

AgroPhotoVoltaico Multi-uso e aspetti di mitigazione

IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI SPERIMENTALI IN FUNZIONE DEL DESIGN

COMUNE DI MONREALE (PA)

Indice

1.	Introduzione	3
2.	Il contesto normativo	4
2.1	Il procedimento autorizzativo.....	7
2.	<i>SoW-Scope of Work</i>	9
3.	Descrizione del sito.....	9
4.1	<i>Layout</i> dell'impianto	10
4.2	Effetti microclimatici dell'impianto APV.....	11
4.3	Caratterizzazione del suolo.....	12
4.4	Aspetti climatici	12
5.	Soluzioni.....	14
5.1	Rotazioni.....	14
5.2	Land Equivalent Ratio (LER).....	Errore. Il segnalibro non è definito.
6.	Sperimentazione.....	18
6.1	Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni.....	18
7.	<i>Design</i> sperimentale.....	21
7.1	Descrizione della sperimentazione per parcelle.....	21
7.2	Progettazione delle soluzioni irrigue	27
7.3	Gestione delle attività e manutenzione.....	28
8.	Monitoraggio della sperimentazione	29
8.1	In situ	29
8.2	Risultati attesi	29
9.	Computo metrico.....	30
9.1	Analisi di costi e ricavi dell'attività agronomica.....	30
10.	Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento	35
10.1	Benefici dell'impianto APV	35
10.2	Impatti ambientali	36
11.	Cronoprogramma	38
12.	Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici	39
13.	Conclusioni.....	40

1. Introduzione

Con il termine AgroPhotoVoltaic (abbreviato APV) si indica un settore, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione, sullo stesso terreno, di impianti fotovoltaici.

La cosiddetta "generazione distribuita", infatti, non potrà fare a meno, per molte ragioni, di impianti "su scala di utilità" che occupano nuovi terreni oggi dedicati all'agricoltura per una parte. Per essere possibile è necessario adottare nuovi criteri di impiantistica, utilizzando criteri e modalità di gestione completamente nuovi per il nuovo settore APV. Esempi del passato di questo tipo di settore sono le "serre fotovoltaiche" nate non per esigenze agricole, ma per creare moduli fotovoltaici da collocare su terreno su cui, altrimenti, non sarebbe stato possibile installare impianti. Ora è necessario mescolare la produzione agricola ed elettrica in nuovi sistemi.

I sistemi agrivoltaici sono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (PV) con la produzione agricola e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di Agricoltura 4.0 e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, garantirà una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto, sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione.

Il Piano Agro-Solare ha come obiettivi principali l'incremento della produttività dei terreni agricoli coinvolti, attraverso lo sviluppo dell'agricoltura biologica, anche con nuove coltivazioni accanto a quelle tradizionali, compresi gli aspetti zootecnici e di sicurezza sul lavoro. Il programma mira alla produzione di energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con il territorio, puntando all'impiego di mezzi agricoli elettrici. Il presente *Report* vuole essere di supporto all'Azienda per comprendere i fattori che agiscono sulla scelta della coltura in funzione del *design* impiantistico dell'impianto fotovoltaico.

2. Il contesto normativo

Negli ultimi anni l'ONU, l'Unione europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate, con particolare attenzione, delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili nei principali Stati mondiali ed europei.

A livello internazionale, nel settembre del 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee di azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti Agrivoltaici per la produzione di energia rinnovabile.

L'Unione europea ha recepito immediatamente l'Agenda 2030, obbligando gli Stati membri ad adeguarsi a quanto stabilito dall'ONU.

Il 10 novembre 2017, in Italia, è stata approvata la SEN 2030, Strategia Energetica Nazionale fino al 2030. Contiene obiettivi più ambiziosi dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione emissioni CO₂;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

A livello europeo, invece, l'art. 194 del Trattato sul funzionamento dell'Unione europea prevede che l'Unione debba promuovere lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili per meglio allineare e integrare gli obiettivi in materia di cambiamenti climatici nel nuovo assetto del mercato.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (direttiva UE/2018/2001), nel quadro del pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», inteso a far sì che l'Unione europea sia il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare l'UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi.

La nuova direttiva stabilisce un nuovo obiettivo in termini di energie rinnovabili per il 2030, che dev'essere pari ad almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una clausola su una possibile revisione al rialzo entro il 2023.

A partire dal 2021, nell'ambito del nuovo pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», la direttiva ha stabilito un obiettivo complessivo dell'UE in materia di energie rinnovabili per il 2030. Gli Stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nazionali nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima. I predetti piani saranno valutati dalla Commissione europea, che potrà adottare misure per assicurare la loro realizzazione e la loro coerenza con l'obiettivo complessivo dell'UE. I progressi compiuti verso gli obiettivi nazionali saranno misurati con cadenza biennale, quando gli

Stati membri dell'UE pubblicheranno le proprie relazioni nazionali sul processo di avanzamento delle energie rinnovabili.

Dunque, negli ultimi anni l'Unione europea ha incentivato notevolmente l'utilizzo di pannelli fotovoltaici al fine di produrre nuova energia "pulita" che dovrebbe contribuire a soddisfare il fabbisogno annuo di energia elettrica di ogni Stato.

L'UE per il periodo successivo al 2020 ha voluto fornire indicazioni ben precise agli investitori sul regime post-2020. Infatti, la strategia a lungo termine della Commissione definita «Tabella di marcia per l'energia 2050» del 15.12.2011 (COM(2011)0885) delinea i diversi possibili scenari per la decarbonizzazione del settore energetico che sono finalizzati al raggiungimento di una quota di energia rinnovabile pari ad almeno il 30% entro il 2030. In mancanza di ulteriori interventi da parte dei diversi Stati membri, dopo il 2020, si assisterà ad un rallentamento della crescita delle energie rinnovabili. Ulteriori indicazioni da parte della Commissione si hanno tramite la pubblicazione, nel marzo 2013, di un Libro verde dal titolo «Un quadro per le politiche dell'energia e del clima all'orizzonte 2030» (COM(2013)0169) con il quale vengono ridefiniti alcuni obiettivi strategici, quali la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e il sostegno alla crescita, alla competitività e all'occupazione nell'ambito di un approccio che associ alta tecnologia, efficienza in termini di costo e efficacia nell'utilizzo delle risorse. A questi tre obiettivi strategici sono associati tre obiettivi principali per le riduzioni delle emissioni dei gas serra, l'energia rinnovabile e i risparmi energetici. Il libro verde fa riferimento ad una riduzione del 40% delle emissioni, entro il 2030, al fine di poter conseguire una riduzione dell'80-95% entro il 2050, in linea con l'obiettivo concordato a livello internazionale di limitare il riscaldamento globale a 2 °C.

Successivamente, la Commissione nella sua comunicazione del 22 gennaio 2014 dal titolo «Quadro per le politiche dell'energia e del clima per il periodo dal 2020 al 2030» (COM(2014)0015), risolvendo il problema posto dagli Stati membri, nel Libro verde, ha proposto di non rinnovare gli obiettivi nazionali vincolanti per le energie rinnovabili dopo il 2020. Infatti, è previsto un obiettivo vincolante, solo a livello di UE, della riduzione del 27% del consumo energetico da fonti rinnovabili in modo tale da stimolare la crescita nel settore dell'energia.

Nell'ambito della più ampia strategia relativa all'Unione dell'energia (COM(2015)0080) la Commissione ha pubblicato un pacchetto legislativo dal titolo «Energia pulita per tutti gli europei» (COM(2016)0860) del 30 novembre 2016. Si tratta di un passo di fondamentale importanza perché comprende una proposta di revisione della direttiva sulla promozione delle fonti

energetiche rinnovabili (direttiva (UE) 2018/2001) con l'obiettivo di rendere l'UE un leader mondiale nel campo delle fonti rinnovabili e garantire il conseguimento dell'obiettivo di un consumo di energia da fonti rinnovabili pari ad almeno il 27% del totale dell'energia consumata nell'UE entro il 2030. La proposta di direttiva presentata dalla Commissione mira, inoltre, a promuovere ulteriormente le fonti rinnovabili nel settore dell'energia in sei diversi settori quali l'energia elettrica, la fornitura di calore e freddo, la decarbonizzazione e diversificazione nel settore dei trasporti (con un obiettivo di fonti rinnovabili per il 2030 pari ad almeno il 14% del consumo totale di energia nei trasporti), la responsabilizzazione e informazione dei clienti, il rafforzamento dei criteri di sostenibilità dell'UE per la bioenergia, e l'assicurazione che l'obiettivo vincolante a livello di UE sia conseguito in tempo e in modo efficace in termini di costi.

La proposta di modifica della direttiva sulla promozione delle fonti energetiche rinnovabili è stata concordata in via provvisoria il 14 giugno 2018 con un accordo che ha fissato un obiettivo vincolante a livello di UE pari al 32% di energia da FER entro il 2030. Il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato formalmente la direttiva modificata sulla promozione delle energie rinnovabili (direttiva (UE) 2018/2001) nel dicembre 2018.

In Italia il recepimento di questa direttiva comunitaria è stato anticipato prima attraverso il Decreto Milleproroghe (Legge 30 dicembre 2019, n. 162), poi con il decreto Rilancio (legge 19 maggio 2020, n. 34) e il *Superbonus*, che hanno attivato diversi meccanismi incentivanti.

Recentemente l'Unione si è attivata, altresì, per prevedere una nuova strategia agrovoltica europea da inserire nella futura Politica Agricola Comune (PAC), finalizzata alla promozione di questa nuova tecnologia in tutta Europa. La Commissione europea, per sostenere l'Agrivoltaico, intende attuare iniziative all'interno della *Farm to Fork Strategy* europea, con lo scopo di accelerare la transizione verso un nuovo sistema alimentare sostenibile. La Commissione, inoltre, ha già proposto di integrare l'Agrivoltaico nella *Climate Change Adaptation Strategy*, in via di approvazione, e vi sono varie proposte volte all'inserimento dell'Agrivoltaico nelle Agende europee in materia di transizione energetica.

A livello nazionale nel 2020 il MISE (Ministero dello Sviluppo Economico), ha adottato il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), che rappresenta uno strumento fondamentale per far volgere la politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Più nel dettaglio, il Piano nazionale integrato energia e clima prevede che in Italia per raggiungere gli obiettivi prefissati si dovrebbero installare circa 50 GW di impianti fotovoltaici entro il 2030, con

una media di 6 GW l'anno e considerando che l'attuale potenza installata annuale è inferiore a 1 GW è chiaro che è necessario trovare soluzioni alternative per accelerare il passo. Basti pensare che solamente in Italia il fabbisogno annuo di energia elettrica è pari a 320 TWh (dati Terna) e solo 24 TWh derivano da impianti fotovoltaici.

2.1 Il procedimento autorizzativo

Un ulteriore aspetto normativo che interessa l'installazione di impianti Agrivoltaici sui terreni agricoli in Italia sono gli adempimenti autorizzativi e ambientali. Preme far presente che nel corso degli anni gli iter autorizzativi si sono spesso sovrapposti tra loro, creando non poche difficoltà e rallentamenti nell'installazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili.

