: Trattore che opera il sovescio in un campo di graminacee.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 41
---	---------------------------------------	---------------

9) *Scavo buche per la messa a dimora delle colture, delle piante per la siepe e per il seminativo-arboreo*



Tramite l'ausilio di piccole macchine escavatrici verranno eseguite le buche necessarie per la messa a dimora delle colture e delle piante per la siepe di mitigazione. Le buche per la messa a dimora delle piantine lungo i filari verranno concimate manualmente con fertilizzante organico granulare.

Figura 22: Macchina escavatrice necessaria per eseguire le buche per la messa a dimora delle colture e siepe di mitigazione.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 42
---	---------------------------------------	---------------

10) Posizionamento dei teli frangivento



Foto 7: Foto delle serre agrivoltaiche dell'impianto di Scalea (CS), all'interno delle quali si coltivano agrumi (cedri e limoni). Si evidenzia la tipologia di rete frangivento che verrà utilizzata per i tracker dell'impianto agrivoltaico di Su Barroccu.

Per **mitigare la presenza dei venti** di Maestrale, è prevista, oltre la piantumazione della siepe, **l'installazione di reti frangivento**, fatte di materiali all'avanguardia che smorzano la forza del vento senza impedire ad aria e luce di circolare all'interno dei filari aperti. Tale accortezza verrà eseguita ogni 10 filari, all'interno di tutto il campo agrivoltaico, per un totale di 23.586 mq di reti frangivento, montate ad altezza pari a 3 m, adeguata alla mitigazione.

Anche il naturale orientamento dei tracker in direzione Nord-Sud contribuirà alla mitigazione dell'azione dei venti.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 43
---	---------------------------------------	---------------

6.1.2. Preparazione del terreno per il seminativo-arboreo

La parcella A05 prevista dalla ripartizione colturale verrà lasciata libera dall'impianto agrivoltaico. Congiuntamente, al fine di ripristinare la componente arborea nel mosaico di campi coltivati e per coadiuvare l'attività delle api, è prevista la piantumazione di alberi che presentano caratteristiche mellifere e pollinifere. Sarà inoltre prevista la semina di mix erbacei Syngenta, del tipo "Operation Pollinator".

Le **arnie** ospitate saranno **10**, abitate da api del genere endemico italiano *Apis mellifera ligustica* **impiegate per l'impollinazione di cui 2 per il monitoraggio** della salubrità delle colture. Di questo argomento si parla dettagliatamente nei due capitoli finali del presente piano, dedicati all'apicoltura ed ai benefici dei sistemi agrivoltaici.

Le operazioni necessarie vengono così suddivise:

- 1) *Livellamento del terreno;*
- 2) *Semina del mix Syngenta;*
- 3) *Impianto specie arboree mellifere e pollinifere;*
- 4) *Impianto della siepe di mitigazione;*
- 5) *Realizzazione impianto di irrigazione;*
- 6) *Apposizione delle arnie.*

Le piantine, in numero pari a circa 150, verranno piantumate senza sesto di impianto e sparse in area al fine di ricreare un ambiente naturale idoneo per le api e gli impollinatori.

Per i dettagli si rimanda al capitolo "Seminativo-Arboreo".

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 44
---	---------------------------------------	---------------

6.2. Costi delle opere preliminari

In tabella si riassumono i costi relativi alle attività di preparazione del fondo, dette opere preliminari.

Tabella 3: Tabella riportante i costi delle opere preliminari calcolati sulla superficie che comprende le parcelle agricole e la siepe sul perimetro dell'impianto.

Costi delle Opere preliminari			
Opere Preliminari	Costo Unitario	ha	Totale
Rippatura	1.500,00 €	24,38	36.566,10 €
Livellamento	1.000,00 €	24,38	24.377,40 €
Frantumazione pietre	1.500,00 €	24,38	36.566,10 €
Semina e concimazione per sovescio	800,00 €	24,38	19.501,92 €
Sovescio	500,00 €	24,38	12.188,70 €
Ammendante	1.000,00 €	24,38	24.377,40 €
Impianto irrigazione e monitoraggio	11.000,00 €	24,38	268.151,37 €
fornitura e posa in opera reti frangivento			83.250,00 €
Totale Costi Opere preliminari			504.978,97 €

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 45
---	---------------------------------------	---------------

7. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

7.1. Costruzione dell'impianto agrivoltaico

Gli impianti agrivoltaici prevedono la gestione sostenibile delle colture di qualità in sinergia con la produzione di energia da fonte solare, infatti, con i moduli posti sui tracker a 3,7 m di altezza, lo spazio in verticale utilizzabile al di sotto è sufficiente affinché le piante beneficino della luce diretta e di quella diffusa e gli operatori possano svolgere le pratiche agricole necessarie.

Le strutture sono infisse al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento e sono poste ad una distanza tra le file pari a 6 metri. Le strutture si presentano aperte e gli impianti sono progettati utilizzando la tecnologia tracker ad inseguimento solare monoassiale in direzione Est-Ovest.

Per la messa a dimora delle coltivazioni è previsto un sesto di impianto 6x3 (6 m tra le file e 3 m sulla fila dei tracker). Si specifica che il sesto di impianto delle colture tipiche del piano campo viene utilizzato anche per le parcelle piantumate in APV (ambiente agrivoltaico).

Nella figura successiva, si riporta un particolare del campo agrivoltaico con evidenza del passaggio dei mezzi agricoli per la manutenzione delle colture. Grazie alle strutture ed alla forma di allevamento colturale, lo spazio in verticale ed orizzontale utilizzabile al di sotto è idoneo anche affinché le piante beneficino della luce diretta e di quella diffusa.

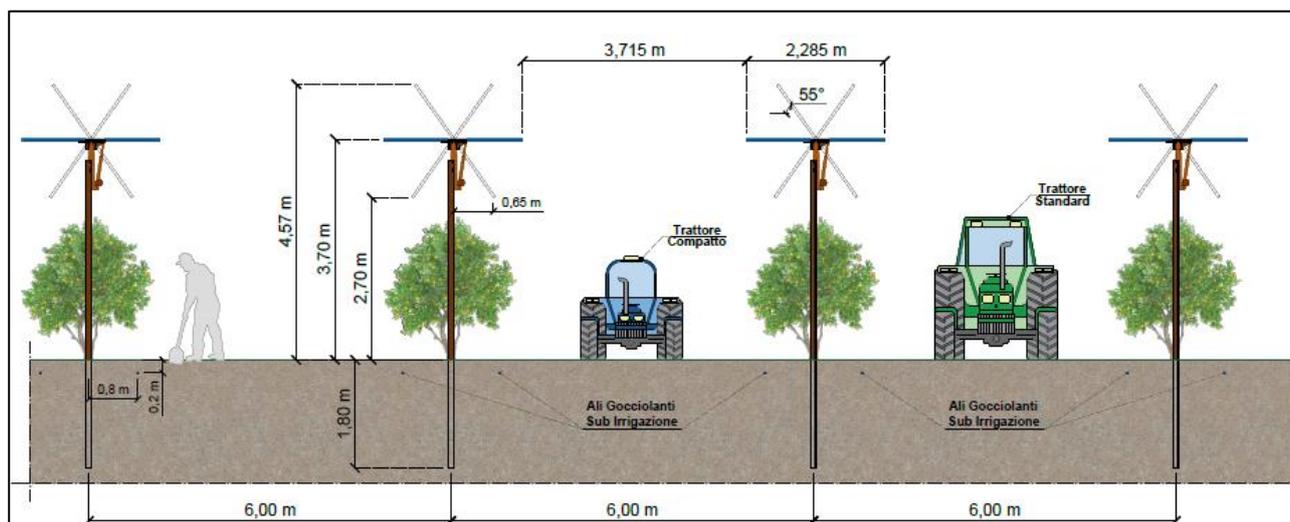


Figura 23: Esempio di impianto arboreo integrato con strutture fotovoltaiche

A titolo esemplificativo si riporta l'immagine di un impianto agrivoltaico dimostrativo a consumo di suolo nullo, gestito dal Consorzio Le Greenhouse, con evidenza del sesto d'impianto che risulta essere invariato tra le colture poste in pieno campo e quelle poste in ambiente agrivoltaico.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 46
---	---------------------------------------	---------------



Foto 8: Foto di un impianto dimostrativo realizzato nel complesso agrivoltaico di Scalea (CS) gestito dal Consorzio Le Greenhouse.

La disposizione dei moduli sui tracker tiene conto sia del cosiddetto fenomeno del backtracking, ovvero dell'ombreggiamento reciproco dei tracker durante le operazioni di inseguimento solare, che delle esigenze logistiche e organizzative dell'azienda agricola.

Considerata l'altezza delle strutture, la distanza reciproca di interasse e quelle che saranno in fase di realizzazione le effettive esigenze in agricoltura, si possono destinare alcuni spazi tra una fila di tracker e un'altra per ulteriori camminamenti trasversali utili ad agevolare l'attraversamento del sito da Nord a Sud.

A differenza degli impianti fotovoltaici a terra, **gli impianti proposti consentono la valorizzazione del patrimonio agricolo** tramite la coltivazione in sinergia con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 47
---	---------------------------------------	---------------

8. SCELTA DELLE COLTURE

Il piano colturale prevede la messa a dimora sotto le strutture fotovoltaiche di specie arboree scelte tra Limoni delle varietà *Verna* e *Zagara Bianca* e Mandorle delle varietà produttiva *Texas* e della varietà sarda *Arrubia*.

Principalmente, le colture sono state scelte in base a:

- le caratteristiche climatiche dell'area;
- le caratteristiche microclimatiche che si verrebbero a creare all'interno dell'ambiente agrivoltaico;
- la tradizione agricola locale;
- gli obiettivi economici dell'azienda agricola;
- domanda di mercato per il corretto posizionamento del prodotto agricolo.

Nella tabella che segue è riportata la ripartizione particellare, divisa per ettari di coltivazione, numero piante e specie.

Tabella 4. Ripartizione colturale per parcelle agricole

Impianto Colture				
Parcelle	Superficie Ha	N. Piante	N. Piante/ha	COLTURA
A01	0,71	395	556	Limone
A02	1,38	765	556	Limone
A04	1,50	835	556	Limone
A07	2,06	1.145	556	Limone
A09	2,56	1.422	556	Limone
A11	2,08	1.156	556	Limone
A03	1,78	987	556	Mandorlo Arrubia
A06	2,35	1.306	556	Mandorlo Texas
A08	2,08	1.154	556	Mandorlo Texas
A10	2,56	1.424	556	Mandorlo Texas
A05	4,20	150	36	Seminativo - arboreo
Mitigazione	1,11	1.392	1.250	Specie mediterranee
Totale SAU	24,38			

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 48
---	---------------------------------------	---------------

8.1. Mandorlo – *Prunus dulcis*

La scelta della coltivazione del mandorlo è dovuta all'ambiente pedoclimatico del sito, dal momento che la specie si adatta a diversi tipi di terreno valorizzando anche i terreni di scarso pregio, prosperando in zone ciottolose, calcaree, sabbiose e permeabili, dove le radici possono espandersi. Il mandorlo predilige un clima temperato-caldo, ma essendo abbastanza rustica resiste anche al freddo e presenta scarsa sensibilità al fungo *Monilinia fructigena*.

