

## **PhotoVoltaico Multi-uso e aspetti di mitigazione**

### **IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI SPERIMENTALI IN FUNZIONE DEL DESIGN**

Comune di Costa di Rovigo (RO)

## Indice

|   |    |
|---|----|
| 1. Il contesto normativo .....                              | 3  |
| 2.1 Il procedimento autorizzativo .....                     | 6  |
| 3. <i>SoW-Scope of Work</i> .....                           | 8  |
| 4. Descrizione del sito .....                               | 8  |
| 4.1 <i>Layout</i> dell'impianto .....                       | 10 |
| 4.2 Effetti microclimatici dell'impianto FV .....           | 11 |
| 4.3 Caratterizzazione del suolo .....                       | 12 |
| 4.4 Aspetti climatici .....                                 | 13 |
| 5. Possibili Soluzioni Agronomiche .....                    | 14 |
| 5.1 Scelta delle colture .....                              | 14 |
| 6. Sperimentazione .....                                    | 17 |
| 6.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni .....   | 17 |
| 7. <i>Design</i> sperimentale .....                         | 20 |
| 7.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle .....    | 20 |
| 7.2 Gestione delle attività e manutenzione .....            | 25 |
| 8. Monitoraggio della sperimentazione .....                 | 26 |
| 8.1 In situ .....   | 26 |
| 8.2 Risultati attesi .....                                  | 26 |
| 9. Computo metrico .....                                    | 27 |
| 9.1 Analisi di costi e ricavi dell'attività agricola .....  | 27 |
| 10. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento ..... | 32 |
| 10.1 Benefici dell'impianto FV .....                        | 32 |
| 10.2 Impatti ambientali .....                               | 33 |
| 11. Cronoprogramma .....                                    | 34 |

## 1. 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 Fotovoltaici 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 CO<sub>2</sub>;
- 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 fotovoltaica europea da inserire nella futura Politica Agricola Comune (PAC), finalizzata alla promozione di questa nuova tecnologia in tutta Europa. La Commissione europea, per sostenere il Fotovoltaico, 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 il fotovoltaico nella *Climate Change Adaptation Strategy*, in via di approvazione, e vi sono varie proposte volte all'inserimento del fotovoltaico 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. Il procedimento autorizzativo

Un ulteriore aspetto normativo che interessa l'installazione di impianti Fotovoltaici 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.

- **Procedura Abilitativa Semplificata (PAS)**- è la procedura introdotta dal D.Lgs. 28/2011 che sostituisce la Denuncia di Inizio Attività (DIA). La PAS è utilizzabile per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER al di sotto di prefissate soglie di potenza (oltre le quali si ricorre alla Autorizzazione Unica) e per alcune tipologie di impianti di produzione di caldo e freddo da FER. La PAS deve essere presentata al Comune almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori, accompagnata da una dettagliata relazione, a firma di un progettista abilitato, e dagli opportuni elaborati progettuali, attestanti anche la compatibilità del progetto con gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi vigenti, nonché il rispetto delle norme di sicurezza e di quelle igienico-sanitarie. Alla Procedura Abilitativa Semplificata si applica il meccanismo del silenzio-assenso ovvero trascorso i 30 giorni dalla presentazione della PAS senza ottenere riscontri o notifiche da parte dell'Ente competente è possibile iniziare i lavori.
- **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.

### 3. *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 Costa di Rovigo (RO). 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.