La direttiva europea 2009/28/CE al fine di favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili ha espressamente chiesto agli Stati membri di semplificare e snellire i vari iter autorizzativi, rendendoli proporzionati e realmente necessari, nonché di rendere più adeguato possibile il procedimento amministrativo, ex lege 241/1990, connesso. Per tali motivi, con il D.M. del MITE del 27 giugno 2022 sono state emanate le nuove Linee Guida al fine di armonizzare gli iter procedurali e autorizzativi per l'installazione degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

Con il d.lgs. n. 28 del 3 marzo 2011 il Governo ha modificato il suddetto D.M. e ha introdotto nuove misure di semplificazione dei procedimenti amministrativi per la realizzazione di impianti di energia rinnovabile. L'attuale quadro procedimentale e autorizzativo in materia di installazione di impianti di produzione di energie rinnovabili è il seguente:

- **Autorizzazione Unica (AU)**- è il provvedimento introdotto dall'articolo 12 del D.Lgs. 387/2003 per l'autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER, al di sopra di prefissate soglie di potenza. Più nello specifico, l'AU è una procedura riservata agli impianti di almeno 20 Kw di potenza che hanno particolari vincoli o caratteristiche che richiedano un esame approfondito dell'Autorizzazione. L'Autorizzazione Unica è rilasciata al termine di un procedimento svolto nell'ambito della Conferenza dei Servizi alla quale partecipano tutte le amministrazioni interessate e costituisce titolo a costruire e a esercire l'impianto e, ove necessario, diventa variante allo strumento urbanistico. Il procedimento unico ha durata variabile. Nel dettaglio le tempistiche per il

rilascio dell'AU sono di 15 giorni per i casi più semplici, i quali si applica anche il principio del silenzio-assenso; 30 giorni nel caso di procedimenti più complessi nei quali è necessario convocare la Conferenza dei Servizi; 90 giorni nei casi in cui l'Amministrazione competente debba richiedere modifiche o integrazioni al progetto (sulle quali decide entro 60 giorni dalla loro presentazione). Nel caso di richiesta della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) i tempi dilatano di ulteriori 45 giorni. Nelle casistiche meno complesse entro 90 giorni dall'avvio della procedura, se non incorrono integrazioni e intoppi, la conferenza dovrebbe garantire la conclusione del procedimento unico, ma ogni richiesta, ogni integrazione, ogni valutazione di impatto ambientale, costituisce una sospensione dei 90 giorni.

La competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica è in capo alle Regioni che possono delegare i compiti alle Province.

- **Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA)**- è la procedura introdotta dalla Direttiva 85/337/CEE del Consiglio delle Comunità europee del 27 giugno 1985. La VIA è una procedura che ha lo scopo di individuare, descrivere e valutare, in via preventiva alla realizzazione delle opere, gli effetti sull'ambiente, sulla salute e benessere umano di determinati progetti pubblici o privati, nonché di identificare le misure atte a prevenire, eliminare o rendere minimi gli impatti negativi sull'ambiente, prima che questi si verifichino effettivamente, è quindi utilizzabile per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica. La documentazione trasmessa dal proponente viene acquisita dalla DVA, la cui verifica amministrativa è svolta entro 15 giorni dall'acquisizione dell'istanza. Verificata la completezza dell'istanza e della documentazione allegata, tutta la documentazione trasmessa dal proponente è immediatamente pubblicata nel Portale delle Valutazioni Ambientali. Entro 60 giorni dalla data di pubblicazione dell'avviso al pubblico possono essere presentate le osservazioni alla DVA, la quale riceverà anche i pareri delle Amministrazioni e degli Enti Pubblici. Successivamente possono essere presentate: Controdeduzioni, Richiesta d'Integrazioni, Sospensione, Nuova Pubblicazione e Nuova Consultazione Pubblica.

2. SoW-Scope of Work

Scopo principale del presente *Report* è definire soluzioni agronomiche da integrare con l'impianto solare per il sito ubicato nel Comune di Monreale (PA). Le attività richieste sono relative all'individuazione e alla sperimentazione di soluzioni di utilizzo polivalente del suolo per mitigare l'impatto dei grandi impianti FV e che non influiranno sull'efficienza della produzione energetica.

3. Descrizione del sito

L'area oggetto della presente relazione è censita al N.C.T del Comune di Monreale (PA); più precisamente interessa le particelle 21, 22, 31, 32, 54, 55, 111, 49 e 119 del Foglio 146 e le particelle 56, 194, 195, 196, 280, 154, 282 e 283 del Foglio 147 del Comune di Monreale, per una superficie complessiva di circa 36,46 ha (Figura 1). Le coordinate geografiche delle tre aree sono: 37°54'34.92"N 13°13'44.35"E (Area 1), 37°53'39.11"N 13°12'56.55"E (Area 2) e 37°52'47.66"N 13°12'59.99"E (Area 3). L'altimetria media è di circa 390 m s.l.m..

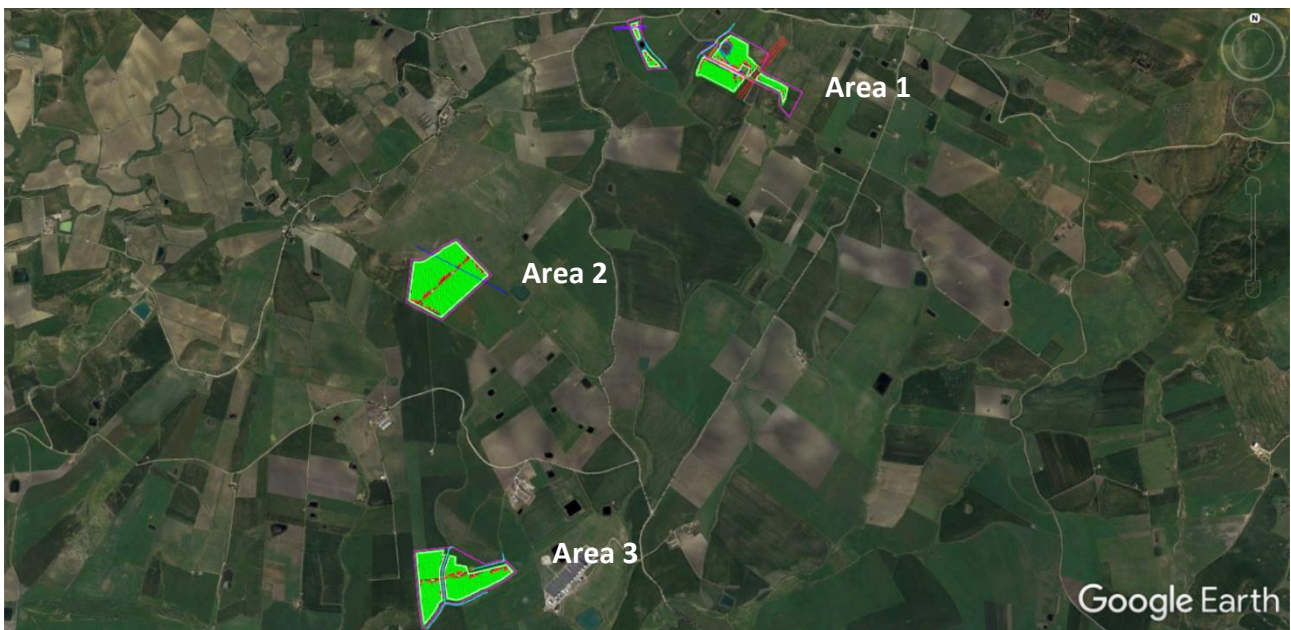


Figura 1. Area individuata dal sito Google Earth con ortofoto della località, Comune di Monreale

4.1 Layout dell'impianto

Di seguito (Figure 2 e 3), vengono individuati il *layout* dell'impianto e l'installazione dei pannelli. L'impianto in questione ha una distanza utile tra le fila di 6,40 m (Figura 3). I pannelli presentano un'altezza da terra di 2,76 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- e una larghezza di 4,84 m (Figura 3).

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 36,46 ettari, la cui potenza complessiva massima sarà pari a 20,5 MW.

La superficie risulta essere così ripartita:

- Superficie Totale Impianto APV: **36,46 ha**
- Superficie Coltivata APV comprensiva di Fascia arborea: **25,73 ha**
- Superficie Pannelli APV: **4,6 ha**
- Tare Interne APV e Fascia arbustiva: **7,58 ha + 1,46 ha.**