Le varietà di impianto sono state scelte in base alla produttività, tradizione locale e maturazione:

- *Texas*: cultivar produttiva dalla maturazione tardiva;
- *Arrubia*: cultivar autoctona sarda, dalla produzione costante.

Texas

La pianta presenta media vigoria con un portamento espanso. La varietà presenta fioritura e maturazione tardiva (fine settembre) e produttività medio-elevata. Non contiene semi doppi e la resa in sgusciato è del 35%; con facile separazione dal mallo. È una varietà utilizzata dall'industria dolciaria per la produzione di sfarinati e dolci a base di pasta di mandorla, con qualità gustative elevate con sapore dolce. Per ottenere una buona fruttificazione con la cultivar Texas è necessario piantare due varietà diverse vicine. La seconda varietà è stata scelta tra quelle tradizionali sarde, l'Arrubia.

Arrubia

La varietà autoctona più diffusa in Sardegna è l'Arrubia, varietà autofertile ed originaria del territorio di Villacidro, che deve la sua denominazione al colore rossastro del guscio. Nel complesso la varietà presenta produttività media, ma costante ed è una varietà autoctona con l'elevata resa in sgusciato e la facilità di distacco del mallo dal guscio. Il seme di questa cultivar è caratterizzato da un leggero sapore amaro dovuto alla presenza dell'amigdalina, ottimo per l'industria dei confetti, con sapore leggermente amaro e bassa percentuale di semi doppi (1%); la resa in sgusciato è pari al 30%.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 49
---	---------------------------------------	---------------



Figura 24: Piante di mandorlo (portamento e fioritura) e fruttificazione (mallo esterno verde e frutto maturo aperto, con all'interno il seme, cioè la mandorla stessa).

La varietà sarde di mandorlo sono meno produttive rispetto a quelle nazionali ed internazionali, ma presentano caratteristiche chimiche, sensoriali e nutraceutiche di grande interesse e rappresentano un sicuro punto di forza per elaborare strategie di valorizzazione territoriale delle produzioni dolciarie di qualità.

Valorizzare la biodiversità sarda in un contesto di diversificazione culturale può essere la chiave per un rilancio della mandorlicoltura regionale, attraverso l'utilizzo di cultivar locali che, se anche producono molto meno rispetto a quelle nazionali ed internazionali, risultano più interessanti sotto il profilo della qualità del prodotto finale. Per mantenere buona la riuscita produttivo-economica dell'impianto del mandorleto, la varietà sarda è affiancata da quella produttiva (Texas).

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 50
---	---------------------------------------	---------------

Avversità parassitarie

- **Virosi:** virus del Mosaico (*Plum pox*), Vaiolatura delle drupacee (*Sharka*)
- **Batteriosi:** Cancro batterico delle drupacee (*Xanthomonas campestris pv. pruni*, *Xanthomonas spp.*, *Pseudomonas syringae*)
- **Funghi:** Marciumi Radicali (*Rosellinia necatrix* e *Armillaria mellea*), Ruggine del mandorlo (*Tranzsechelia pruni-spinosae*), Corineo (*Coryneum beijerinckii*), Monilia (*Monilinia spp.*), Antracnosi (*Colletotrichum acutatum*), Fitoftora (*Phytophthora spp.*), Tracheomicosi (*Fusarium spp.*, *Verticillium spp.*), Macchia rossa o Macchia ocra (*Polystigma fulvum*, *Polystigma fulvum*), Cancro dei nodi (*Fusicoccum amygdali*), Gommosi parassitaria (*Stigmina carpophila*).
- **Nematodi:** Nematodi galligeni (*Meloidogyne spp.*)
- **Acari:** Ragnetto Rosso (*Tetranychus urticae*)
- **Insetti:** Cimicetta del mandorlo (*Monosteira unicastata*), Anarsia (*Anarsia lineatella*), Cicalina del mandorlo (*Empoasca decedens*), Carpocapsa (*Cydia pomonella*), Afidi (*Brachycaudus spp.*, *myzus persicae*, *Hyalopterus pruni*), Capnode (*Capnodis tenebrionis*)

Altri parassiti animali: limacce, le lumache, i roditori e le arvicole.

8.1.1. Costo di impianto Mandorleto

Tabella 5: Costi totali di impianto del mandorleto. I costi comprendono l'acquisto, la messa a dimora delle piante ed una prima concimazione di fondo.

Costi Impianto Mandorlo					
Voci di costo	Costo Unitario	ha	Piante/ha	Tot. Piante	Totale
Scavo buche	2,00 €	8,77	556		9.742,20 €
Messa a dimora	1,50 €	8,77	556	4.871	7.306,65 €
Concimazione di fondo	1,50 €	8,77	556		7.306,65 €
Costo piante	7,00 €	8,77	556		34.097,69 €
Totale costi impianto					58.453,19 €

8.1.2. Allevamento e Operazioni colturali

Le piante saranno allevate a cespuglio con allevamento a tutta cima senza interventi di potatura per i primi tre anni e, solo con l'entrata in produzione, si procederà con potatura di alleggerimento e di formazione. Tali interventi avverranno a fine inverno e fine estate, con tagli rivolti a favorire la ricrescita e la spinta vegetativa delle branche principali, per equilibrare l'impalcatura scheletrica. Gli interventi sulla pianta sono volti a dare e mantenere un equilibrio vegeto-produttivo tale da massimizzare le rese e, inoltre, negli impianti moderni le operazioni colturali sono notevolmente

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 51
---	---------------------------------------	---------------

semplificate e possono essere agevolate dall'ausilio di mezzi meccanici. Per questi motivi la gestione dell'impianto può essere fatta mediante macchine interceppo o "a scavallo" del filare, che consentono di eseguire con macchinari di minima lavorazione leggeri interventi sottochioma durante la fase di interrimento dei concimi granulari; per il controllo delle erbe infestanti lungo l'interfila si utilizzeranno delle trinciatrici. La potatura esterna della chioma può essere eseguita con macchine che operano "topping" ed "hedging", prevedendo operazioni manuali solo per l'eliminazione dei succhioni interni.

Nei periodi cruciali delle colture in atto (induzione a fiore, fioritura e allegagione) verranno eseguite delle concimazioni fogliari mirate.

I trattamenti fitosanitari per la difesa da attacchi di patogeni verranno effettuati osservando le linee guida del disciplinare di produzione di lotta integrata della regione Sardegna.

Per le mandorle si prevede di meccanizzarne la raccolta, tramite l'utilizzo di macchinari innovativi che riescono a lavorare agevolmente da sopra i tracker.

8.1.3. Costi di coltivazione del Mandorleto

Di seguito sono riportate le voci di costo per la coltivazione del mandorleto con relativi costi totali annuo a maturità dell'impianto di mandorle. I costi per il personale sono ulteriormente dettagliati nel capitolo dedicato "CALCOLO DEL FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE".

Tabella 6: Nella tabella si riportano i costi di gestione e coltivazione del mandorleto, compreso di personale fisso ed avventizio. La stima dei costi del personale sarà ulteriormente dettagliata nel capitolo "Calcolo fabbisogno di manodopera totale".

Coltivazione Mandorleto				
Descrizione	Costo unit.	Cicli/Addetti	ha	Costo Totale
Fertirrigazione	80,00 €	6	8,77	4.208,63 €
Trattamenti antiparassitari	45,00 €	6	8,77	2.367,35 €
Concimazione fogliare	45,00 €	2	8,77	789,12 €
Potature	200,00 €	3	8,77	5.260,79 €
Zappettature	20,00 €	3	8,77	526,08 €
Trinciatura	50,00 €	3	8,77	1.315,20 €
Personale avventizio	12.000,00 €	0,83		9.942,89 €
Personale specializzato e consulenze				2.305,00 €
Carburanti				4.000,00 €
Materiali di consumo				800,00 €
Manutenzione attrezzature e macchinari				2.500,00 €
Totale				34.015,05 €

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 52
---	---------------------------------------	---------------

8.1.4. Produttività Mandorle

Dal terzo anno inizia una prima fase produttiva della pianta correlata da una continua crescita dell'intero apparato vegetativo della pianta.

Dal settimo anno si stabiliscono gli equilibri per una costante produzione ed una equilibrata chioma e quindi si ha un periodo di maturità stabile fino alla fase di senescenza.

Le varietà prescelte hanno una produttività attesa in ambiente agrivoltaico di:

-Arrubia sarda: **3 Kg annui ad albero**

-Texas: **10 Kg annui ad albero.**

Per il prezzo di mercato delle colture, anche quelle in seguito riportate, è stata consultata la quotazione ISMEA dei prezzi medi all'origine dei prodotti.

In totale le piante di mandorlo messe a dimora saranno **4.871 (556 piante/ha)** - 987 piante per le Arrubia coltivate su 1,78 ha e 3.884 piante per le Texas coltivate su circa 7 ha -per una **produzione a regime di 41.798,63 Kg** annui ed un ricavo potenziale atteso annuo di **69.115,86 € a regime.**

Tabella 7: Nella tabella sono riportati i valori della produzione con un intervallo di tempo di 5 anni fino ai 20 anni di vita dell'impianto.

Vendita Mandorle Texas				
Anni	5	10	15	20
Produzione (Kg)	19418,09	38836,19	38836,19	38836,19
Prezzo	1,65 €	1,65 €	1,65 €	1,65 €
Ricavi dalla vendita (€)	32.039,86 €	64.079,71 €	64.079,71 €	64.079,71 €
N. piante	3.884	3.884	3.884	3.884
Kg/pianta	5,00	10,00	10,00	10,00
Ettari	6,99	6,99	6,99	6,99
Piante per ha	556	556	556	556
Ricavi per ha	2.777,78	5.555,56	5.555,56	5.555,56

Vendita Mandorle Arrubia				
Anni	5	10	15	20
Produzione (Kg)	1974,96	2962,44	2962,44	2962,44
Prezzo	1,70 €	1,70 €	1,70 €	1,70 €
Ricavi dalla vendita (€)	3.357,43 €	5.036,15 €	5.036,15 €	5.036,15 €
N. piante	987	987	987	987
Kg/pianta	2,00	3,00	3,00	3,00
Ettari	1,78 €	1,78 €	1,78 €	1,78 €
Piante per ha	556	556	556	556

Produzione totale mandorle (Kg)	21.393,05	41.798,63	41.798,63	41.798,63
Totale Ricavi dalla vendita di mandorle(€)	35.397,29 €	69.115,86 €	69.115,86 €	69.115,86 €

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 53
---	---------------------------------------	---------------

8.2. Limoni – Citrus limon

Il limone è una pianta sempreverde come tutti gli agrumi e ha la caratteristica di rifiorire tre volte durante l'anno, anche in inverno, fornendo così tre fruttificazioni e tre momenti di raccolta differenti:

- la prima fioritura, tra settembre e dicembre, produce il "**primofiore**";
- la seconda, a marzo, produce il "**bianchetto**";
- la terza, tra giugno e luglio, produce il "**verdello**", un limone verde poco succoso ma ricco di oli essenziali.