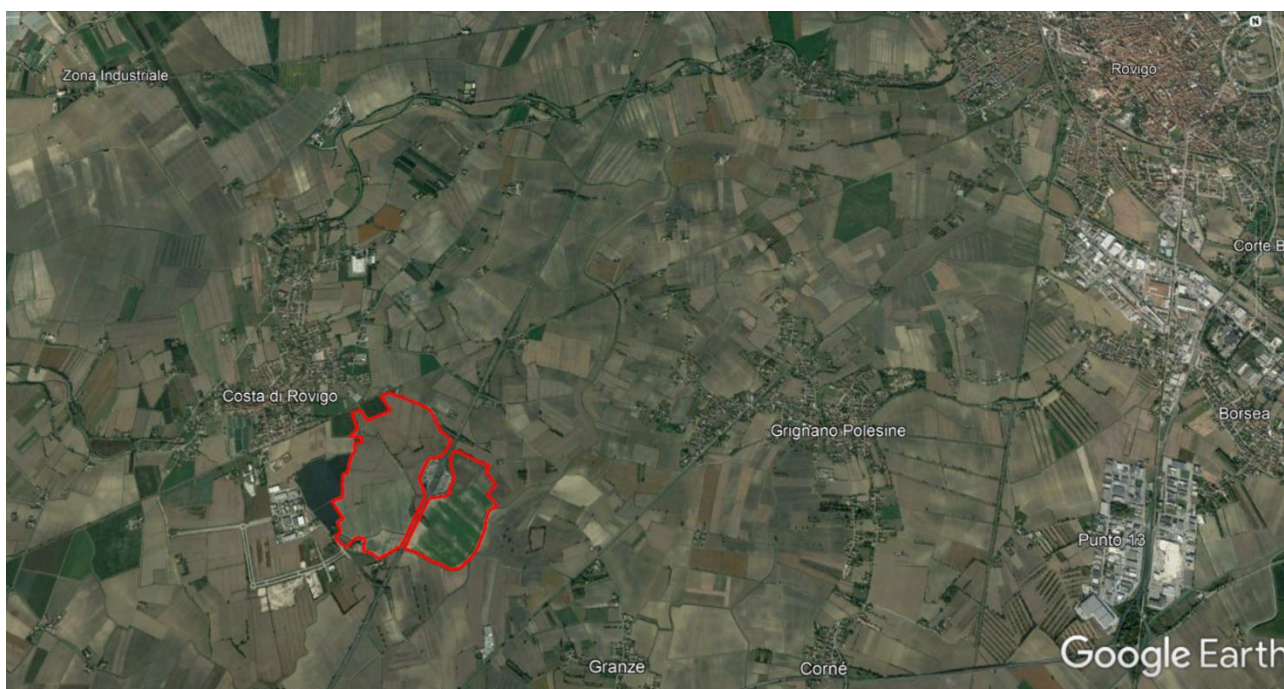


## 4. Descrizione del sito

L'area oggetto della presente relazione è censita al N.C.T del Comune di Costa di Rovigo (RO); più precisamente interessa le Particelle 45, 49, 62, 63, 64, 91, 94, 100, 101, 151, 153, 228, 230, 236, 237, 238, 239, 246, 249, 250, 252, 253, 256 del Foglio 19;

e le Particelle 2, 6, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 34, 36, 37, 38, 40, 45, 48, 55, 58, 60, 62, 68, 87, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 134, 138, 140 del Foglio 20.

L'area è localizzata a Sud-Ovest di Rovigo e ad Est di Costa di Rovigo (coordinate geografiche: N: 45°02'35.04", E 11°42'28.56"). Il sito, che ha un'altimetria di circa 3 m s.l.m., è attraversato dall'Autostrada A13 Bologna-Padova che divide l'intera area d'interesse in due macro-sezioni: Area Ovest e Area Est, per un'estensione totale di 18 ha.