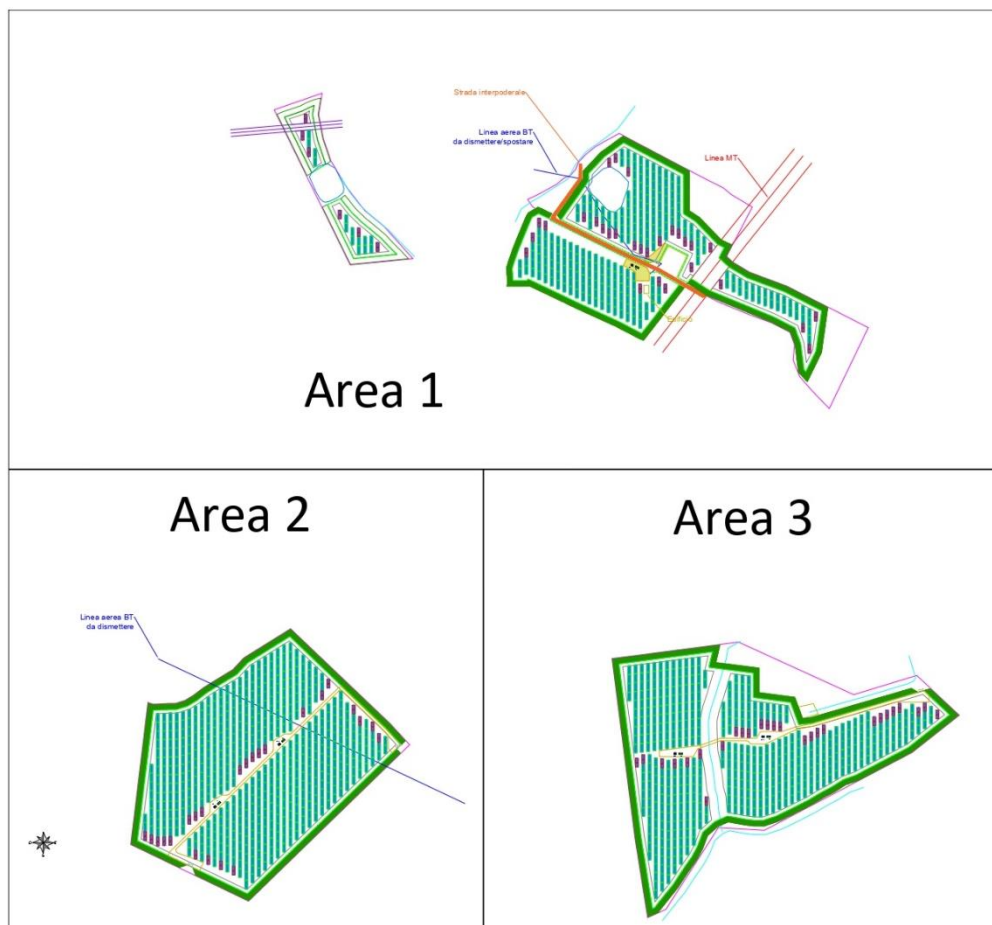


Figura 2. Visualizzazione generale dell'area

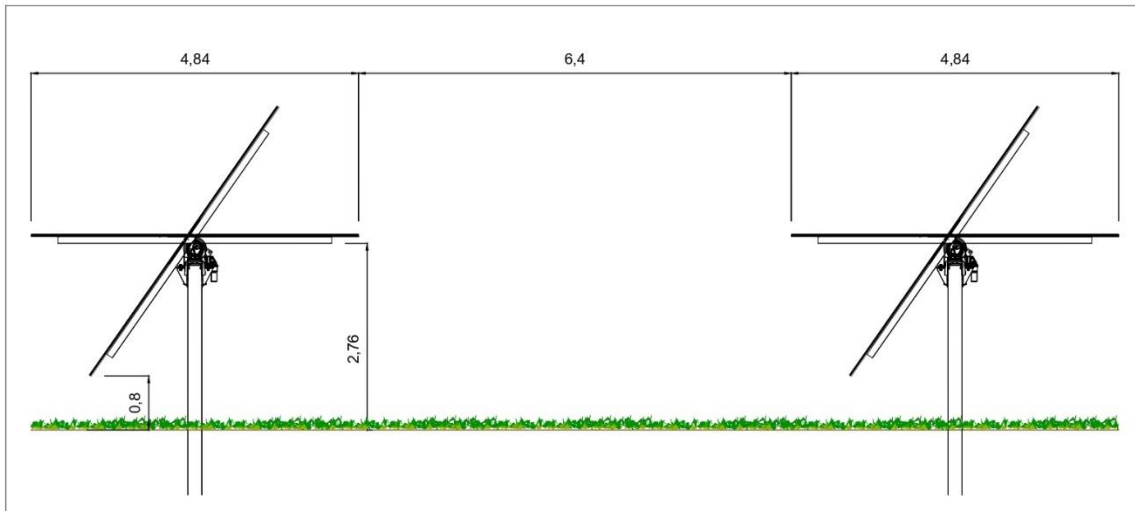


Figura 3. Caratteristiche del pannello

4.2 Effetti microclimatici dell'impianto APV

La presenza dei *trackers* dell'impianto APV determina alcune alterazioni a livello di disponibilità di radiazione, di temperatura e di umidità del suolo, che caratterizzano il microclima delle piante coltivate. L'impatto può essere più o meno incisivo, in funzione delle specifiche esigenze delle specie prese in considerazione per l'impianto.

- La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, regola il processo di fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la loro produttività.

In generale, la presenza di un *tracker* tende a ridurre la percentuale di radiazione diretta, con intensità variabile in funzione della distanza dal pannello, del momento del giorno e del periodo dell'anno, e tende ad aumentare la quantità di radiazione diffusa. Tuttavia, la moderna tipologia di *trackers* ad inseguimento mono-assiale e l'ampia distanza tra questi, consentono alle piante coltivate di sfruttare sia la radiazione riflessa che quella diffusa dai pannelli stessi.

- La temperatura dell'aria, essendo in stretta correlazione con la radiazione solare, tende a variare nell'area sottostante l'impianto andando a ridursi anche di 3-4 °C e aumentando la propria umidità.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme che necessitano di temperature mediamente più

elevate. A causa degli impatti agricoli dovuti ai cambiamenti climatici, oggi, si tende ad ombreggiare le colture con siepi, alberature e reti ombreggianti, per cercare di mitigare fenomeni di stress termici, scottature e carenze idriche. A tal fine l'impianto agrivoltaico potrebbe rappresentare un servizio analogo. Così come le piante microterme trarrebbero certamente vantaggio dalla condizione di ombreggiamento parziale, anche le macroterme ne sarebbero avvantaggiate per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione. Inoltre, il parziale ombreggiamento dell'impianto andrebbe a influire anche sulla temperatura del suolo che nel periodo estivo tenderebbe a diminuire e nel periodo invernale, grazie al riflesso delle radiazioni emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno e trattenute dai pannelli, tenderebbe ad aumentare.

- L'evapotraspirazione definisce la quantità d'acqua che effettivamente evapora dalla superficie del terreno e traspira attraverso gli apparati fogliari delle piante, in determinate condizioni di temperatura. La condizione di ombreggiamento, intervenendo sulla radiazione solare, sulla temperatura dell'aria e infine, sulla temperatura del suolo, tende a ridurre la traspirazione fogliare e, in maggior misura, l'evapotraspirazione del terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo con conseguente riduzione degli apporti idrici necessari.

4.3 Caratterizzazione del suolo

L'area interessata dall'intervento, situata nella Provincia di Palermo, ospita terreni costituiti da litotipi argillosi e sabbiosi. I versanti costituiti da terreni di natura argillosa, ampiamente diffusi nella zona, rientrano in una dinamica evolutiva caratterizzata, dove le pendenze risultano più accentuate, da localizzati e circoscritti fenomeni di dissesto, erosione di sponda ed erosione per dilavamento diffuso ad opera delle acque meteoriche.

4.4 Aspetti climatici

Esistono diversi dati climatici per comprendere il sito in cui verranno implementate le colture. Questi dati influenzano la scelta finale della coltura. La temperatura è il fattore principale da tenere a mente. Il sito ricade in un'area a clima tipicamente meso-mediterraneo con inverni miti e poco piovosi ed estati calde ed asciutte. Le temperature minime invernali raramente scendono sotto i 10 °C, mentre le temperature massime estive oscillano tra i 28 °C e i 35 °C. La precipitazione media

annua è di 532,3 mm, con concentrazioni maggiori nel mese di dicembre (media mensile 74 mm). Legando la temperatura alle colture è importante osservare il termoperiodismo, cioè la risposta delle piante alle fluttuazioni del livello termico, alle variazioni di temperatura giornaliere o stagionali. Nei Grafici 1 e 2 vengono riportati rispettivamente gli indici medi di temperatura nel periodo 1964-2022 e gli indici medi di precipitazione nel periodo 1964-2022.

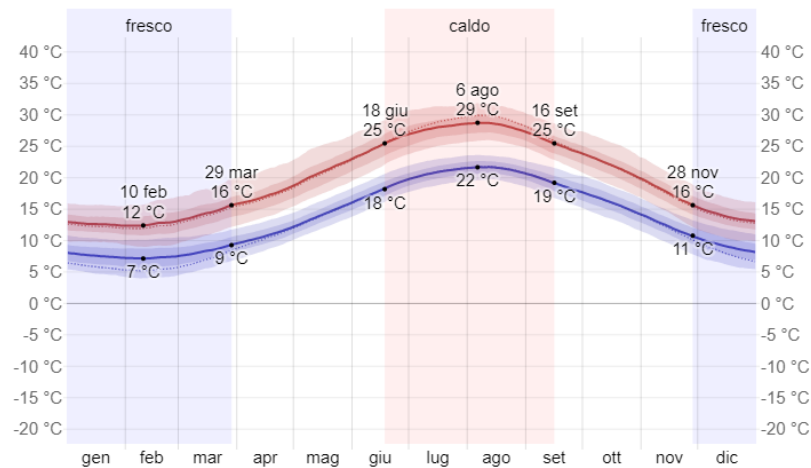


Grafico 1. Dati termici medi giornalieri riferiti al periodo 1964-2022. Fonte: stazione meteo “Aeroporto di Palermo Falcone e Borsellino”. Le linee rosse rappresentano la temperatura massima giornaliera media, quelle blu rappresentano la minima giornaliera media.

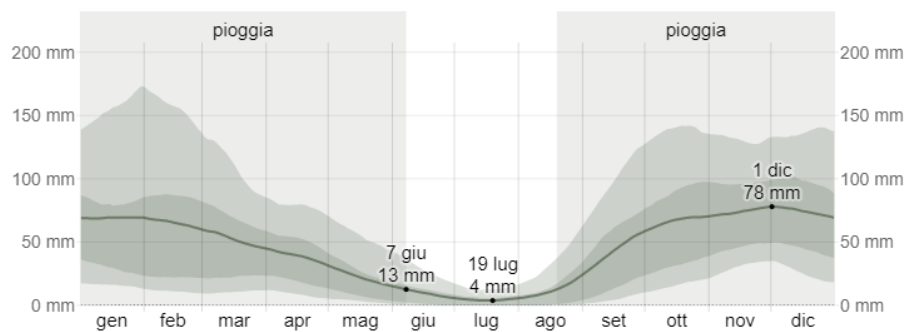


Grafico 2. Dati pluviometrici medi giornalieri riferiti al periodo 1964-2022. Fonte: stazione meteo “Aeroporto di Palermo Falcone e Borsellino”.

5. Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrivoltaico nel sito del Comune di Monreale (PA), è vincolata dalle seguenti limitazioni:

1. caratteristiche pedo-climatiche del sito;
2. larghezza delle fasce coltivabili tra i pannelli;
3. altezza dei pannelli da terra.

Il secondo vincolo produce due effetti negativi: 1) limita fortemente la possibilità di meccanizzare le colture, orientando la scelta verso specie che richiedono pochi interventi di gestione e con piccoli macchinari; 2) durante le ore più calde potrebbero verificarsi fenomeni di ombreggiamento, i quali non si ritiene possano causare problematiche a livello fisiologico della pianta.

Il terzo vincolo è forse il più limitante, perché restringe la scelta a quelle specie e/o varietà che hanno un *habitus* adatto alla coltivazione al disotto dei moduli, con altezze non superiori ai 50-90 cm. In modo da non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici e di meccanizzazione per l'impianto.

5.1 Rotazioni

In base a questi dati, si è deciso quindi di puntare in primo luogo su colture che avessero un *habitus* adatto alla tipologia d'impianto APV. Successivamente, tra queste, si è scelto un *set* di colture che fosse adatto alla coltivazione nell'areale del sito d'impianto. La scelta, quindi, è ricaduta principalmente su piante erbacee annuali e autoctone della flora italiana.

Le colture scelte sono state ideate in un sistema di rotazione annuale per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.

Nel dettaglio, si può considerare un ciclo (Ciclo I) con tre colture annuali poste in avvicendamento tra loro.

In base a questi dati, si è deciso quindi di puntare in primo luogo su colture che avessero un *habitus* adatto alla tipologia d'impianto APV. Successivamente, tra queste, si è scelto un *set* di colture che fosse adatto alla coltivazione nell'areale del sito d'impianto e che avesse uno stretto legame con il territorio. La scelta, quindi, è ricaduta principalmente su piante da reddito annuali già coltivate in zona quali, *Cicer arietinum*, *Lens culinaris* e *Hordeum vulgare*.

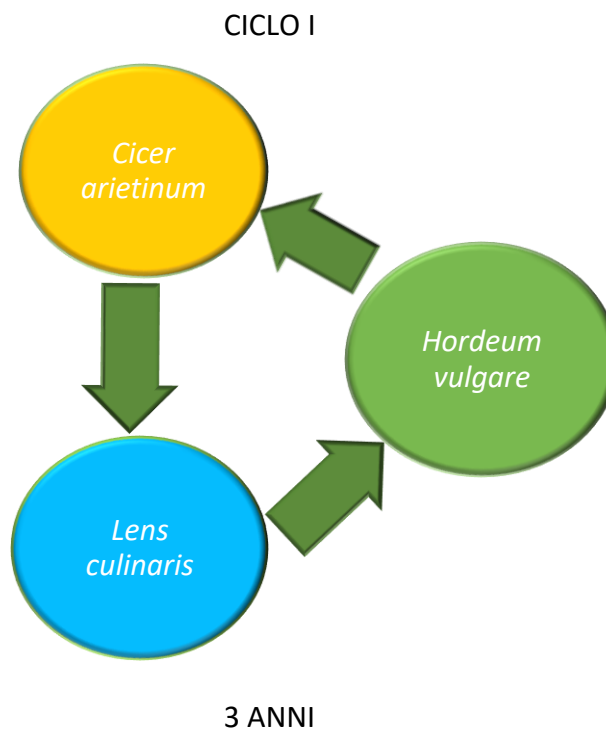
In particolare, la scelta del cece è stata determinata dalla produzione tradizionale della Sicilia che è rinomata per varietà quali Sultano e Pascià.