La pianta non sopporta il freddo eccessivo e perde completamente le foglie sotto i 4-5°C. Frutti e fiori, invece, possono resistere anche a temperature di meno 2-3°C, per questo motivo la specie è stata inserita, all'interno dell'impianto agrivoltaico di Su Barroccu, in posizione riparata. Il limone non ha necessità di alte temperature estive per portare a maturazione i frutti. In generale la temperatura estiva più adatta per avere i migliori frutti è di circa 28°C.

Esistono molte varietà di limone, ma le varietà scelte per le colture del piano sono due: *Zagara bianca* e *Verna*.

Verna

La pianta ha uno sviluppo molto vigoroso ed una buona produttività. Risulta più resistente alle basse temperature. Il frutto, di grandezza media e dalla forma ovale o ellittica, presenta un lobo pedicellare abbastanza prominente e un umbone pronunciato. La buccia, di spessore medio-grande e con grana mediamente granulosa è fortemente aderente alla polpa, risulta abbastanza succosa e con pochi semi (da 3 a 4 per frutto).

Il periodo di maturazione del limone Verna va **da febbraio a luglio**.

Zagara bianca

Varietà a portamento arboreo e riconoscibile dall'abbondanza di produzione dei fiori, bianchissimi come quelli dell'arancio e fiorisce tutto l'anno. Predilige i climi caldi e poco ventosi. È una cultivar di particolare pregio, oltre che abbondantemente rifiorente, anche di produzione generosa. Il frutto è di media pezzatura, di forma ellittica con la base arrotondata, buccia spessa di colore giallo pallido, polpa molto succosa e di colore giallo intenso. In ambiente riparato, può resistere a temperature fino a circa -5°C. Il frutto **matura tra novembre e dicembre**.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 54
---	---------------------------------------	---------------



Figura 25: Particolare dell'albero del limone e del fiore della Zagara bianca



Figura 26: Particolare forma del limone Verna e Buccia di Zagara bianca

Le proprietà e i benefici del limone sono numerosi, così come i suoi valori nutrizionali. Il componente più noto del limone è sicuramente la vitamina C; notevole è anche la percentuale di acqua e di acido citrico, a fronte di un basso contenuto di zuccheri.

Gli utilizzi del Limone sono moltissimi e sono i classici: può essere spremuto in numerosi piatti, utilizzato per la composizione di molti dolci, usato per liquori famosissimi (come il limoncello) o semplicemente a scaglie.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 55
---	---------------------------------------	---------------

Avversità parassitarie

- **Virosi:** Virus "Citrus Tristezza Virus (CTV)".
- **Batteriosi:** Piticchia del limone (*Pseudomonas syringae*).
- **Funghi:** Marciume del colletto (o Gommosi del limone): *Phytophthora citrophthora*, Oidio (mal bianco): *Erysiphaceae*, mal secco (*Phoma tracheiphila*).
- **Insetti:** afidi (*Aphis citricola* e *Myzus persicae*) causa di *Fumaggine*.
- **Acari:** acaro delle meraviglie (*Eriophyes sheldoni EWING*).
- **Altri parassiti animali:** mosca bianca (*Dialeurodes citri*), cocciniglia cotonosa (*Icerya purchasi*); minatrice serpentina (*Phyllocnistis citrella*).

8.2.1. Costi di impianto del Limoneto

Tabella 8: Costi totali di impianto del limoneto. I costi comprendono l'acquisto, la messa a dimora delle piante ed una prima concimazione di fondo.

Costi Impianto Limoni					
Voci di costo	Costo Unitario	ha	Piante/ha	Tot. Piante	Totale
Scavo buche	2,00	10,29	556	5718,46	11.436,93 €
Messa a dimora	1,50	10,29	556		8.577,69 €
Concimazione di fondo	1,50	10,29	556		8.577,69 €
Costo piante	7,00	10,29	556		40.029,24 €
Totale costi impianto					68.621,55 €

8.2.2. Produttività Limoni

Dal terzo anno inizia un periodo di crescita produttiva corredata da altrettanta crescita vegetativa della pianta che dura in genere fino al nono anno.

Dall'ottavo anno si stabiliscono gli equilibri per una costante produzione ed una equilibrata chioma e quindi si ha un periodo di maturità stabile fino alla fase di senescenza. In totale le piante di limone messe a dimora saranno **5.718 (556 piante/ha)**. Le varietà prescelte (Verna e Zagara bianca) **presentano una produttività attesa in ambiente agrivoltaico di 45 kg annui ad albero**, per cui a **regime la produzione attesa sarà di 257.330,83 Kg annui** per un ricavo potenziale atteso di **231.597,74 € annuo a pieno regime**.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 56
---	---------------------------------------	---------------

Tabella 9: Nella tabella sono riportati i valori della produzione con un intervallo di tempo di 5 anni fino ai 20 anni di vita dell'impianto.

Vendita Limoni				
Anni	5	10	15	20
Produzione (Kg)	85.776,94	257.330,83	257.330,83	257.330,83
Prezzo	0,90 €	0,90 €	0,90 €	0,90 €
Ricavi dalla vendita (€)	77.199,25 €	231.597,74 €	231.597,74 €	231.597,74 €
N. piante	5.718	5.718	5.718	5.718
Kg/pianta	15,0	45,0	45,0	45,0
Ettari	10,3	10,3	10,3	10,3
Piante per ha	556	556	556	556

8.2.3. Allevamento e Operazioni colturali

I limoni possono arrivare ad un'altezza di 5-6 metri, ma grazie alle tecniche colturali studiate in adattamento con i moduli fotovoltaici, le piante verranno tenute ad un'altezza inferiore ai 3 m.

Le piante saranno allevate a cespuglio con allevamento a tutta cima senza interventi di potatura per i primi tre anni e solo successivamente con l'entrata in produzione si procederà con potatura di alleggerimento e di impostazione della chioma. Tali interventi avverranno a fine inverno e fine estate, tramite tagli rivolti a favorire la ricrescita e la spinta vegetativa di branche principali per equilibrare l'impalcatura scheletrica.

La concimazione delle piante si effettuerà in fase di impianto con concimi granulari, successivamente tramite l'impianto d'irrigazione, la nutrizione delle piante verrà integrata con concimi idrosolubili in fertirrigazione.

Nei periodi cruciali delle colture in atto (induzione a fiore, fioritura e allegagione) verranno eseguite delle concimazioni fogliari mirate.

I trattamenti fitosanitari a difesa delle piante da attacchi di patogeni verranno effettuati osservando le linee guida del disciplinare di produzione di lotta integrata della regione Sardegna.

Il metodo di raccolta previsto per i limoni sarà manuale.

8.2.4. Costi di coltivazione Limoni

I costi di coltivazione annui del limoneto a piena maturità ammontano a **97.737,07 €**. I costi per il personale sono dettagliati nel capitolo dedicato "CALCOLO DEL FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE".

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 57
---	---------------------------------------	---------------

Tabella 10: Costi di coltivazione totali del limoneto

Coltivazione limoni				
Descrizione	Costo unit.	Cicli/Addetti	ha	Costo Totale
Fertirrigazione	80,00 €	10	10,29	8.234,59 €
Trattamenti antiparassitari	45,00 €	10	10,29	4.631,95 €
Concimazione fogliare	45,00 €	4	10,29	1.852,78 €
Potature	150,00 €	3	10,29	4.631,95 €
Zappettature	20,00 €	3	10,29	617,59 €
Trinciatura	50,00 €	3	10,29	1.543,98 €
Personale avventizio	12.000,00 €	5,0		60.524,21 €
Personale specializzato e consulenze				3.000,00 €
Carburanti				7.000,00 €
Materiali di consumo				2.000,00 €
Manutenzione attrezzature e macchinari				2.700,00 €
Totale				96.737,07 €

8.3. Ricavi attesi Mandorle e Limoni

Una volta **a regime**, dall'ottavo anno in poi, l'impianto agrivoltaico di Su Barroccu avrà una produzione lorda vendibile di **299.129,45 Kg**, per un ricavo atteso totale stimato intorno ai **300.713,60 € annui**, diviso per specie:

Tabella 11: Produttività annua attesa con impianto a regime e ricavi di vendita per coltura.

Ricavi annui attesi a maturità dell'impianto		
COLTURA	Kg totali attesi annui	Ricavi dalla vendita dei prodotti agricoli (€)
Mandorle	41.798,63	69.115,86 €
Limoni	257.330,83	231.597,74 €
Totale	299.129,45	300.713,60 €

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 58
---	---------------------------------------	---------------

9. SEMINATIVO-ARBOREO

Al fine di contribuire all'aumento di specie arboree mellifere e pollinifere nell'area, per migliorare la salute degli impollinatori e delle api introdotte in area con il presente progetto (si rimanda per la descrizione al capitolo "Introduzione api a scopo di monitoraggio"), nella parcella A05 saranno piantumate specie arboree non produttive, allevate in pieno campo.

Le specie scelte sono:

- *Acacia delbata* - Mimosa (piantumazione di **30 individui**),
- *Cercis siliquastrum* – Albero di Giuda (piantumazione di **30 individui**),
- *Fraxinus ornus* – Orniello (piantumazione di **30 individui**), mantenuto basso,
- *Prunus dulcis*– Mandorlo varietà Arrubia (piantumazione di **30 individui**).
- *Robinia pseudoacacia* – Robinia (piantumazione di **30 individui**) mantenuta bassa.

Di seguito una illustrazione di massima della disposizione delle piante, le specie che raggiungono altezze più interessanti sono state messe più distanti dall'impianto agrivoltaico al fine di evitare potenziali fenomeni di ombreggiamento. In ogni caso, le specie scelte possono essere allevate sia ad albero, portamento naturale, sia a cespuglio, per mantenere eventualmente una altezza più contenuta.