Le colture scelte sono state ideate in un sistema di rotazione per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.



Nel dettaglio, si può considerare un unico ciclo (Ciclo I) con tre colture annuali poste in avvicendamento tra loro:



- **Ciclo I:** 3 anni con *Cicer arietinum*, *Lens culinaris*, e *Hordeum vulgare*.



Tutti e tre gli impianti hanno durata annuale. Il *Cicer arietinum* e il *Lens culinaris* oltre ad avere grande valenza alimentare, essendo delle leguminose potranno intervenire positivamente sulla fertilità del suolo grazie alla loro simbiosi radicale con batteri azotofissatori. L'*Hordeum vulgare*, invece, verrà coltivato per la produzione di granella a fini zootecnici. Al termine del primo anno la coltura di cece verrà avvicendata con l'orzo e quest'ultimo con la lenticchia.



Nelle tabelle seguenti sono elencate le possibili soluzioni e alcuni aspetti agronomici.


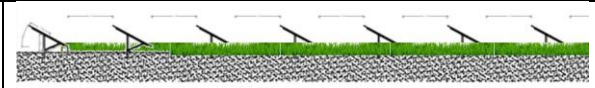



Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Cicer arietinum Resa: 3 t/ha</p> 	<p>Il cece è una pianta erbacea annuale, con altezza compresa tra i 40-60 cm, a seconda delle cultivar.</p>	<p>Il cece viene seminato all'uscita dell'inverno da febbraio a marzo, a file distanti 0,35-0,40 m, con una densità di circa 25-30 piante/mq. La semina può avvenire con seminatrici da frumento o con seminatrici di precisione, ad una profondità di 50-70 mm. Il terreno destinato al cece deve essere lavorato profondamente.</p>	<p>Il cece è una pianta rustica, adatta al clima caldo-arido che resiste bene alla siccità. Durante il suo ciclo necessita solo di una concimazione di 40-60 kg/ha di fosforo poiché il fabbisogno di azoto viene soddisfatto dalla simbiosi con i batteri azotofissatori.</p>	<p>Le irrigazioni risultano essere superflue.</p>	<p>La raccolta del cece, verso giugno-luglio, può avvenire a mano o per mezzo di una mietitrebbiatrice</p>

Soluzioni	Adattabilità con il sistema fotovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Lens culinaris Resa: 1,2-1,8 t/ha granella secca</p> 	<p>La lenticchia è una pianta erbacea annuale, ramificata che può raggiungere i 40 cm di altezza.</p>	<p>La semina generalmente viene effettuata in autunno-inverno, con un investimento ad ettaro che va da 60-80 kg per le lenticchie a seme piccolo e 120-160 kg per quelle a seme grosso, con una distanza intrafilare di 1-2 cm.</p>	<p>La lenticchia manifesta grande adattabilità, ad esclusione di terreni altamente fertili, eccessivamente umidi, salini o calcarei e inoltre, grazie alla brevità del ciclo e alle semine autunno-invernali, sfugge bene alla siccità. Essendo una leguminosa, non necessita di concimazioni azotate, ma sarà necessaria solo una concimazione di fondo con 100-150 kg/ha di perfosfato triplo.</p>	<p>Le irrigazioni risultano essere superflue.</p>	<p>La raccolta della lenticchia può avvenire per mezzo di mietitrebbia da grano con "pick-up" dopo falci-andanatura ed essiccazione.</p>

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p><i>Hordeum vulgare</i> Resa: 4-5 t/ha</p> 	L'orzo è una pianta erbacea annuale, con altezza compresa tra i 60-120 cm, a seconda delle cultivar.	Nell'Italia settentrionale la semina si può effettuare in autunno solo con varietà provatamente resistenti al freddo, altrimenti viene effettuata all'uscita dell'inverno (marzo). Nell'Italia centrale e meridionale è più usuale la semina autunnale. La dose di seme è di circa 100-150 kg/ha ad una profondità di 4-5 cm.	<p>L'orzo risulta essere molto rustico, ma predilige terreni magri, sciolti, marginali, purchè ben drenati. È molto resistente alla salinità, ma tollera di meno il freddo.</p> <p>La quantità di azoto da somministrare dipende dalla produzione che si prevede di raggiungere.</p> <p>Nelle aree a clima mite con primavere siccitose la maggior quantità di azoto va distribuita in inverno, mentre al nord è consigliabile intervenire alla ripresa vegetativa e ad inizio levata. La quantità di azoto va ridotta quando la coltura è destinata alla produzione di malto. La concimazione fosfopotassica è da effettuarsi in presemina.</p>	Le irrigazioni risultano essere superflue.	La raccolta si effettua in fase di maturazione con umidità della granella inferiore al 14%. La raccolta avviene per mezzo di una mietitrebbia.

6. Sperimentazione

6.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

	<p><i>Cicer arietinum</i> L.</p>	
<p>Descrizione botanica</p>	<p>Ordine: Fabales Famiglia: Fabaceae Genere: <i>Cicer</i> Specie: <i>C. arietinum</i></p>	
<p>Il cece è una pianta erbacea annuale con portamento eretto. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è ramificato, profondo fino a 1,20 m. Gli steli sono ramificati, eretti o semiprostrati, lunghi da 0,40 a 0,60 m. Le foglie sono composte, imparipennate, con 6-7 paia di foglioline ellittiche denticolate sui bordi. I fiori sono generalmente bianchi, per lo più solitari. Il seme è rotondeggiante liscio o rugoso. È un'entità archeofita casuale, con distribuzione altitudinale da 0 a 1.000 m s.l.m..</p>		
<p>Finalità della produzione</p>	<p>Alimentare</p>	
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. Il <i>Cicer arietinum</i> è una pianta importante dal punto di vista alimentare ed è una leguminosa azotofissatrice, quindi, viene utilizzata anche come coltura da rinnovo. In conclusione, oltre la produzione di granella per l'alimentazione umana, risulta essere importante anche per il risanamento del suolo.</p>		
<p>Meccanizzazione</p>		
<p>L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		
<p>Il cece risulta essere una coltura importante per l'alimentazione umana. Le cultivar adatte a questo tipo d'impianto risultano essere quelle con altezza sotto il metro.</p>		



Lens culinaris M.

<p>Descrizione botanica</p>	<p>Ordine: Fabales Famiglia: Fabaceae Genere: <i>Lens</i> Specie: <i>L. culinaris</i></p>
<p>La lenticchia è una pianta erbacea annuale, ramificata. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è fittonante, con profondità massima di 0,35-0,40 m. Gli steli sono ramificati, eretti o semiprostrati, lunghi da 0,40 a 0,60 m. Le foglie sono alterne, pennate, composte da 1 fino a 8 paia di foglioline, terminanti con un cirro semplice. I fiori sono piccoli, bianchi o con venature rosate o celesti, portati in numero da 1 a 4 su infiorescenze ascellari. Il frutto è un legume oblungho-rombico, compresso, deiscete con 1-3 semi subrotondi, biconvessi, lenticolari, di diametro di circa 4-4,5 mm. È un'entità archeofita, con distribuzione altitudinale da 0 a 1.000 m s.l.m..</p>	
<p>Finalità della produzione</p>	<p>Alimentare</p>
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. <i>Lens culinaris</i> è una pianta importante dal punto di vista alimentare ed è una leguminosa azotofissatrice, quindi, viene utilizzata anche come coltura da rinnovo. In conclusione, oltre la produzione di granella per l'alimentazione umana, risulta essere importante anche per il risanamento del suolo.</p>	
<p>Meccanizzazione</p>	
<p>L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>	
<p>La lenticchia risulta essere una coltura importante per l'alimentazione umana. Le cultivar adatte a questo tipo d'impianto risultano essere quelle con altezza sotto il metro.</p>	



Hordeum vulgare L.

Descrizione botanica	Ordine: Poales Famiglia: Poaceae Genere: <i>Hordeum</i> Specie: <i>H. vulgare</i>
<p>L'orzo è una pianta erbacea annuale, comprendente <i>cultivar</i> primaverili e <i>cultivar</i> autunnali. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse allungato, spesso privo di foglie.</p> <p>L'apparato radicale è di tipo fascicolato profondo. Il fusto è un culmo cilindrico, suddiviso in 5-8 internodi cavi, separati da setti trasversali ai nodi. Le foglie, disposte in modo alterno sul culmo, prendono origine dai nodi e sono costituite da guaina (avvolgente il culmo), lamina, ligula poco appariscente ed auricole più lunghe rispetto ad altre cerealicole. L'infiorescenza è una spiga apicale che presenta, a ogni nodo del rachide, tre spighe uniflore i cui fiori, nelle varietà distiche, non sono tutti fertili. Il fiore, ermafrodita, è formato da tre stami e due stimmi pelosi. L'impollinazione è anemofila. Il frutto è una cariosside ricoperta dagli involucri seminali il cui colore prevalente è giallognolo. È una archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 1.600 m s.l.m..</p>	
Finalità della produzione	Alimentare animale
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale e per la sua valenza zootecnica.</p>	
Meccanizzazione	
<p>L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo.</p> <p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere un mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p>	
<p>L'orzo risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore zootecnico. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.</p>	

7. Design sperimentale

7.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nelle parcelle possono essere utilizzate specie con limitata crescita verticale quali: cece, lenticchia e orzo (Figura 4).

Le specifiche dei singoli sestri d'impianto sono riportate nelle Figure 4 e 8.

- **Cece:** durata impianto 1 anno;
- **Lenticchia:** durata impianto 1 anno;
- **Orzo:** durata impianto 1 anno.

Gli impianti di cece, lenticchia e orzo saranno stabili per 1 anno. Dopo il primo ciclo colturale, quindi alla fine del primo anno, verrà predisposto l'**avvicendamento** tra le **tre colture** (Figure 5, 6 e 7). Inoltre, per tutta la durata dell'impianto APV, la fascia vegetazionale che circonda l'impianto sarà occupata da un'oliveto che contribuirà al reddito dell'agricolo.

In Figura 8 viene riportato un prospetto frontale delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto agrivoltaico. Come è possibile desumere dall'immagine, dati i sestri e le altezze dei *trackers*, è consentita una meccanizzazione agevole delle varie operazioni colturali. In Figura 9 viene rappresentato il raggio di sterzata del macchinario con dimensioni maggiori. La Figura 9 mostra come, nonostante il macchinario abbia una larghezza di taglio di 4,60 m, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'APV.