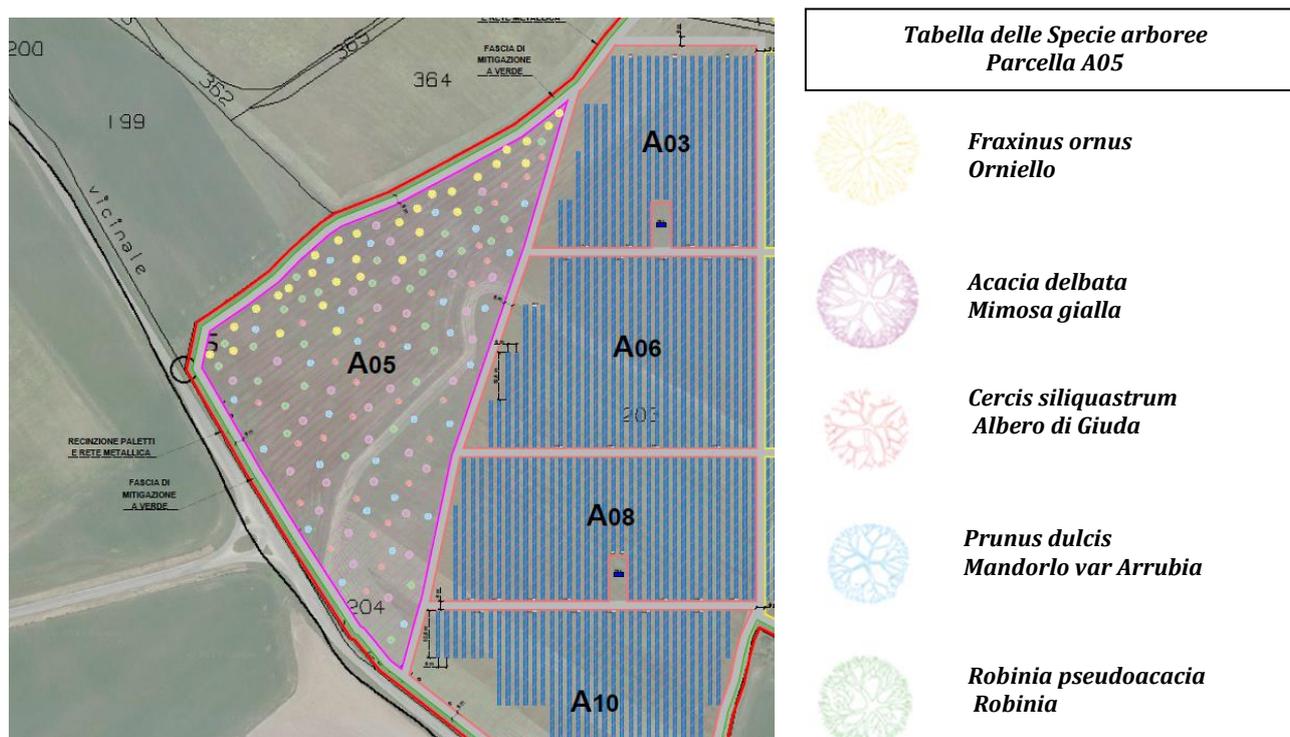


Figura 27: Rappresentazione GIS della possibile disposizione delle piante (esemplificativa)

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 59
---	---------------------------------------	---------------

9.1. Specie per il seminativo-arboreo

9.1.1. *Acacia delbata* - Mimosa gialla



Pianta sempreverde con fioritura tra gennaio e marzo, molto amata dalle api per polline e nettare. La pianta presenta una chioma ampia, scomposta e non molto folta. È una pianta molto delicata che preferisce terreni freschi, ben drenati, tendenzialmente acidi soprattutto per una buona fioritura. Cresce preferibilmente in aree con clima temperato, teme inverni molto rigidi per lungo tempo sotto lo zero che possono provocarne la

morte.

9.1.2. *Cercis siliquastrum* – Albero di Giuda



Il siliquastro si presenta come un piccolo albero caducifoglie e latifoglie alto fino a 10 metri, ma è allevato più spesso come arbusto. La particolarità della pianta è la fioritura, che compare prima delle foglie su tutto il tronco ed i rami. Il siliquastro cresce bene in posizioni soleggiate mostrando elevata capacità di adattamento. Come le altre leguminose, è una pianta azotofissatrice, cioè cattura azoto dall'atmosfera e grazie a dei batteri situati nelle radici lo rilascia nel terreno, arricchendolo. È molto usato come albero

ornamentale nei giardini e per le alberature stradali, grazie alla sua resistenza all'inquinamento.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 60
---	---------------------------------------	---------------

9.1.3. *Fraxinus ornus* - Orniello



L'orniello è una specie che può essere considerata una "pioniera", perché resistente a condizioni climatiche difficili e si adatta al rimboschimento di terreni aridi e siccitosi. Può essere allevato su un tronco unico, ma in natura ha portamento arbustivo-cespuglioso, vista la grande attitudine ad emettere polloni, con una longevità di 80-100 anni. Il suo apparato radicale è robusto e profondo,

con un fittone centrale e numerose radici secondarie laterali.

È un albero che può superare i 10 metri di altezza, ma viene spesso rigovernato a cespuglio. Il frassino verrà piantumato in posizione più marginale rispetto, tenendo in considerazione di non ombreggiare i moduli dell'impianto adiacente.

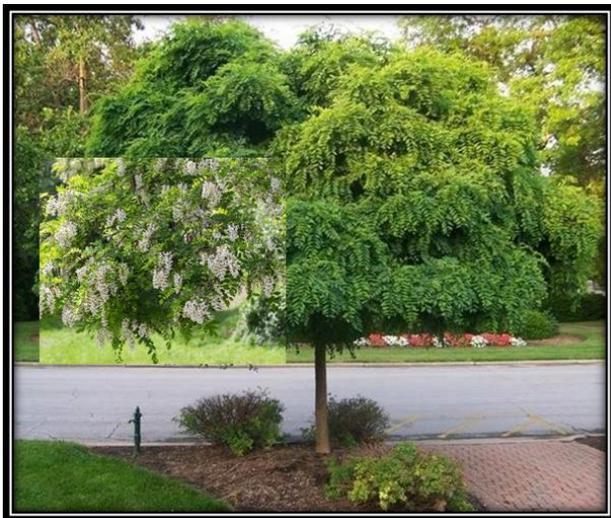
9.1.4. *Prunus dulcis* - Mandorlo var Arrubia



Come già descritto nel capitolo delle Cultivar produttive (Scelta delle Colture) si tratta della varietà di mandorlo più diffusa in Sardegna, varietà autofertile ed originaria del territorio di Villacidro. Nella parcella A05 verranno dunque piantumate circa 30 alberi di Arrubia che saranno impostate in maniera naturale e lasciate libere di crescere ad alberello non ai fini produttivi.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 61
---	---------------------------------------	---------------

9.1.5. *Robinia pseudoacacia* - Robinia



Cespuglio o albero deciduo, spinescente, i cui getti radicali, numerosissimi, si diffondono rapidamente, colonizzando in breve tutto il terreno disponibile. È una specie molto frugale e di estrema adattabilità, indifferente al substrato, purché ben drenato e con una certa preferenza per terreni acidi; ama la luce e si presta per il consolidamento e miglioramento di terreni sciolti e franosi. La specie è impiegata in opere di miglioramento di suoli aridi, poveri, degradati,

anche nudi, dal momento che è in grado di fissare al suolo l'azoto atmosferico.

9.1.6. Costi di piantumazione Parcella A05

Di seguito sono riportati i costi di realizzazione della parte arborea della parcella A05 che saranno di **1.590,00 €**.

Nella tabella seguente sono dettagliati i costi di realizzazione dell'impianto per ciascuna specie.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 62
---	---------------------------------------	---------------

Tabella 12: Costo di piantumazione Parcella A05

Acacia delbata - Mimosa gialla	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	2,00 €	0,8	30	60,00 €
Messa a dimora	1,50 €			45,00 €
Concimazione di fondo	2,00 €			60,00 €
Costo piante	5,00 €			150,00 €
Totale costi di impianto				315,00 €

Cercis siliquastrum - Albero di Giuda	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	2,00 €	0,8	30	60,00 €
Messa a dimora	1,50 €			45,00 €
Concimazione di fondo	2,00 €			60,00 €
Costo piante	5,00 €			150,00 €
Totale costi di impianto				315,00 €

Fraxinus ornus - Orniello	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	2,00 €	0,8	30	60,00 €
Messa a dimora	1,50 €			45,00 €
Concimazione di fondo	1,50 €			45,00 €
Costo piante	5,00 €			150,00 €
Totale costi di impianto				300,00 €

Prunus dulcis - Mandorlo var Arrubia	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	2,00 €	0,8	30	60,00 €
Messa a dimora	1,50 €			45,00 €
Concimazione di fondo	1,50 €			45,00 €
Costo piante	7,00 €			210,00 €
Totale costi di impianto				360,00 €

Robinia pseudoacacia - Robinia	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	2,00 €	0,8	30	60,00 €
Messa a dimora	1,50 €			45,00 €
Concimazione di fondo	1,50 €			45,00 €
Costo piante	5,00 €			150,00 €
Totale costi di impianto				300,00 €

1.590,00 €

9.1.7. Costi di manutenzione seminativo-arboreo

La totalità delle azioni necessarie per la coltivazione e la manutenzione dell'area verde (potature, concimazioni, manutenzione delle attrezzature) avrà un costo di **5.792,53 €**. I calcoli per il personale necessario saranno dettagliati nel capitolo del "Calcolo della manodopera totale necessaria".

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 63
---	---------------------------------------	---------------

Tabella 13: Costi di gestione dell'area verde

Coltivazione seminativo - arboreo				
Descrizione	Costo unit.	Cicli/Addetti	ha	Costo Totale
Potature	70,00 €	1	4,20	294,17 €
Trinciatura	50,00 €	3	4,20	630,36 €
Personale avventizio	12.000,00 €	0,18		2.118,00 €
Carburanti				500,00 €
Materiali di consumo				2.000,00 €
Manutenzione attrezza. + macch.				250,00 €
Totale				5.792,53 €

10. SIEPE DI MITIGAZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione lungo il perimetro aziendale, che sarà composta da una recinzione metallica integrata con una siepe di mitigazione dei venti che verrà piantumata a ridosso della recinzione di metallo. Infatti, a causa dei venti che soffiano da Nord e da Ovest, le colture più marginali che vegetano al di sotto dei tracker aperti potrebbero subire in maniera eccessiva le avversità climatiche.

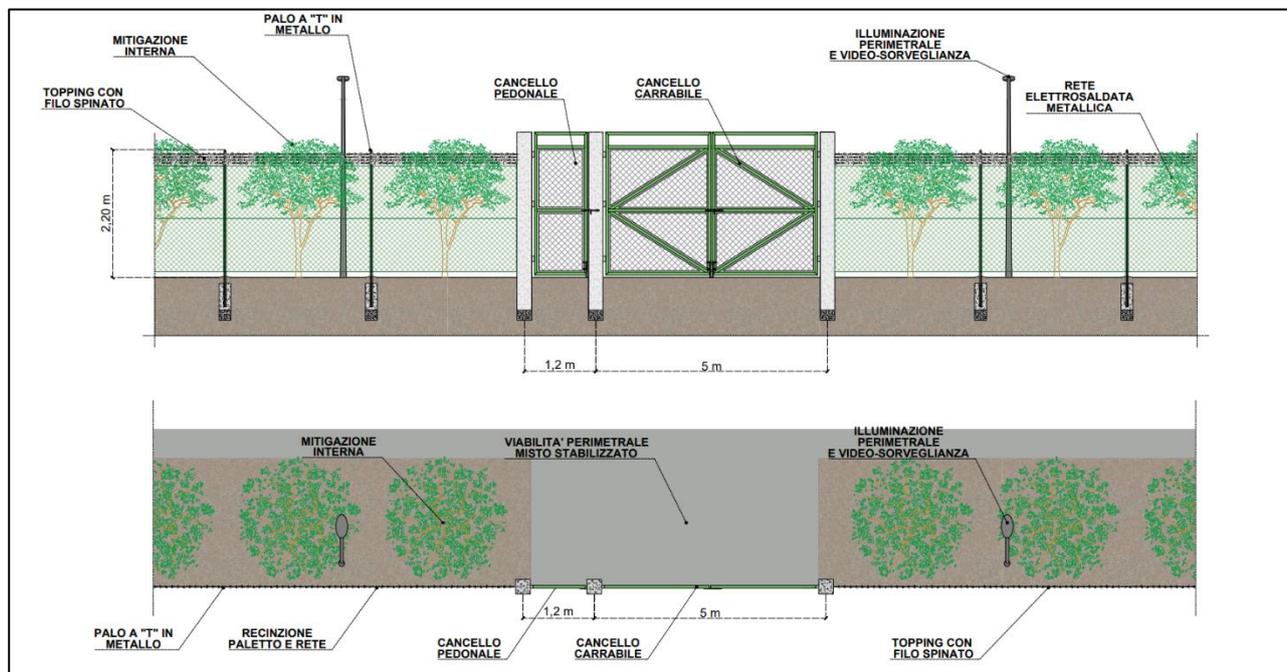


Figura 28: Immagine della recinzione dell'area, composta da una componente metallica e da una siepe di mitigazione. Riferimento Elaborato Grafico "2103_T.P.09_Layout Impianto e Dettagli Recinzione e Mitigazione_Rev00"

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 64
---	---------------------------------------	---------------

La siepe di mitigazione avrà una **lunghezza di 2.784,49 m** e verrà realizzata **con specie mediterranee che raggiungono i 3-4 m di altezza**. Le specie scelte verranno piantumate a **2 m l'una dall'altra** e sono:

- *Myrtus communis* var. sarda – mirto sardo,
- *Arbutus unedo* - corbezzolo,
- *Pistacia lentiscus* - lentisco.
- *Olea europaea* var. *Arbequina* - ulivo

Le piante scelte per la realizzazione della siepe di mitigazione saranno in numero di 1392.