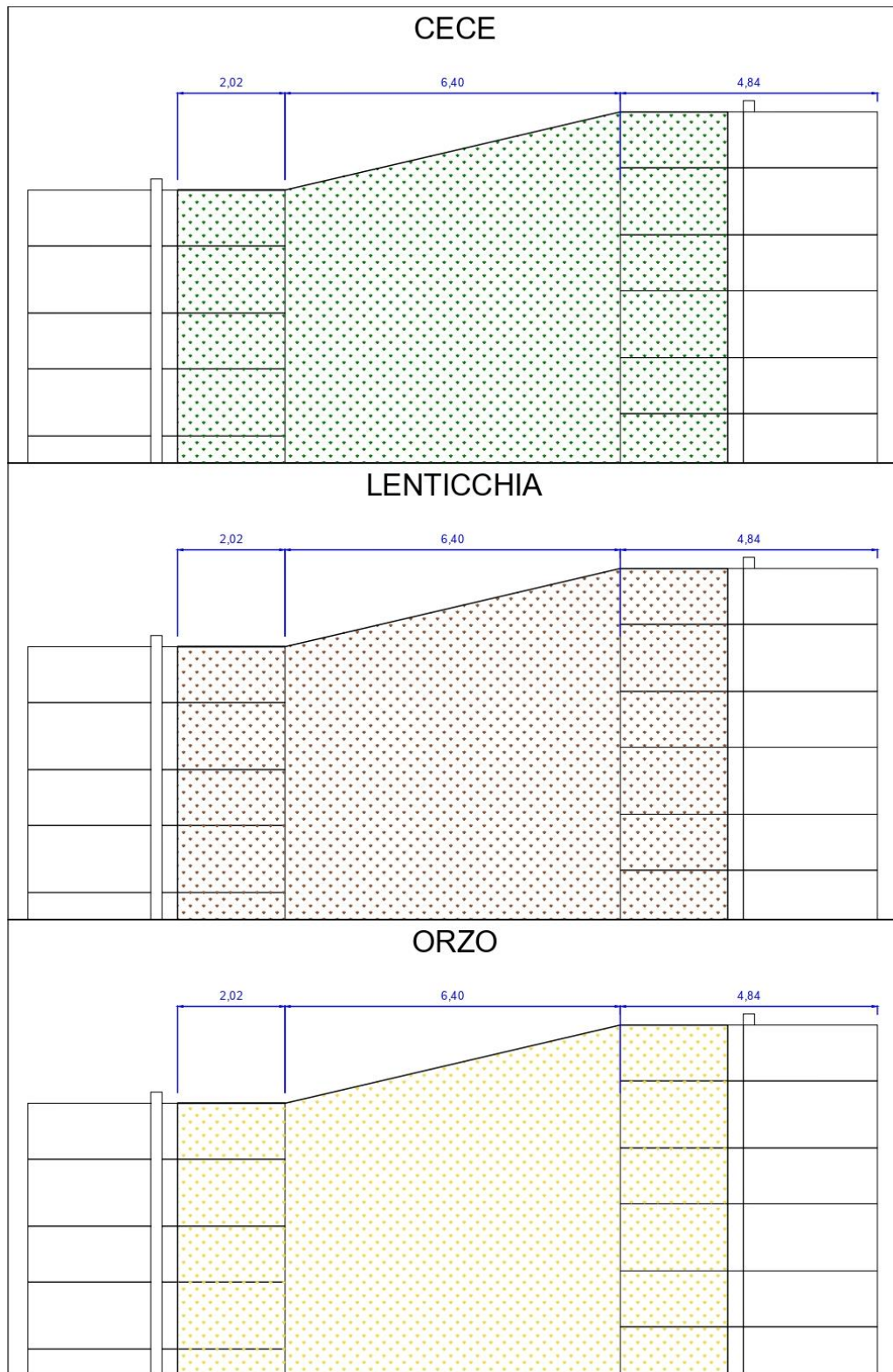


Figura 4. Rappresentazione degli impianti delle colture di cece, lenticchia e orzo