Per far fronte alle avversità metereologiche, tutte le piante scelte presentano le seguenti caratteristiche:

- apparato radicale molto robusto, in modo da non essere soggetti a schianti;
- sempreverdi con chioma e portamento compatto così da apportare protezione in ogni stagione dell'anno;
- resistenza ai parassiti ed elevata rusticità;
- altezza tale da consentire adeguata protezione alle coltivazioni.

Oltre che per la protezione dai venti, la siepe è progettata in modo da fungere da richiamo per gli insetti impollinatori e per l'avifauna, tramite impianto di specie nettariifere e pollinifere. Le specie arbustivo/arboree per la siepe di mitigazione sono state scelte anche per:

- caratteri nettariiferi e polliniferi,
 - periodi di fioritura scalari, per garantire la produzione di polline e nettare durante gran parte dell'anno.
-

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 65
---	---------------------------------------	---------------

10.1. Specie per la siepe di mitigazione

10.1.1. Mirto sardo - *Myrtus communis var. sarda*



Il mirto è una pianta aromatica legnosa spontanea sempreverde. Ha portamento arbustivo molto ramificato alto tra 0,5 e 3 m.

La fioritura e la fruttificazione avvengono tra maggio e luglio, mentre le bacche giungono a maturazione verso la fine di novembre. Dal punto di vista nettario e pollinifero la pianta è molto gradita alle api ed agli impollinatori. La specie è resistente al vento e alla

salsedine. In totale verranno messe a dimora circa **348 piantine**.

10.1.2. Corbezzolo - *Arbutus unedo*



È una specie legnosa indigena tipica della macchia mediterranea, sempreverde, a rapido accrescimento, xerofila e frugale.

La specie ha la caratteristica di avere fiori e frutti contemporaneamente per cui le api trovano fonti nettario prima dell'inverno.

Il frutto è ricco di semi e contribuirebbe all'alimentazione dell'avifauna e dei piccoli mammiferi selvatici. Il corbezzolo non necessita di potatura, ed è indicata come specie molto resistente al vento. In totale verranno messe

a dimora **348 piantine**.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 66
---	---------------------------------------	---------------

10.1.3. Lentisco – *Pistacia lentiscus*



Il lentisco è specie cespuglioso, sempreverde ed aromatica, tipica della macchia mediterranea ed è stata scelta per la sua notevole funzione ecologica: la pianta è considerata pedogenetica, ossia è in grado di modificare il substrato su cui cresce migliorandolo e non necessita di annaffiature. Inoltre, grazie alle foglie coriacee, è una buona specie per le barriere frangivento.

La fioritura e la fruttificazione avvengono in primavera e la fioritura è molto gradita alle api e agli altri insetti impollinatori. In totale verranno messe a dimora **348 piantine**.

10.1.4. Ulivo – *Olea europea var. Arbequina*



È una specie arborea da frutto, di areale mediterraneo, alta dai 2 ai 3 metri, sempre verde e molto longeva, di crescita lenta, con un tronco irregolare ed una piccola chioma. È una pianta tipicamente termofila ed eliofila, con spiccati caratteri di pianta xerofita. Per contro è sensibile alle basse temperature.

La forma di allevamento è possibilmente a siepone, forma che asseconda molto il portamento naturale dell'olivo ed usata per la costituzione di siepi frangivento. Le piante hanno un portamento cespuglioso, con un breve fusto, e sono molto ravvicinate con le altre piante lungo la fila in modo da formare una vegetazione continua. In totale vengono **piantumate 348** piante di ulivo.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 67
---	---------------------------------------	---------------

10.2. Operazioni e costo di impianto della siepe

Nelle tabelle sottostanti sono indicati i costi totali per le operazioni di impianto delle specie elencate e i costi specifici per tipologia di specie.

Tabella 14: Tabella dei costi complessivi per le specie da mettere a dimora per l'impianto della siepe di mitigazione.

Totale costi	Corbezzolo	Mirto sardo	Lentisco	Ulivo
8.492,69 €	1.322,63 €	1.844,72 €	1.844,72 €	3.480,61 €

Tabella 15: Le tabelle appena riportate mostrano nel dettaglio i costi per la messa a dimora di ogni specie prevista per la siepe.

Costo Impianto siepe di Mitigazione				
Corbezzolo	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	0,30 €	0,28	348	104,42 €
Messa a dimora	0,50 €			174,03 €
Concimazione di fondo	1,50 €			
Costo piante	3,00 €			1.044,18 €
Totale costi di impianto				1.322,63 €
Mirto sardo	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	0,30 €	0,28	348	104,42 €
Messa a dimora	0,50 €			174,03 €
Concimazione di fondo	1,50 €			522,09 €
Costo piante	3,00 €			1.044,18 €
Totale costi di impianto				1.844,72 €
Lentisco	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	0,30 €	0,28	348	104,42 €
Messa a dimora	0,50 €			174,03 €
Concimazione di fondo	1,50 €			522,09 €
Costo piante	3,00 €			1.044,18 €
Totale costi di impianto				1.844,72 €
Ulivo	Costo unitario	ha	Tot. Piante	Totale costi
Scavo buche	2,00 €	0,28	348	696,12 €
Messa a dimora	1,50 €			522,09 €
Concimazione di fondo	1,50 €			522,09 €
Costo piante	5,00 €			1.740,31 €
Totale costi di impianto				3.480,61 €

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 68
---	---------------------------------------	---------------

10.3. Costi di manutenzione della siepe

Tabella 16: Costi manutenzione della siepe di mitigazione.

Manutenzione Siepe di mitigazione				
Descrizione	Costo unitario	N. cicli/addetti	ha	Costo Totale
Fertirrigazione	100,00 €	2	1,11	222,76 €
Trattamenti antiparassitari	45,00 €	1	1,11	50,12 €
Potature	100,00 €	1	1,11	111,38 €
Zappettature	100,00 €	2	1,11	222,76 €
Trinciatura	100,00 €	3	1,11	334,14 €
Personale avventizio	12.000,00 €	0,019	1,11	233,90 €
Carburanti			1,11	350,00 €
Materiali di consumo			1,11	80,00 €
Manutenzione attrezzature e macchinari			1,11	200,00 €
Totale				1.805,05 €

Per mitigare ulteriormente la potenza dei venti provenienti da Ovest, **sul primo filare esposto ad Ovest, che occupa l'esterno delle parcelle A01, A02, A03, A06, A08, A010, è prevista l'installazione di una rete frangivento**, fatta di materiali all'avanguardia e che smorza la forza del vento senza impedire ad aria e luce di circolare all'interno dei filari aperti. Tale accortezza viene eseguita ogni 10 filari, all'interno di tutto l'impianto agrivoltaico.

Infine, l'azienda ha previsto un'ulteriore mitigazione dei venti, **direzionando in fase progettuale i tracker ad un'angolazione Nord-Sud, rendendo i moduli fotovoltaici una protezione frangivento già di per sé.**

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 69
---	---------------------------------------	---------------

11. CALCOLO DEL FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE

La tabella che segue riporta il calcolo delle giornate uomo necessarie alla gestione agricola.

Tabella 17: Manodopera totale calcolata tenendo a base le tabelle INPS per la Regione Sardegna per tipologia di coltivazione.

Giornate uomo anno di regime						
Giornate uomo - Ripartizione per colture		Tabella Sardegna		Giornate Effettive		
COLTURA	Superficie Ha	Giornate/ ha	Giornate Lavorative annue	% Riduzione Meccanica	Giornate Uomo	
A01	Limone	0,71	140	99	30%	69,65
A02	Limone	1,38	140	193	30%	135,02
A04	Limone	1,50	140	210	30%	147,33
A07	Limone	2,06	140	289	30%	201,97
A09	Limone	2,56	140	358	30%	250,80
A11	Limone	2,08	140	291	30%	203,96
A03	Mandorlo Arrubia	1,78	27	48	30%	33,59
A06	Mandorlo Texas	2,35	27	63	30%	44,44
A08	Mandorlo Texas	2,08	27	56	30%	39,25
A10	Mandorlo Texas	2,56	27	69	30%	48,43
A05	Seminativo - arboreo	4,20	12	50	30%	35,30
Mitigazione	Specie mediterranee	1,11	5	6	30%	3,90
Totale SAU	24,38	TOT giornate annue	1.734	TOT giornate annue con meccanizzazione	1.213,65	

Come si evince dalla tabella, con un adeguato grado di meccanizzazione per la gestione del fondo saranno necessarie **1.213,65** giornate uomo, che saranno coperte con **6,07 operatori**, 1 salariato fisso e 5,7 salariati avventizi, di cui 0,18 impiegati per la manutenzione del seminativo arboreo.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 70
---	---------------------------------------	---------------

12. MACCHINARI E ATTREZZATURE

Nel seguente paragrafo sono riportati i costi relativi all'acquisto di macchinari e attrezzature. I trattori saranno dei frutteti da 80/90 cv con cabina pressurizzata che avranno un'altezza massima di 2,20 m. È previsto l'acquisto di attrezzi trainati opportunamente dimensionati per le lavorazioni del campo.

Tabella 18: Costi previsti per i macchinari necessari ed impiegati per la gestione delle colture produttive, della siepe e dell'area verde.