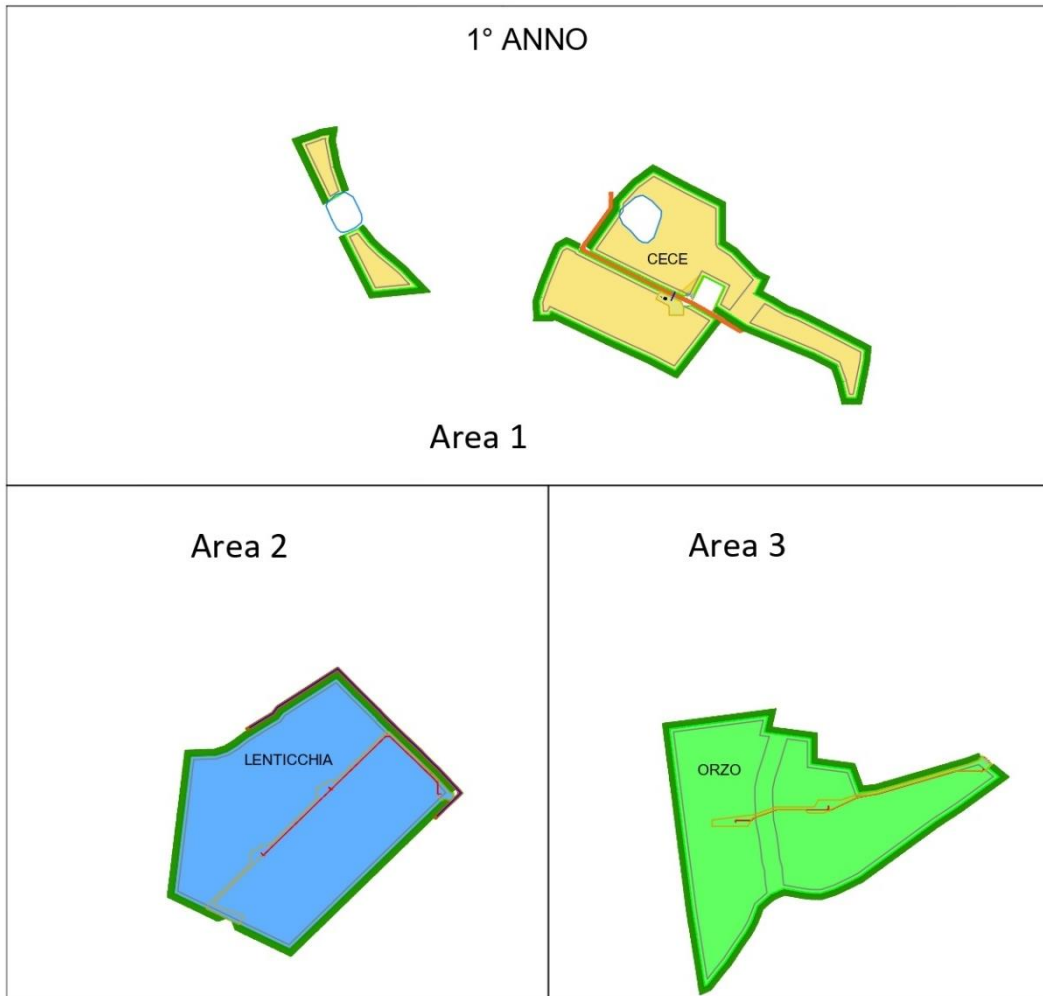


Figura 5. Rappresentazione dell'impianto al primo anno

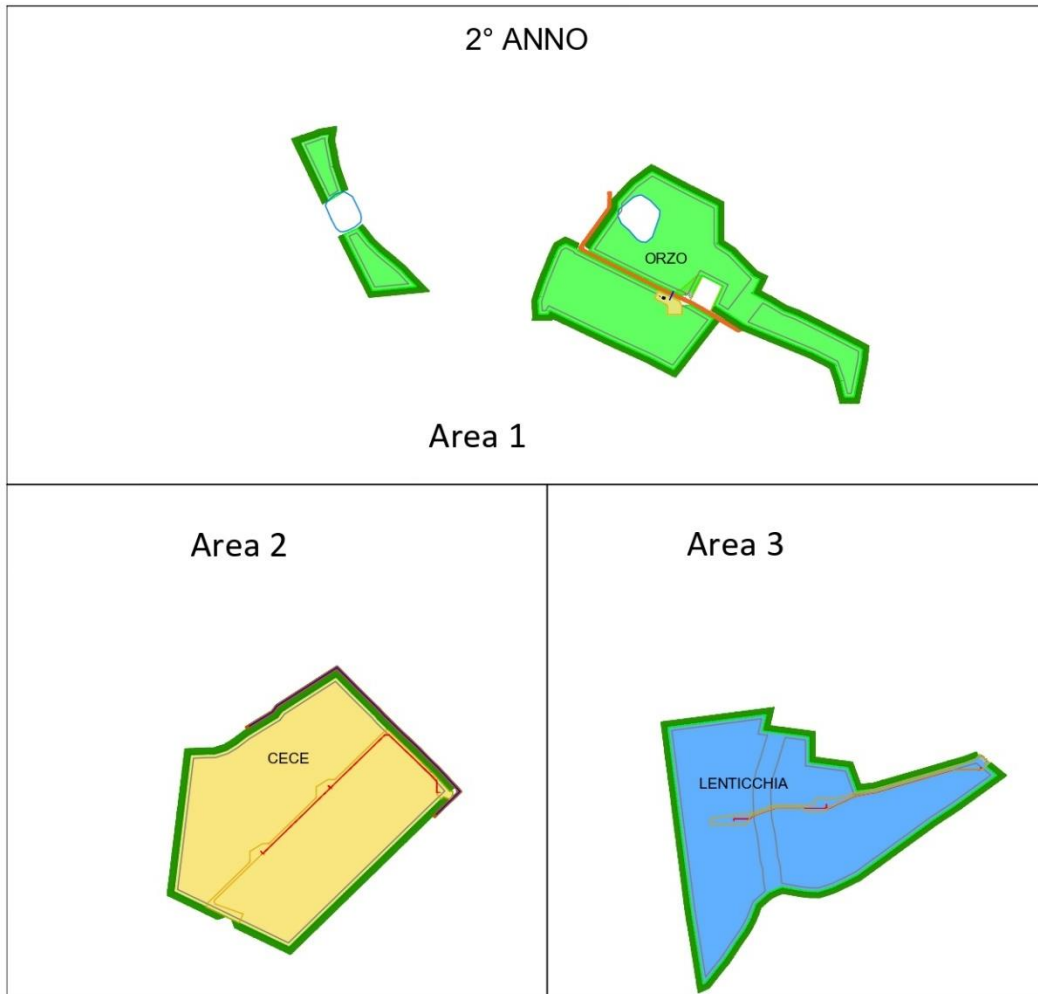


Figura 6. Rappresentazione dell'impianto al secondo anno

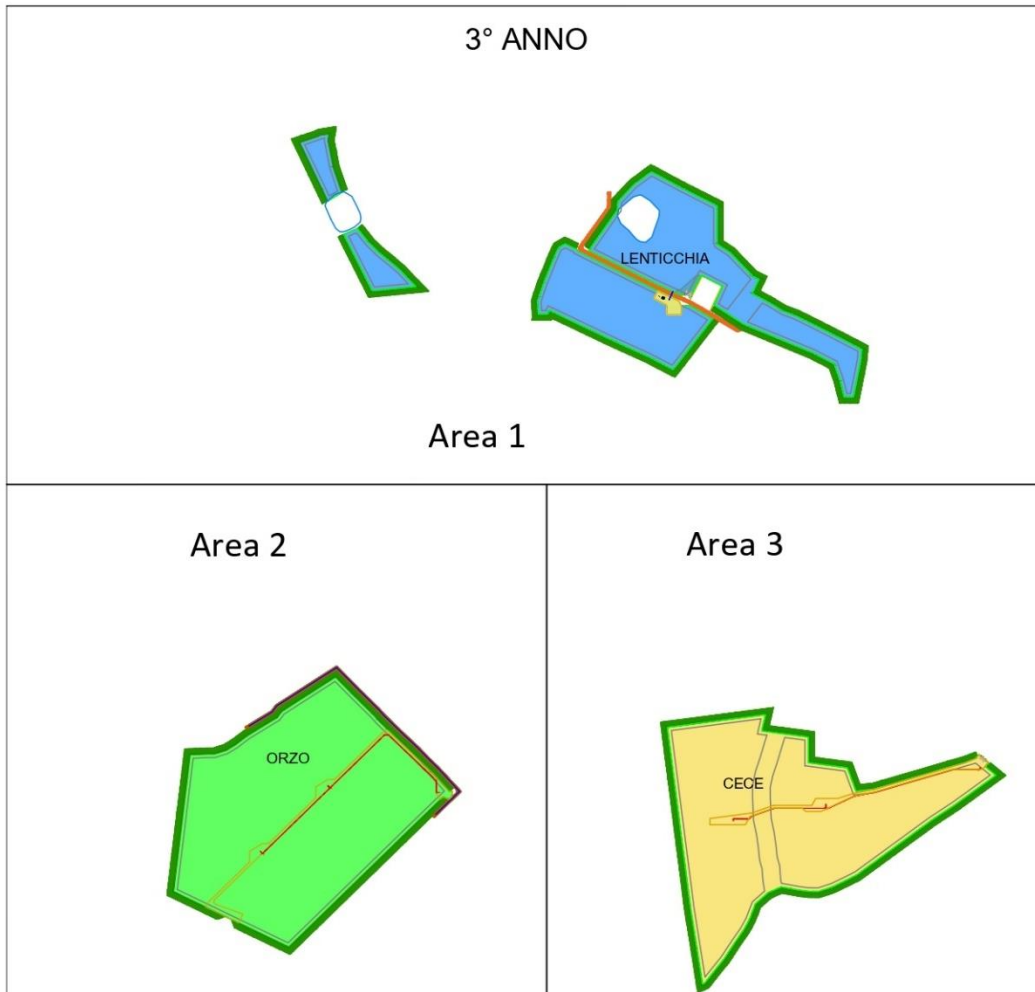


Figura 7. Rappresentazione dell'impianto al terzo anno

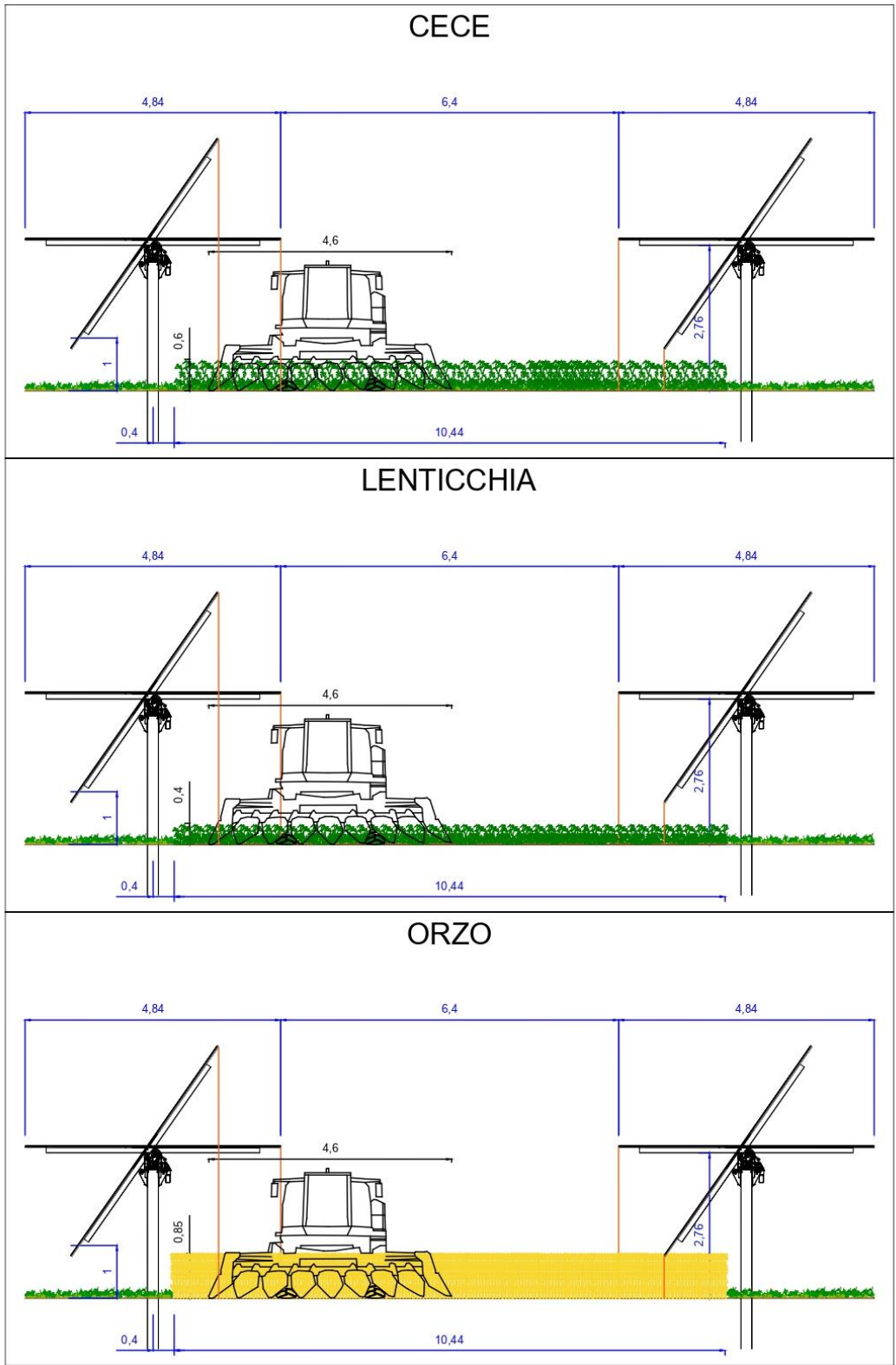


Figura 8. Rappresentazione del prospetto frontale delle colture

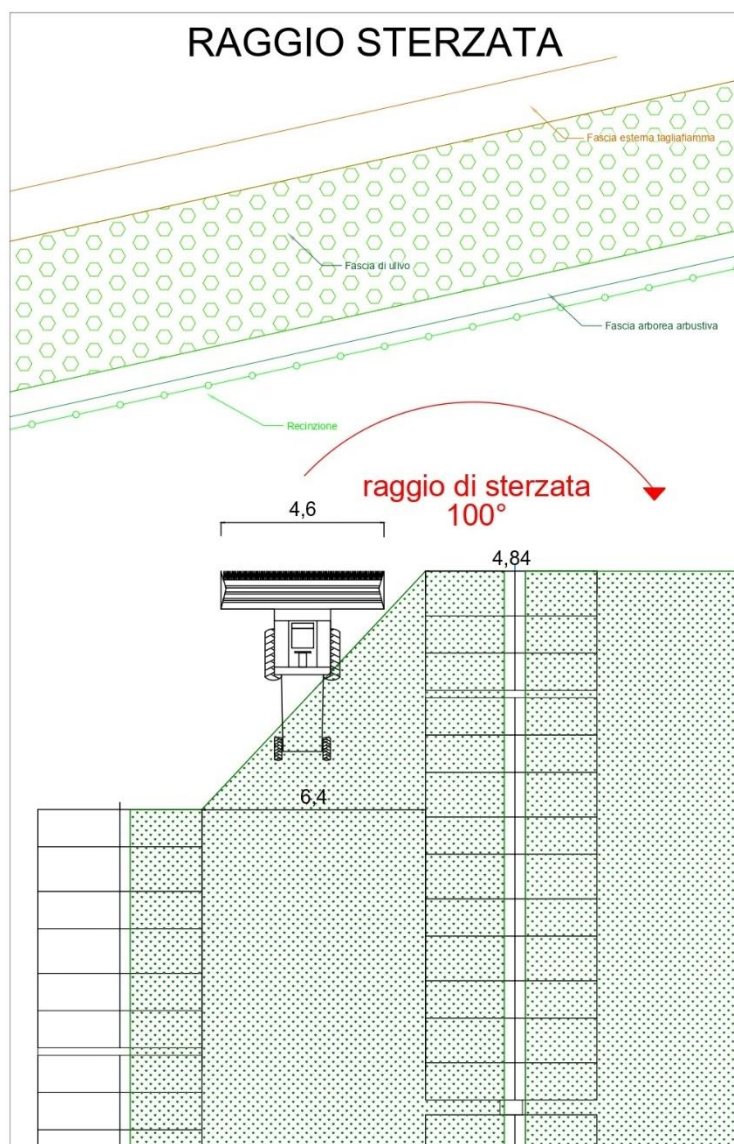


Figura 9. Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario di maggiori dimensioni

7.2 Progettazione delle soluzioni irrigue

Per quanto riguarda il sistema di irrigazione, visto il basso fabbisogno idrico delle specie prese in considerazione e, visto l'apporto idrico dato dalle precipitazioni della zona, esso risulta essere secondario. Tuttavia, dati i recenti eventi estremi sempre più frequenti dovuti ai cambiamenti climatici, si è comunque preso in considerazione un sistema d'irrigazione di soccorso mediante irrigatori per aspersione (Figura 10).

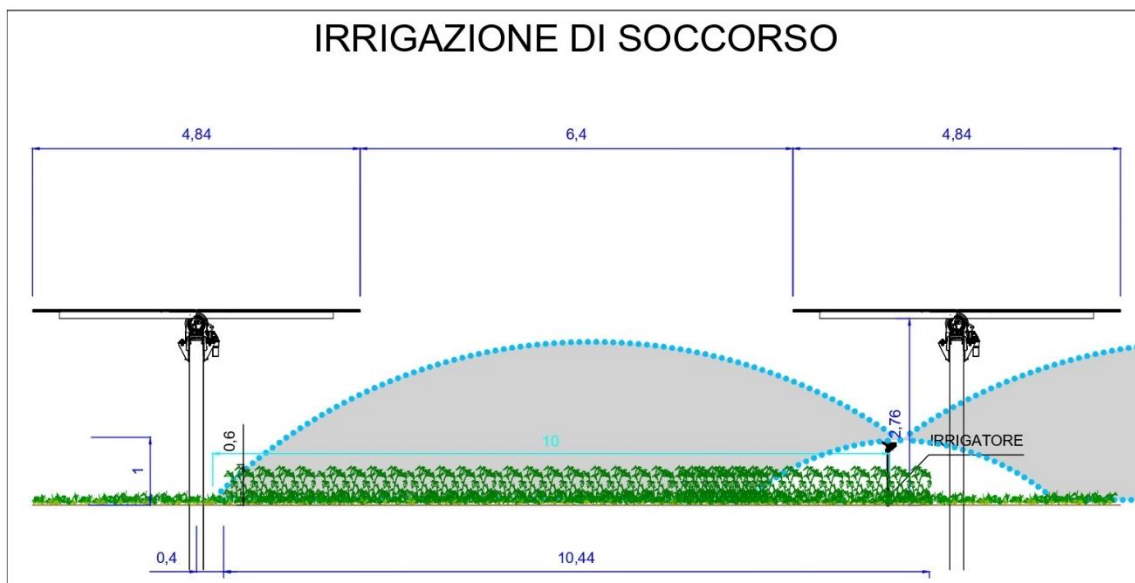


Figura 10. Rappresentazione del sistema d'irrigazione di soccorso

7.3 Gestione delle attività e manutenzione

1. Mantenimento di terreni a vocazione agricola.
2. Integrazione del reddito agricolo.
3. Eventi divulgativi e disponibilità per gli Istituti di istruzione scolastica di diverso ordine e grado.
4. Acquisto di attrezzature e macchinari in base alla coltura.
5. Monitoraggio mensile della coltura a supporto del sistema decisionale ai fini di una corretta gestione colturale.