Attrezzature e Macchinari			
Descrizione	Quantità	Costo unitario	Totale
Trattori	2	65.000,00 €	130.000,00 €
Atomizzatori	2	10.000,00 €	20.000,00 €
Trincia reversibile	2	8.000,00 €	16.000,00 €
Trincia laterale	1	10.000,00 €	10.000,00 €
Fresa	1	6.000,00 €	6.000,00 €
Erpice rotante	1	7.000,00 €	7.000,00 €
Seminatrice combinata	1	20.000,00 €	20.000,00 €
Coltivatore a dischi	1	5.000,00 €	5.000,00 €
Ripuntatore	1	7.000,00 €	7.000,00 €
Frangizolle	1	10.000,00 €	10.000,00 €
Barra potatrice	2	15.000,00 €	30.000,00 €
Forbici elettriche	6	1.000,00 €	6.000,00 €
Raccogli manichetta	1	2.000,00 €	2.000,00 €
Falciatrice	1	5.000,00 €	5.000,00 €
Rimorchio	2	4.000,00 €	8.000,00 €
Decespugliatori	6	600,00 €	3.600,00 €
Trincia	2	5.000,00 €	10.000,00 €
Trincia Stocchi	1	7.000,00 €	7.000,00 €
Interceppo	2	12.000,00 €	24.000,00 €
Cisterne gasolio	1	3.000,00 €	3.000,00 €
Macchinari di raccolta	1	120.000,00 €	120.000,00 €
Armadio fitofarmaci	1	1.000,00 €	1.000,00 €
Arredi d'ufficio	1	7.000	7.000,00 €
Attrezzature minute e di officina			3.000,00 €
TOTALE			460.600,00 €

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 71
---	---------------------------------------	---------------

13. REALIZZAZIONE IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

Il sito di cui dispone la proponente non ricade in comprensori serviti dal Consorzio di Bonifica. A seguito del miglioramento fondiario previsto, l'intera area sarà infrastrutturata attraverso un sistema di irrigazione avanzato allacciato alle opere del Consorzio di Bonifica e più nello specifico alla vasca consortile sita nel comune di Zeddiani. Il vano tecnico, da cui si dirameranno le due condotte di diametro nominale DN160 atte a servire l'impianto, sarà realizzato dallo stesso proponente in un altro progetto denominato "Fattoria Solare Tramatzza" che prevederà la realizzazione di un bacino idrico di accumulo dal quale sarà possibile rilanciare, attraverso l'utilizzo di pompe, la risorsa idrica verso altri terreni in disponibilità della stessa proponente. Il percorso delle condotte sarà predisposto in parallelo all'opera di connessione cavidotto AT 36 kV del progetto in proposta.

Tale percorso attraverserà a nord le aree del progetto "Fattoria Solare Siamaggiore 1", in capo alla stessa proponente, raggiungendo il vano tecnico del progetto denominato "Fattoria Solare Tramatzza".

Il centro di comando sarà realizzato all'interno del vano tecnico, sopra descritto, da cui si dirameranno le condotte di diverso diametro che avranno lo scopo di servire tutte le macroaree dell'impianto agricolo.

Nello specifico l'impianto sarà diviso in 11 settori idrici, per ciascuno dei quali, dal locale tecnico si dirameranno le linee di adduzione che consentiranno di svolgere i diversi programmi di fertirrigazione in base alla coltura, tenuto conto delle diverse esigenze colturali e delle fasi fenologiche delle piante, oltre a consentire la simultanea irrigazione.

L'area sarà servita da un sistema di irrigazione a doppia ala gocciolante in subirrigazione; pertanto, per ciascun settore sarà installata una valvola ad apertura automatica controllata da centralina elettronica, per un totale di 11 valvole.

La progettazione degli impianti agrivoltaici della proponente, grazie all'esperienza svolta nel settore, ricorre a moderne tecniche di irrigazione a microportata che consentirà una coltivazione del fondo con notevole risparmio idrico rispetto ai sistemi di irrigazione tradizionali.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 72
---	---------------------------------------	---------------

Il sistema di irrigazione sarà gestito da una centralina Drip Net a più canali con controllo da remoto mediante una rete WiFi di campo (5G) capace di gestire tutte le elettrovalvole, i sistemi di misura e i sensori. Di seguito si riportano i parametri monitorati:

- umidità del suolo a 20 cm;
- umidità del suolo a 40 cm;
- temperatura del suolo;
- temperatura aria;
- umidità dell'aria;
- precipitazioni;
- flusso linfatico e inspessimento del tronco della pianta (dendrometro);
- quantità di acqua erogata per ciascuna sezione;
- misurazione del pH dell'acqua e delle miscele di fertirrigazione;
- radiazione fotosinteticamente attiva (PAR);
- quantità di fertilizzanti erogati per ciascuna sezione;

e più in generale:

- ore di funzionamento dell'impianto,
- controllo di eventuali perdite accidentali dell'impianto con blocco immediato della perdita,
- possibilità di comando da remoto.

Attraverso l'utilizzo della suddetta centralina, sarà possibile gestire gli allarmi in caso di errori rilevati in fase di esercizio dell'impianto con immediato arresto dell'attività svolta, qualora la stessa sia al di fuori dei parametri programmati.

Tutti i dati rilevati dai misuratori di campo e dai sensori saranno trasmessi via internet ogni 5 minuti ad un server in cloud gestito dalla Netafim in Israele dove resteranno memorizzati per tre anni al fine di produrre statistiche e studi per l'ottimizzazione dei cicli di irrigazione. Il sistema permetterà di monitorare da remoto anche attraverso collegamento video alle singole sezioni d'impianto le fasi fenologiche delle piante programmando gli interventi di coltivazione da eseguire. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elabora grafico di riferimento "2103_T.P.11_Layout Impianto Irrigazione-Fertirrigazione_Rev00", riportata come stralcio.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 73
---	--	----------------------

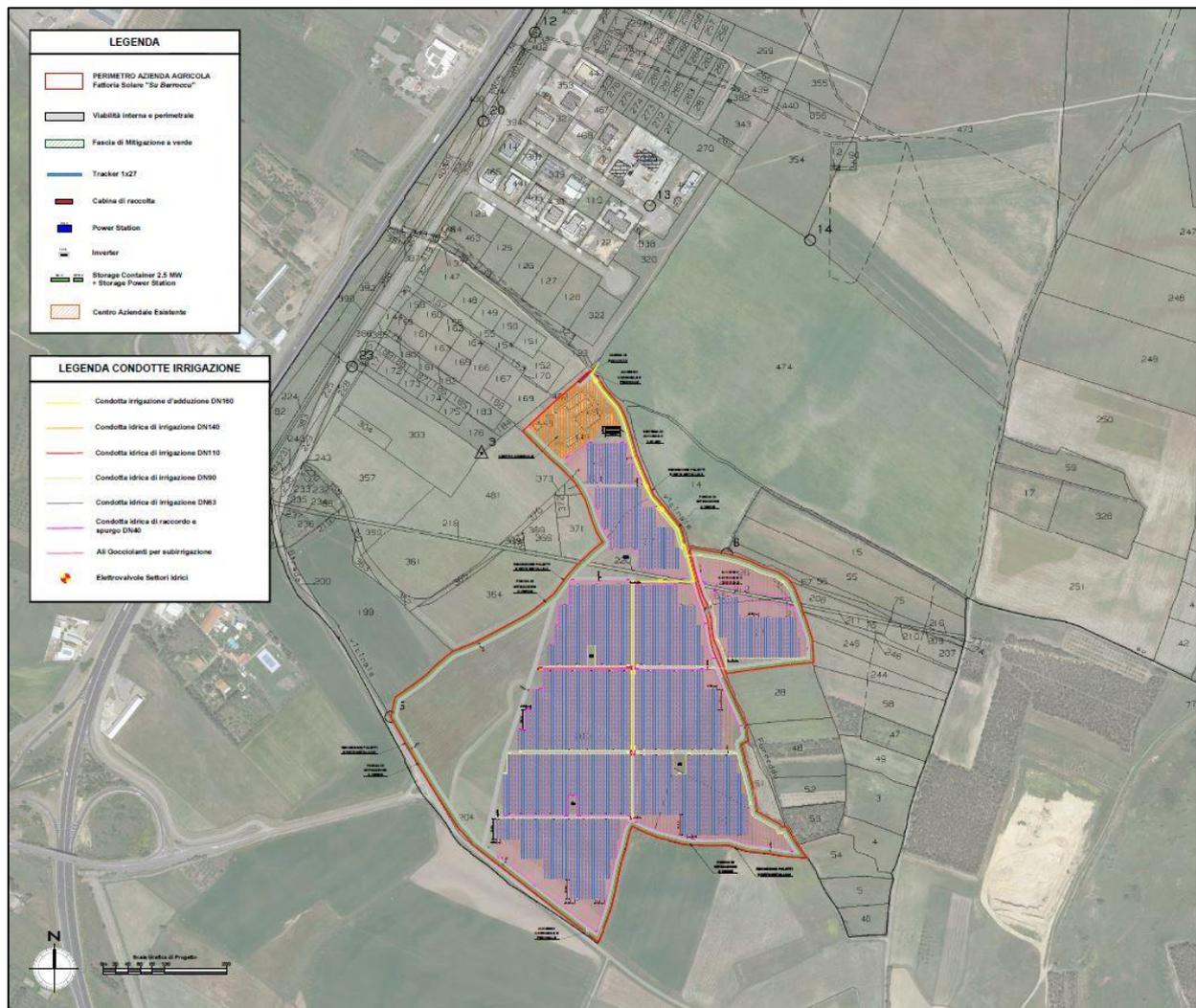


Figura 29: Layout dell'impianto di irrigazione.
 Riferimento Elaborato Grafico "2103_T.P.11_Layout Impianto Irrigazione-Fertirrigazione_Rev00".

13.1. Consumi e Risparmio idrico

Le stesse tecniche di irrigazione sono state sperimentate negli impianti serricoli agrivoltaici della proponente presenti nelle zone di Scalea-Orsomarso (CS) e Cassano-Villapiana (CS) dal 2011, registrando risultati ottimali in termini di risparmio idrico.

La sperimentazione effettuata nella coltivazione di specie tipiche del pieno campo come gli agrumi (limoni e cedri) ha permesso di registrare un importante dato relativo ai consumi idrici: **consumo idrico pari a 1/6 rispetto alle coltivazioni in pieno campo**, quindi, 1.000.000 di litri per ettaro **sotto serra agrivoltaica** contro i 6.000.000 di litri per ettaro in pieno campo. Ciò è sostanzialmente dovuto all'ombreggiamento dei pannelli fotovoltaici che riduce notevolmente l'evapotraspirato ed agli avanzati sistemi di irrigazione.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 74
---	---------------------------------------	---------------

Sulla base di questo risultato consolidato negli anni, e tenuto conto che la nuova struttura agrivoltaica aperta (**tracker**) in proposta non prevede volumetrie chiuse e lo stesso indice di ombreggiamento al suolo (nettamente superiore all'interno della serra), si ritiene ipotizzabile un risparmio idrico di **circa 1/4 rispetto al pieno campo** condotto con agricoltura tradizionale.

Nella tabella seguente sono riportati i fabbisogni irrigui a maturità delle colture in ambiente agrivoltaico **applicando, prudenzialmente, una riduzione solo del 25% rispetto al pieno campo**. Si aggiunge il consumo idrico necessario per l'irrigazione della siepe, che, anche se composta da specie xerofile e mediterranee, nei primi anni di vita necessitano un supporto idrico di partenza.

Stante alle informazioni sopra riportate, in merito al consumo e risparmio idrico in ambiente agrivoltaico si potrebbe ottenere, **potenzialmente, una riduzione dell'acqua utilizzata fino al 25% rispetto alle stesse colture in pieno campo, con un risparmio prudenziale atteso annuo di 20.063 mc ed un consumo idrico atteso per le colture a maturità di 88.193,70 mc**. La seguente tabella indica i consumi idrici a piena maturità della coltura:

Tabella 19: La tabella riassume i consumi idrici a maturità dell'impianto, comprendendo i consumi idrici per la siepe di mitigazione e per l'irrigazione dell'area verde (parcella A05, il "seminativo-arboreo")

Consumi Idrici a maturità degli impianti							
Parcelle	Coltura	Superfici (ha)	Consumo idrico di p.c. mc/ha	% Riduzione	Consumo idrico di APV mc/ha	Consumi idrici azienda tradizionale in p.c. (mc)	Consumi idrici Fattoria Solare Siamaggiore 2 (mc)
A01	Limone	0,71	6.000	25%	4500	4264,28	3593,83
A02	Limone	1,38	6.000	25%	4500	8266,55	6657,28
A04	Limone	1,50	6.000	25%	4500	9020,01	7142,03
A07	Limone	2,06	6.000	25%	4500	12365,80	9776,96
A09	Limone	2,56	6.000	25%	4500	15355,19	12455,71
A11	Limone	2,08	6.000	25%	4500	12487,57	11184,78
A03	Mandorlo Arrubia	1,78	5.000	25%	3750	8887,32	7016,10
A06	Mandorlo Texas	2,35	5.000	25%	3750	11755,36	9072,58
A08	Mandorlo Texas	2,08	5.000	25%	3750	10383,88	7927,42
A10	Mandorlo Texas	2,56	5.000	25%	3750	12813,34	10709,15
A05	Seminativo - arboreo	4,20	500	25%	375	2101,20	2101,20
Mitigazione	Specie mediterranee	1,11	500	25%	375	556,90	556,66
Totale SAU		24,38				108.257,38	88.193,70
Risparmio Idrico (mc)							20.063,69

Progetto: Fattoria Solare “ <i>Su Barroccu</i> ” EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 75
--	---------------------------------------	---------------

14. INTRODUZIONE DELLE API A SCOPO DI MONITORAGGIO

L'azienda EF Agri Soc. Agr. a R.L. è interessata alla protezione e reintroduzione degli impollinatori nelle aree individuate per la costruzione degli impianti agrivoltaici, tramite la diversificazione delle specie produttive colturali degli impianti. È inoltre attenta all'aumento in numero delle varie specie impollinatrici, dal momento che da studi scientifici² e da osservazioni dirette in campo, **la fitness delle piante, e quindi la resa in prodotto e la qualità dei prodotti stessi è migliorata dalla presenza di almeno un alveare stabile di *Apis mellifera ligustica***. Questa specie è, tra l'altro, l'impollinatore endemico italiano, tra i più operosi e docili del genere.

Per l'impianto della “*Fattoria Solare Su Barroccu*” è prevista, quindi, **l'introduzione di api della specie endemica a scopo di impollinazione e monitoraggio della salubrità delle colture**, inserendo dieci arnie di cui due utilizzate come spia, dal momento che gli impollinatori in terreni agricoli, sono di vitale importanza per la produzione e per la sicurezza alimentare, essendo ottimi bioindicatori della salute e salubrità dei sistemi agro ecologici, grazie alla loro sensibilità ambientale agli agrofarmaci.

² 1) Kremen et al., 2002; Kremen et al., 2007; Potts et al., 2010; Potts et al., 2016;

2) Report sulla salute degli impollinatori Corte dei Conti Europea 2021: “Relazione speciale: La protezione degli impollinatori selvatici nell'UE: le iniziative della Commissione non hanno dato i frutti sperati”;

3) Forum economico mondiale 2020 sui rischi globali per la natura e l'ambiente.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 76
---	---------------------------------------	---------------



Foto 9: Esempio di arnia posizionata nell'impianto di Scalea gestito da Le Greenhouse. Si nota un piccolo pannello solare posto sull'arnia, che mantiene attivi i sensori per misurare i parametri di seguito descritti ed il sistema di monitoraggio dei voli all'ingresso dell'arnia.

L'apiario presenta bassi costi, sia di impianto, che di gestione. Le arnie spia sono monitorate con il sistema "Melixa", tramite cui è possibile un controllo costante dei seguenti parametri:

- *Numero dei voli giornalieri*, in modo tale da controllare se, in funzione del clima, delle temperature e delle attività condotte in azienda, il nucleo dell'alveare è più o meno attivo;
- *Temperatura interna ed esterna all'alveare*;
- *Umidità esterna all'arnia*;
- *Peso complessivo dell'arnia e la variazione di peso.*

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 77
---	--	----------------------

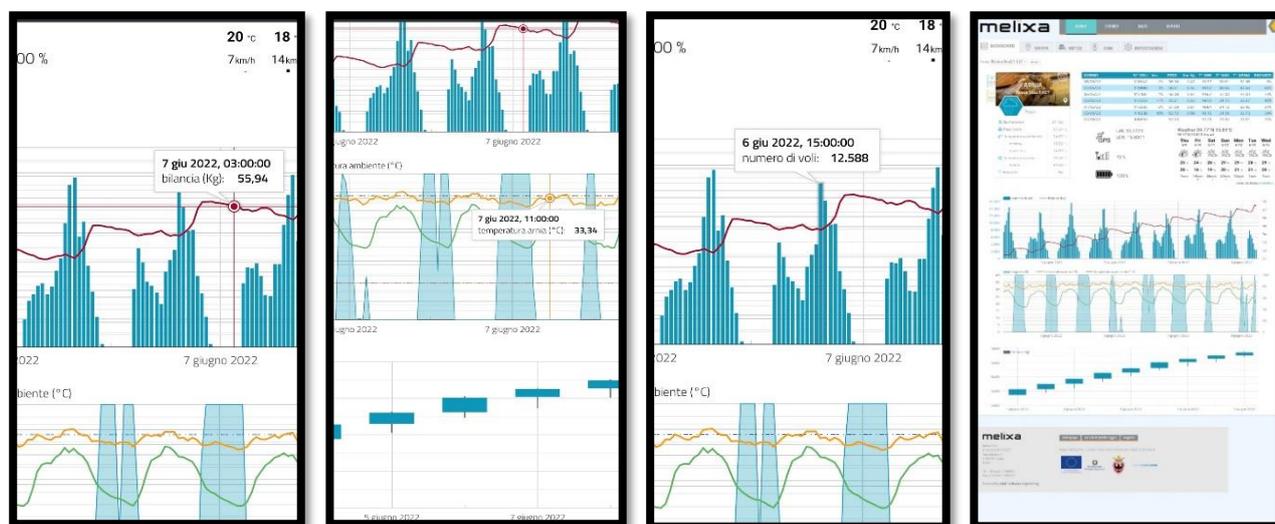


Figura 30: Schermate del sistema Melixa che mostrano ora per ora la variazione dei parametri precedentemente elencati.

14.1. Costi di impianto e gestione delle arnie

La tabella seguente riporta i costi da sostenere per la realizzazione di un apiario da nomadismo con un numero di 10 nuclei di api da impiegare per l'impollinazione, di cui 2 fungeranno da arnie spia per il monitoraggio della salubrità dell'impianto.

Tabella 20: In tabella soprastante sono riportati i costi necessari per la realizzazione dell'impianto delle arnie spia.

Costo impianto apiario			
Descrizione	Costo Unitario	Numero	Totale
Arnie complete di melario e fogli cerei	250,00 €	10	2.500,00 €
Famiglia su nucleo da 8 telai	130,00 €	10	1.300,00 €
Supporti Arnie	200,00 €	10	2.000,00 €
Sensoristica e sistema di controllo	1.000,00 €	2	2.000,00 €
Totale costi impianto			7.800,00 €

Di seguito sono riportati i costi relativi alle attività tipiche per la gestione dell'apiario

Tabella 21: In tabella soprastante sono riportati i costi necessari per la gestione delle arnie.

Costi gestione Apiaio				
Descrizione	Costo unitario	N. Interventi	N. alveari	Costo Totale
Verifiche periodiche	20,00 €	7	10	1.400,00 €
Trattamenti	80,00 €	2	10	1.600,00 €
Totale gestione arnie				3.000,00 €

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 78
---	---------------------------------------	---------------

15. STUDI SULL'AGRIVOLTAICO

Sono stati condotti diversi studi atti ad analizzare gli impatti delle installazioni di impianti fotovoltaici sulle capacità vegetative delle colture sottostanti. Al fine di valutare la fattibilità del progetto proposto, se ne riportano di seguito alcuni.

Un primo studio mostra i reciproci vantaggi **della coesistenza dell'agricoltura con il fotovoltaico sulle stesse superfici**, in termini di **efficienza complessiva per l'utilizzo di suolo**.

Il duplice utilizzo del suolo per la produzione di energia da fonte solare e per l'agricoltura è stato testato nell'ambito del progetto "Agrophotovoltaics Resource Efficient Land Use (APV-RESOLA)" condotto dall'ISE e dell'Università di Hohenheim tra il 2017 e il 2019.

È stato realizzato un sistema agro-fotovoltaico su una porzione di un campo arabile presso il lago di Costanza, in Germania, installando un impianto FV da 194 kW con pannelli montati a cinque metri dal terreno su una struttura sopraelevata; sul medesimo terreno i contadini della comunità agricola di Heggelbach hanno coltivato **quattro tipi di colture**: grano invernale, patate, trifoglio e sedano.

I risultati del 2017 hanno mostrato un'efficienza dell'uso suolo pari al 160% per ettaro, che ha raggiunto il 186% per ettaro nel 2018, anno caratterizzato da un'estate molto calda. In questo anno, infatti, tre delle quattro colture testate nell'impianto agrivoltaico (grano, patate e sedano) hanno avuto rendimenti superiori alle rese di riferimento in campo aperto tra il +3 e il +12%.

Lo schema sotto illustra il concetto di "efficienza combinata nell'uso del suolo" per produrre al contempo energia elettrica e cibo, risolvendo così la diatriba "*food or fuel*" che spesso accompagna le decisioni su come sfruttare correttamente gli spazi coltivabili.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 79
---	---------------------------------------	---------------

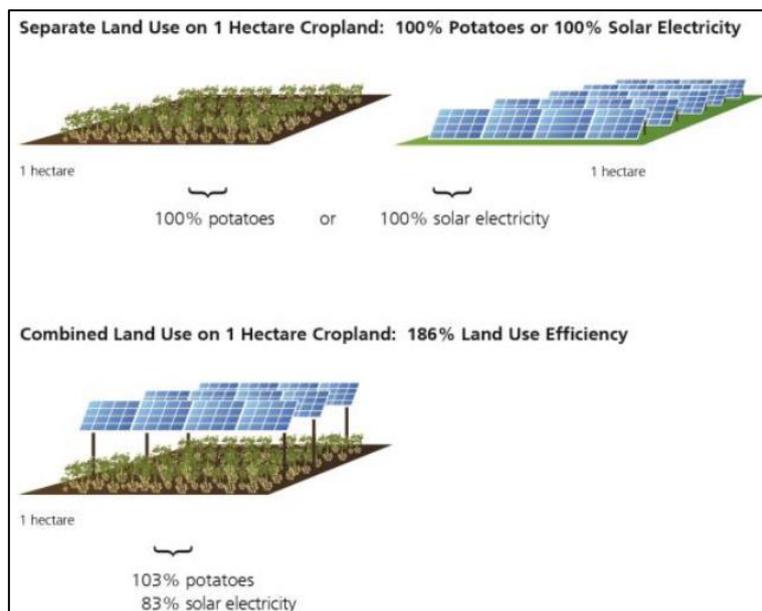


Figura 31: Rappresentazione delle varie tipologie di utilizzo del suolo, agricolo, con moduli fotovoltaici a terra e combinato, così da abbattere il consumo di suolo per l'uno o per l'altro utilizzo. Dal progetto "Agrophotovoltaics Resource Efficient Land Use (APV-RESOLA)" condotto dall'ISE e dell'Università di Hohenheim tra il 2017 e il 2019.