8. Monitoraggio della sperimentazione

8.1 In situ

- Consumo d'acqua
- Consumo energetico per unità di prodotto (applicazione LCA)
- Misurazione dell'albedo
- Valutazione dell'ombreggiatura
- Misurazione Evapotraspirazione, Umidità del terreno, Temperatura, Anemometria ed Incremento S.O.

Tali misurazioni verranno eseguite sia mediante valutazioni di campo sia mediante l'installazione di apposite centraline munite della sensoristica necessaria. Tali misurazioni verranno condotte sia al di sotto dei pannelli sia in pieno campo.

8.2 Risultati attesi

- Possibile applicazione della certificazione biologica delle produzioni.
- Tutela colture floristiche e risorse autoctone e/o endemiche, con particolare attenzione all'individuazione degli ecotipi locali che possono costituire in termini di adattamenti morfo-funzionali e presenza di principi attivi, risorsa di grande interesse agronomico, vivaistico e nutraceutico.
- Conservazione di un patrimonio culturale comprendente la storia, i costumi, le tradizioni che costituiscono un insieme di risorse.
- Gestione e manutenzione della riduzione dei costi.
- Valorizzazione economica della superficie libera.
- Maggiore integrazione nel territorio.
- Aumento dei posti di lavoro.
- Diversificazione dei prodotti agricoli.
- Modernizzazione delle metodologie e delle tecnologie.
- Sviluppo sostenibile.
- Basso impatto ambientale.
- Opportunità economica sul territorio.

9. Computo metrico

9.1 Analisi di costi e ricavi dell'attività agronomica

Per ogni operazione di ciascun impianto colturale, è stato analizzato il costo totale ad ettaro, quindi la superficie effettiva ad ettaro utilizzata, escludendo l'impianto APV, e il totale dei costi ad anno. Stessa analisi è stata condotta per il conteggio dei ricavi.

Infine, costi e ricavi sono stati rapportati per ottenere il *business plan* completo di ciascuna attività rapportato al numero di ettari coltivati. I costi e i prezzi di vendita dei prodotti sono stati calcolati in base ai prezzi medi della zona di interesse.

Per quanto concerne i costi riguardanti l'acquisto delle sementi e talee, questi verranno sostenuti dall'azienda progettista.

Avendo a disposizione tre aree distinte per posizione e superficie, si andrà a riportare di seguito l'alternanza delle tre colture nei diversi anni e appezzamenti.

AREA											
1°ANNO		2°ANNO		3°ANNO		4°ANNO		5°ANNO		6°ANNO	
SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA
0,32	CECE	0,32	ORZO	0,32	LENTICCHIA	0,32	CECE	0,32	ORZO	0,32	LENTICCHIA
4,48	CECE	4,48	ORZO	4,48	LENTICCHIA	4,48	CECE	4,48	ORZO	4,48153	LENTICCHIA
9,68	LENTICCHIA	9,68	CECE	9,68	ORZO	9,68	LENTICCHIA	9,68	CECE	9,68441	ORZO
7,55	ORZO	7,55	LENTICCHIA	7,55	CECE	7,55	ORZO	7,55	LENTICCHIA	7,54519	CECE

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e pluriennale del *Cicer arietinum*.

CECE		COSTI					
		1°ANNO		2° ANNO		3° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	80,00 €	4,80	384 €	9,68	775 €	7,55	604 €
ARATURA	150,00 €	4,80	720 €	9,68	1.453 €	7,55	1.132 €
ERPICATURA	80,00 €	4,80	768 €	9,68	775 €	7,55	604 €
ACQUISTO SEME	-	4,80	-	9,68	-	7,55	-
SEMINA	80,00 €	4,80	384 €	9,68	775 €	7,55	604 €
RACCOLTA	150,00 €	4,80	720 €	9,68	1.453 €	7,55	1.132 €
TOTALE			2.978 €		5.230 €		4.074 €

CECE		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
LEGUME	4,80	7	0,90 €	6.484 €
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
	9,68	15	0,90 €	13.074 €
	3° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
7,55	11	0,90 €	10.186 €	

BUSINESS PLAN-CECE			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	2.978 €	6.484 €	3.506 €
2°	5.230 €	13.074 €	7.844 €
3°	4.074 €	10.186 €	6.112 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e pluriennale del *Lens culinaris*.

LENTICCHIA		COSTI					
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	80,00 €	9,68	775 €	7,55	604 €	4,80	384 €
ARATURA	150,00 €	9,68	1.453 €	7,55	1.132 €	4,80	720 €
ERPICATURA	80,00 €	9,68	1.550 €	7,55	604 €	4,80	384 €
ACQUISTO SEME	-	9,68	-	7,55	-	4,80	-
SEMINA	80,00 €	9,68	775 €	7,55	604 €	4,80	384 €
RACCOLTA	150,00 €	9,68	1.453 €	7,55	1.132 €	4,80	720 €
TOTALE			6.004 €		4.074 €		2.594 €

LENTICCHIA		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
LEGUME	9,68	15	1,10 €	15.979 €
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
	7,55	11	1,10 €	12.450 €
	3° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
4,80	7	1,10 €	7.925 €	

BUSINESS PLAN-LENTICCHIA			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	6.004 €	15.979 €	9.975 €
2°	4.074 €	12.450 €	8.375 €
3°	2.594 €	7.925 €	5.331 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annuale dell'*Hordeum vulgare*.

ORZO		COSTI					
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	80,00 €	7,55	604 €	4,80	384 €	9,68	775 €
ARATURA	150,00 €	7,55	1.132 €	4,80	720 €	9,68	1.453 €
ERPICATURA	80,00 €	7,55	1.207 €	4,80	384 €	9,68	775 €
ACQUISTO SEME	-	7,55	-	4,80	-	9,68	-
SEMINA	80,00 €	7,55	604 €	4,80	384 €	9,68	775 €
CONCIMAZIONE	40,00 €	7,55	302 €	4,80	192 €	9,68	387 €
RACCOLTA	150,00 €	7,55	1.132 €	4,80	720 €	9,68	1.453 €
TOTALE			4.980 €		2.786 €		5.617 €

ORZO		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
CEREALE	7,55	23	0,40 €	9.054 €
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
	4,80	14	0,40 €	5.763 €
	3° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
	9,68	29	0,40 €	11.621 €

BUSINESS PLAN-ORZO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	4.980 €	9.054 €	4.074 €
2°	2.786 €	5.763 €	2.978 €
3°	5.617 €	11.621 €	6.004 €

Per quanto riguarda le attrezzature e i macchinari proposti nel progetto, non ne è previsto l'acquisto, quindi ci si avvarrà di contoterzismo.

Di seguito si riportano i dati relativi ai costi, ricavi e ricavi netti ripartiti per la durata utile dell'impianto (35 anni).

Considerando una durata utile dell'impianto di 35 anni, complessivamente si avrà un beneficio netto totale di **634.760,82 €**. Ciò sta a dimostrare che il progetto APV, oltre ad un beneficio economico derivante dalla produzione di energia, riesce a fornire un discreto introito derivante dall'attività agricola.

ANNO	BP	CECE	LENTICCHIA	ORZO	OLIVO	Δ TOTALE
1°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	22.046 €	36.008 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	-	31.517 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	-22.046 €	-4.491 €
2°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	7.928 €	20.017 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	-	31.287 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	-7.928 €	11.270 €
3°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	7.928 €	20.212 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	-	29.732 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	-7.928 €	9.520 €
4°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	7.928 €	21.889 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	-	31.517 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	-7.928 €	9.628 €
5°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	7.928 €	20.017 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	-	31.287 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	-7.928 €	11.270 €
6°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	7.928 €	20.212 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	-	29.732 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	-7.928 €	9.520 €
7°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
8°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
9°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
10°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
11°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
12°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
13°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
14°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
15°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
16°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €

ANNO	BP	CECE	LENTICCHIA	ORZO	OLIVO	Δ TOTALE
17°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
18°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
19°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
20°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
21°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
22°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
23°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
24°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
25°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
26°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
27°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
28°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
29°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
30°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
31°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
32°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
33°	COSTI	4.074 €	2.594 €	5.617 €	15.478 €	27.762 €
	PLV	10.186 €	7.925 €	11.621 €	17.667 €	47.399 €
	RICAVI NETTI	6.112 €	5.331 €	6.004 €	2.190 €	19.637 €
34°	COSTI	2.978 €	6.004 €	4.980 €	15.478 €	29.439 €
	PLV	6.484 €	15.979 €	9.054 €	17.667 €	49.184 €
	RICAVI NETTI	3.506 €	9.975 €	4.074 €	2.190 €	19.745 €
35°	COSTI	5.230 €	4.074 €	2.786 €	15.478 €	27.567 €
	PLV	13.074 €	12.450 €	5.763 €	17.667 €	48.954 €
	RICAVI NETTI	7.844 €	8.375 €	2.978 €	2.190 €	21.387 €
RICAVI TOTALI =						634.760,82 €
€/ANNO =						18.136,02 €

10. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento

10.1 Benefici dell'impianto APV

Uno dei maggiori problemi dei classici impianti fotovoltaici a terra è l'uso del suolo, ovvero date le caratteristiche dell'impianto è impossibile la gestione agricola dei terreni. Questi sistemi hanno un grosso impatto in diverse aree del mondo dal punto di vista dello sfruttamento dell'uso dei suoli. Questa problematica riveste un ruolo estremamente importante e attuale dato dal progressivo fenomeno della desertificazione dei terreni, con conseguente perdita di produttività dei suoli. Per questo motivo il sistema APV offre un'importante e valida alternativa rendendo possibile la coltivazione dei terreni e la produzione di energia.

Considerando il presente progetto APV possiamo vedere come l'agricoltura rivesta un ruolo primario in termini di superficie:

- **4,6 % Superficie Pannelli**
- **95,4 % Superficie Agricola** comprensiva di tare (stradoni interni)
- 74,5 % Superficie Coltivata
- 20,8 % Tare + stradoni.

Il presente sistema di APV consente di apportare molteplici benefici, sia in termini economici che ambientali, rispetto al tradizionale sistema di agricoltura impiegato nell'areale di interesse.

Nello specifico i benefici apportati sono:

-Suddivisione del rischio d'impresa impiegando differenti specie agrarie. Questo sistema consente di suddividere il rischio dato da fattori meteorologici e dall'oscillazione dei prezzi delle produzioni agricole, diversamente da quanto può avvenire in un sistema di coltivazione tradizionale locale dove a prevalere è una sola specie colturale, come ad esempio il frumento.

-Impiego di colture facilmente meccanizzabili, con la possibilità dunque di ottimizzazione delle produzioni dal punto di vista qualitativo e quantitativo. Le finestre temporali in cui effettuare la raccolta dei prodotti, in modo da preservare la quantità e la qualità delle produzioni, oggi, a causa dei cambiamenti climatici, si stanno rivelando sempre più ridotte. È per questo motivo che la meccanizzazione delle colture si constata essere sempre più un fattore determinante.