I dati sopra esposti, mostrano che **l'ombreggiatura sotto i moduli ha migliorato la resa delle colture, permettendo alle piante di sopportare meglio il caldo e la siccità** dell'estate 2018.

Infatti, dalla raccolta dei dati sulle condizioni climatiche sotto il sistema agrivoltaico, è emerso che l'impianto influisce sulla quantità di irraggiamento solare, sulla distribuzione delle precipitazioni e sulla temperatura del suolo. Una quantità di irraggiamento solare inferiore del 30% circa rispetto al campo aperto comporta una temperatura al suolo minore che consente il mantenimento di una maggiore umidità del terreno. Tali condizioni permettono alle colture di resistere a periodi di maggior siccità registrando migliori performance agricole, con un potenziale particolarmente molto elevato del agrivoltaico nelle zone aride.

In un progetto pilota avviato dall'ISE nello Stato Indiano di Maharashtra, gli effetti di ombreggiamento e una minore evaporazione portano le rese delle colture di pomodoro e cotone al +40% rispetto al pieno campo, permettendo un'efficienza nell'uso del suolo di circa il 200%.

In particolare, nelle zone aride e semiaride, alcuni studi condotti da Dupraz nel 2011, Elamri nel 2018, Valle nel 2017 hanno dimostrato che il sistema APV offre un grande potenziale economico produttivo poiché consente di aumentare la produttività dei terreni in queste zone in quanto, questa combinazione, consentirebbe l'insorgere di effetti collaterali sinergici sulle colture agricole (Marrou et al. 2013) (Ravi et al. 2016). In queste aree le colture soffrono spesso degli effetti negativi

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 80
---	---------------------------------------	---------------

dell'elevata radiazione solare, delle elevate temperature e delle perdite d'acqua. Una elevata perdita d'acqua è dovuta ad una mancata capacità della pianta nel controllare il processo di traspirazione, infatti, un aumento delle temperature riduce la sensibilità delle cellule stomatiche, cellule adibite al controllo della traspirazione e, dunque, comporta una riduzione delle produzioni, una riduzione dell'efficiamento dell'utilizzo della risorsa idrica e morte della coltura.

La presenza dei pannelli fotovoltaici consentirebbe di ridurre la perdita di acqua per evaporazione e traspirazione ed un miglioramento delle condizioni di stress sulla coltura a causa di una riduzione della perdita eccessiva di acqua (Hassanpour ADEH et al. 2018, Elamri et al. 2018, Marrou et al 2013). Questo aumento dell'efficienza della risorsa idrica raggiunge un livello maggiore di importanza per la comunità, considerando i problemi relativi alla scarsità d'acqua nel mondo. Dalle ricerche effettuate sugli APV in simulazioni basate su dati di un periodo di 40 anni, Amaducci et al. (2018), hanno osservato che coltivare mais sotto APV, in condizioni non irrigate, ha ridotto l'evaporazione del suolo ed ha anche aumentato la resa media. La più alta variazione di resa è stata ottenuta in condizioni di pieno sole. Pertanto, hanno concluso che gli APV possono portare alla stabilizzazione del rendimento produttivo colturale, mitigando le perdite di rendimento negli anni asciutti (Amaducci et al. 2018).

Oltre al risparmio idrico, la presenza del pannello garantisce una riduzione della radiazione solare diretta sulle colture riducendo dunque le temperature massime che potrebbero causare importanti danni alle colture.

Anche altri studi svolti negli Stati Uniti dall'Università dell'Arizona, hanno confermato le sinergie tra la coltivazione di determinati prodotti agricoli, il risparmio idrico e la produzione di energia rinnovabile (Barron-Gafford et al. 2019).

In particolare, evidenziano i diversi benefici di questa sorta di ecosistema integrato: un ambiente sotto i moduli più temperato sia di inverno che d'estate non solo riduce i tassi di evaporazione, diminuendo il fabbisogno idrico annuo, ma migliora la capacità fotosintetica delle piante che crescono in modo più efficiente proprio perché meno stressate. Inoltre, in combinazione con il raffreddamento localizzato dei pannelli fotovoltaici derivante dalla traspirazione dal "sottobosco" vegetativo, che riduce lo stress termico sui pannelli e ne aumenta le prestazioni, si realizza una situazione *win-to-win* per la relazione cibo-acqua-energia.

I ricercatori sottolineano che, al di là dei benefici di un minor irraggiamento diretto, la luce diffusa all'interno del sistema agrivoltaico è sufficiente per permettere la crescita di molte colture.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 81
---	---------------------------------------	---------------

È infatti risaputo che, per quanto riguarda l'irraggiamento, la crescita vegetativa, essendo primariamente correlata all'efficienza fotosintetica, è maggiormente influenzata dalle variazioni della qualità della luce (ad esempio la variazione della quantità delle radiazioni nello spettro dell'infrarosso) piuttosto che dalla sua quantità.

Esperimenti condotti su un habitat vegetativo tipo prato stabile in California mostrano come il manto erboso che cresce al di sotto dei moduli fotovoltaici, venga raggiunto nell'arco del periodo diurno da una quantità sufficiente di radiazioni luminose entro un intervallo di lunghezza d'onda utile a consentire al meglio il naturale processo di organizzazione della materia inorganica nell'ambito delle reazioni di fotosintesi clorofilliana. Tale conclusione è stata raggiunta anche da due ricercatori del Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE³ nell'ambito di uno studio di ricerca applicata (Goetzberger & Zastrow, 1981) che hanno osservato una radiazione pressoché uniforme al suolo (integrata nell'arco della giornata), disponendo i moduli ad una altezza di almeno di 2 metri e con una distanza tra le file di 6 metri.

I sistemi agrivoltaici rappresentano quindi delle utili protezioni per le colture e tali sistemi risultano ormai sempre più necessari per la tenuta del settore. Infatti l'agricoltura è uno dei settori socioeconomici più dipendenti dal clima e maggiormente vulnerabile a causa degli attuali cambiamenti climatici. L'agrivoltaico può rappresentare una soluzione per rendere il settore più resiliente e stabile.

Infine, un'altra ricerca condotta da ricercatori statunitensi e pubblicata nel 2018 (Walston et al. 2018) sottolinea che un importante aspetto da tenere in considerazione riguardo l'impatto di un sistema agrivoltaico nel contesto agricolo è l'eventuale crescita spontanea, o in seguito ad insemminazione artificiale, di piante autoctone, fiori e piante officinali tra cui Lavanda, *Eucalyptus occidentalis* e Corbezzolo che generano un habitat ideale per l'impollinazione da parte delle api e delle altre specie impollinatrici portando un enorme beneficio all'ecosistema circostante. Oltre che per la natura, questo è un grande vantaggio anche per le circostanti produzioni agricole di colture che si affidano all'impollinazione entomofila, come quelle di arance, pesche e mandorle.

³ La Fraunhofer-Gesellschaft è l'organizzazione leader per la ricerca applicata in Europa. Le sue attività di ricerca sono condotte da 72 Fraunhofer Institute e unità di ricerca con sedi in tutta la Germania e con filiali in Europa, Asia e America.

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 82
---	---------------------------------------	---------------

L'agrivoltaico può contribuire al rafforzamento e allo sviluppo del settore agro-pastorale:

- aumentando i ricavi di settore senza occupazione dei suoli e a zero impatto sulla vocazione agricola, ambientale e territoriale;
 - apportando nuove risorse per investimenti in infrastrutture agricole innovative – come i sistemi fotovoltaici di protezione delle colture – che rendono le attività agricole più resilienti ai cambiamenti climatici;
 - stabilizzando le opportunità di lavoro nelle comunità rurali e riducendone la stagionalità tramite la sostituzione di infrastrutture agricole temporanee con quelle più durevoli (un impianto agrivoltaico ha una vita utile pari almeno a 30 anni); il solare crea più posti di lavoro per megawatt di potenza generata rispetto a qualsiasi altra fonte di energia e agrivoltaico tende a tutelare e valorizzare i lavoratori già presenti sui territori, accrescendone anche l'occupazione nella parte agricola.
-

Progetto: Fattoria Solare "Su Barroccu" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Piano Agronomico	Pagina: 83
---	---------------------------------------	---------------

16. BIBLIOGRAFIA

- Amaducci S, Yin X, Colauzzi M (2018) Agrivoltaic systems to optimise land use forelectric energy production. *Appl Energy* 220:545–561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
- ANSA.it, "Agricoltura: Coldiretti, perdite sino al 70% per gli agrumi" - Articolo rilasciato il 29/01/2021, con origine dati Laore – Agenzia regionale per lo sviluppo in agricoltura)
-
- Elamri Y, Cheviron B, Lopez J-M, Dejean C, Belaud G (2018) Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: application to irrigated lettuces. *Agric Water Manag* 208:440–453. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.001>
-
- Hassanpour Adeg E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS One* 13: e0203256.
-
- ISMEA Mercati – Trasparenza e conoscenza dei mercati agroalimentari – Frutta in guscio – Prezzi medi all'origine
-
- Mandorlicoltura In Sardegna - Le Varietà Autoctone Della Sardegna. Dati LAORE 2021.
-
- Marrou H, Dufour L, Wery J (2013a) How does a shelter of solar panels influence water flows in a soil-crop system? *Eur J Agron* 50:38–51
-
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010a). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.*, 25, 345–353.
-
- Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, J. (2010b). Declines of managed honeybees and beekeepers in Europe? *J. Apic. Res.*, 49, 15–22.
-
- Potts, S.G., ImperatrizFonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Dicks, L.V., Garibaldi, L.A., Hill, R., Settele, J., Vanbergen, A.J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220–229.
-
- Ravi S, Macknick J, Lobell D, Field C, Ganesan K, Jain R, Elchinger M, Stoltenberg B (2016) Colocation opportunities for large solar infrastructures and agriculture in drylands. *Appl Energy* 165:383–392. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.078>
-
- Walston LJ, Mishra SK, Hartmann HM, Hlohowskyj I, McCall J and Macknick j, 2018, Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United State, *Environmental Science Technology*, 2018, 52, 7566–7576 Available at: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.8b00020>