-Contrasto alla desertificazione e alla perdita di fertilità dei suoli grazie all'impiego di *cover crops* (colture di copertura) e all'ombreggiamento dato dai pannelli. Si attenua così l'impatto negativo

dato dalla radiazione solare e dai fenomeni erosivi, determinando una minor perdita di sostanza organica nel terreno.

-Incremento della biodiversità dato dall'impiego di differenti specie agrarie, con conseguente minor pressione da parte dei patogeni.

-Incremento delle produzioni grazie all'azione pronuba delle api. Molte specie agrarie hanno un tipo di impollinazione entomofila.

-Riduzione di input chimici grazie ad un corretto avvicendamento delle colture e all'impiego di colture miglioratrici (leguminose). L'avvicendamento è uno dei fattori che incide maggiormente sul mantenimento e sull'incremento della fertilità dei suoli, consentendo la riduzione e, in alcuni casi, l'eliminazione di fertilizzanti chimici di sintesi. Difatti, la rotazione tra una coltura depauperante e una miglioratrice contrasta il verificarsi del così detto fenomeno della "stanchezza del terreno". Questo fenomeno si verifica generalmente nei terreni dove viene praticata la monocoltura, ovvero la coltivazione della stessa specie per più anni consecutivi sullo stesso appezzamento, determinando così un peggioramento strutturale e nutritivo del terreno.

10.2 Impatti ambientali

L'area di interesse per l'impianto APV, mostra già i segni del fenomeno dello "*sprawl*", ovvero un modello insediativo diffuso dove il consumo di quantità di territorio da parte degli insediamenti e delle infrastrutture extraurbane avviene oramai a velocità vertiginosa. Inoltre, il territorio vede già la coesistenza di altri impianti fotovoltaici, agrivoltaici ed eolici con i quali quello del progetto si pone in relazione, tale da inserirsi in un polo energetico consolidato già da anni.

L'area del progetto, sotto il profilo paesaggistico, si caratterizza per un discreto livello di antropizzazione. L'impatto cumulativo è connesso alle caratteristiche paesaggistiche del sito.

In aggiunta, è essenziale evidenziare anche le ricadute positive del progetto:

- Ombreggiamento

La minore radiazione impattante al suolo va a limitare la perdita di sostanza organica del terreno. L'ombreggiamento quindi, proporzionale alla crescita adeguata delle piante, risulta essere una strategia per il contrasto alla desertificazione.

- Leguminose

Le specie leguminose sono definite colture miglioratrici, capaci di migliorare sia la fertilità sia la struttura fisica del terreno. La loro capacità azotofissatrice permette di "catturare" l'azoto

atmosferico a livello radicale rilasciandolo nel terreno a disposizione della coltura successiva, inoltre il profondo apparato radicale svolge un'importante azione fisica nel terreno.

- Fascia Vegetazionale
















Per la mitigazione esterna del parco fotovoltaico è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale arborea costituita principalmente da olivi (cv Nocellara del Belice). Oltre alla fascia arborea sarà prevista una fascia arbustiva costituita da essenze tipiche del luogo (*Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Spartium junceum*, *Tamarix africana e/o gallica*, *Rhamnus alaternus*) ed una fascia tagliafuoco della larghezza di 2/2,5 m, finalizzata a contenere l'avanzamento di un possibile incendio creando una discontinuità nella copertura. La fascia vegetazionale ha lo scopo di schermare l'impianto e contribuire all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera; in aggiunta, in questo caso, andando ad incrementare la superficie coltivabile totale, va anche ad accrescere il reddito aziendale totale.
















In conclusione, l'opera di progetto non andrà ad incidere in maniera irreversibile né sulla qualità dell'area né sul grado di naturalità dell'area o sull'equilibrio naturalistico presente

Le soluzioni adottate per il progetto, andranno a mitigare le problematiche caratterizzanti la zona, quali desertificazione ed eccessivo sfruttamento del suolo.

11. Cronoprogramma

Di seguito il diagramma di Gantt per il supporto alla gestione del progetto, con l'identificazione delle specie e il loro ciclo agronomico, fenologico, meccanico, ecc.

PRIMO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
Cicer arietinum CECE	Lavorazione primaria/secondaria 					Semina 	Crescita vegetativa pianta 				Raccolta 		Lavorazione 	
Lens culinaris LENTICCHIA	Lavorazione primaria/secondaria 			Semina 			Crescita vegetativa pianta 					Sfalcio/Raccolta seme 	Lavorazione 	
Hordeum vulgare ORZO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 			Crescita vegetativa pianta 						Raccolta 		Lavorazione 

SECONDO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
Hordeum vulgare ORZO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 			Crescita vegetativa pianta 						Raccolta 		Lavorazione 
Hordeum vulgare ORZO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 			Crescita vegetativa pianta 						Raccolta 		Lavorazione 
Lens culinaris LENTICCHIA	Lavorazione primaria/secondaria 			Semina 			Crescita vegetativa pianta 					Sfalcio/Raccolta seme 	Lavorazione 	

12. Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

Le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA-DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA e pubblicate nel mese di giugno 2022, definiscono quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico. Per impianto "agrivoltaico" si intende un impianto fotovoltaico che consente di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

- **REQUISITO A.1.: Superficie minima per l'attività agricola**

Si deve garantire che almeno il 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

Dagli elaborati di progetto risulta:

Superficie agricola $S_{agri} = 8,11$ ha

Superficie del sistema agrivoltaico (S_{tot}) = 10,74 ha

$$S_{agri} / S_{tot} = 8,11 / 10,74 = 0,76 \geq 0,70$$

SAT TOTALE									
COLTURA	SUP. Colture	Sup.non colt.	Strade	Tare	Fascia mit.	S.tot	Bacino	Tare ext.	S.Cat
FAVA	2,4976	0,2297							
CORIANDOLO	1,8993	0,1550							
AGLIO	2,2267	0,2048							
TOT	6,6236	0,3847	0,7941	1,4566	1,4853	10,7443	0,7350	2,0132	13,4925
%	61,6	3,6	7,4	13,6	13,8	100,0			

Il requisito A.1. risulta VERIFICATO.

- **REQUISITO A.2.: LAOR \leq 40%**

$$LAOR_{impianto} = 25,97\%$$

Il requisito A.2. risulta VERIFICATO

- **REQUISITO B.1.a:** Esistenza e resa della coltivazione

Al fine di valutare la continuità dell'attività agricola, verrà predisposta una zona di controllo per il monitoraggio della biomassa prodotta sia nell'area a pieno campo sia nell'area ombreggiata. Verranno identificate due aree studio di 4 m², una sulla fascia ombreggiata ed una sulla fascia in pieno campo.

Tali dati verranno elaborati nella relazione agronomica annuale.

- **REQUISITO B.1.b:** Mantenimento dell'indirizzo produttivo

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO ANTE IMPIANTO				
anno	coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€ TOT
-2022	frumento	18,23	955 €	17.411 €
	leguminose	18,23	1.273 €	23.209 €
€ TOT/anno/ante impianto =				40.620 €
€/anno/ha/ante impianto =				1.114 €

valori RICA 2017_Sicilia

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO POST IMPIANTO				
anno	coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€ TOT
-	cece	4,80	1.273 €	6.114 €
	lenticchia	9,68	1.273 €	12.328 €
	orzo	7,55	754 €	5.689 €
	olivo	3,70	1.522 €	5.631 €
€ TOT/anno/post impianto =				29.763 €
€/anno/ha/post impianto =				1.157 €

valori RICA 2017_Sicilia

Il valore economico dell'indirizzo produttivo è stato calcolato in base ai valori RICA della regione Sicilia del 2017. Il modello di coltivazione attuale prevede l'avvicendamento tra: cerealicole, leguminose e foraggere. Il nuovo ordinamento colturale prevede l'introduzione di colture cerealicole, leguminose da granella ed olivi. Come si evince dalla tabella nonostante la riduzione della SAU, la produzione standard/ha risulta superiore nel post-impianto, dati RICA (Sicilia 2017).

- **REQUISITO B.2.:** Producibilità elettrica minima

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

$$FV_{agri} = 1,043 \text{ GWh/ha/anno}$$

$$FV_{standard} = 1,096 \text{ GWh/ha/anno}$$

$$0,6 \cdot FV_{standard} = 0,6576$$

- **REQUISITO D.2.:** Monitoraggio della continuità dell'attività agricola
 - ***Esistenza e la resa della coltivazione***
 - ***Mantenimento dell'indirizzo produttivo***

Al fine di monitorare la continuità dell'attività agricola verrà redatta una relazione agronomica annuale recante indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante e alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari). Parte delle informazioni sopra richiamate verranno fornite tramite Fascicolo Aziendale, come previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il Piano di coltivazione, che deve contenere la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola.

Per verificare e valutare l'impatto dell'impianto APV sulle colture, verrà installata una centralina meteo provvista di sensoristica utile al monitoraggio dei principali parametri agro-meteorologici, sia sotto i moduli che in pieno campo.

I parametri monitorati saranno:

- Temperatura dell'aria → il monitoraggio delle temperature verrà eseguito mediante sensore PT100 posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Umidità dell'aria → il monitoraggio dell'umidità dell'aria verrà eseguito mediante igrometro/psicrometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Anemometria → il monitoraggio dell'intensità e direzione del vento verrà eseguito mediante anemometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Pluviometria → il monitoraggio dell'intensità e cumulo di pioggia verrà eseguito mediante pluviometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Radiazione solare → il monitoraggio della radiazione solare (visibile, PAR, UV) verrà eseguito mediante solarimetro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Conducibilità elettrica del terreno → il monitoraggio della conducibilità elettrica del terreno verrà eseguito mediante analisi con conduttivimetro nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.

- Umidità e Temperatura del terreno → il monitoraggio dell'umidità e temperatura del terreno verrà eseguito mediante appositi sensori installati nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Bagnatura fogliare → il monitoraggio della bagnatura fogliare verrà eseguito mediante foglia elettronica posizionata sia sotto i moduli che in pieno campo.
- Evapotraspirazione di riferimento e della coltura → il monitoraggio dell'evapotraspirazione verrà eseguito mediante vasche evaporimetre posizionate sia sotto i moduli che in pieno campo. Moltiplicando ET_0 per il coefficiente colturale (k_c) si ottiene l'evapotraspirazione della specifica coltura.
- Biomassa (kg/m^2) → il monitoraggio della biomassa prodotta verrà eseguito mediante periodici sfalci delle varie colture, sia sotto i moduli che in pieno campo. Una volta prelevata la biomassa di 4 mq, per ogni singola area di saggio, si procederà alla determinazione del peso della biomassa verde ed essiccata.
- Sostanza Organica → il contenuto in sostanza organica del terreno verrà determinato prelevando ed analizzando campioni di terreno nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo. Le analisi verranno compiute a cicli triennali.

La rilevazione dei parametri agro-climatici, nelle due differenti aree di coltivazione, consentirà una precisa ed accurata valutazione dell'effetto sulle colture agricole dell'impianto APV, particolare attenzione verrà prestata al rilevamento dei parametri inerenti il consumo idrico della coltura, come previsto dall'Articolo 31 comma 5 del Decreto legge n° 77 del 31 maggio 2021.

13. Conclusioni

Da quanto sopra esposto, il presente impianto fotovoltaico realizzato in area agricola può essere definito come "agrivoltaico" in quanto vengono rispettati i requisiti A, B, e D.2. delle Nuove Linee Guida.