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

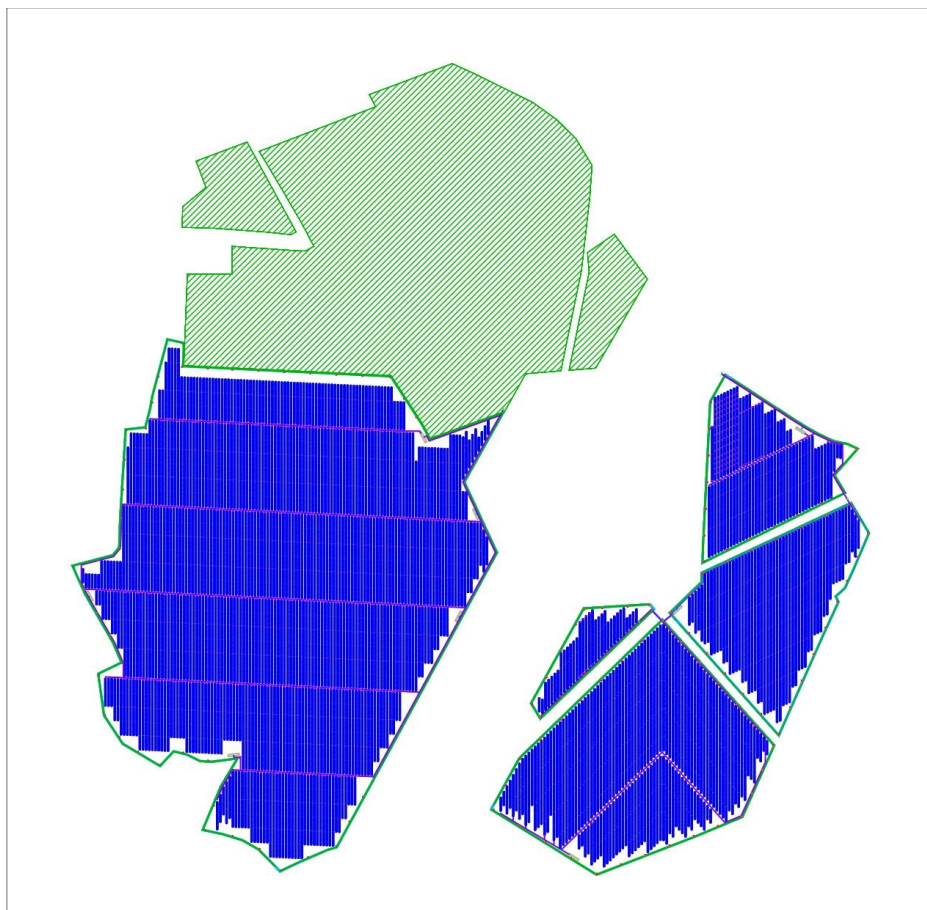
#### 4.1 Layout dell'impianto

Di seguito (Figure 2 e 3), vengono individuati il *layout* dell'impianto e l'installazione dei pannelli; in verde è riportata l'area di un precedente impianto FV autorizzato tramite PAS n. prot: 16/08/2022 n. 9025. L'impianto in questione ha una distanza tra le fila di 4,59 m di cui 2,63 m utili (Figura 3). I pannelli presentano un'altezza da terra di 1,52 m - punto di innesto del pannello sul palo di sostegno -, un'altezza minima da terra di 0,70 m ed una larghezza di 2,17 m (Figura 3).

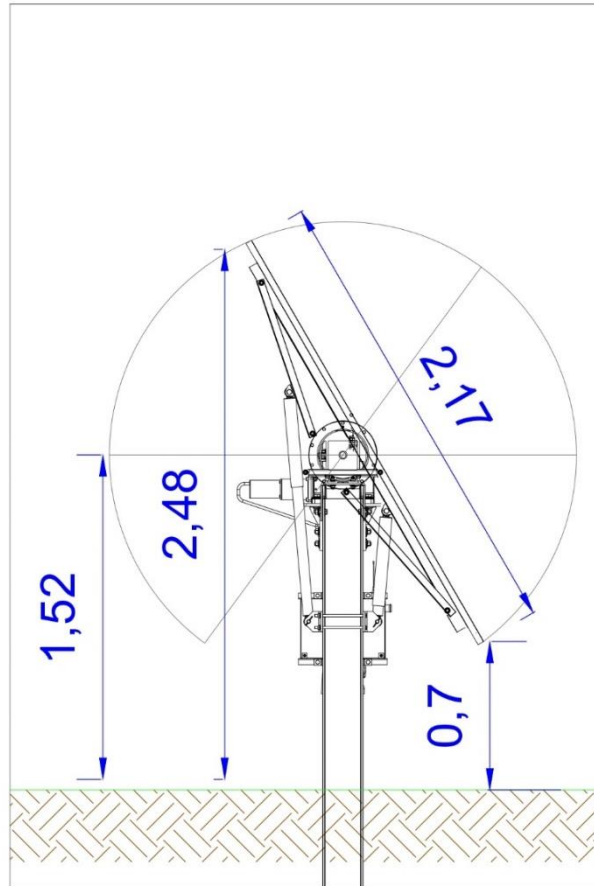
L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di 54 ha di cui circa 21 ha in cui insiste il campo fotovoltaico, la cui potenza complessiva massima sarà pari a **45 MW**.

La superficie risulta essere così ripartita:

- Superficie Totale Impianto FV: **55.88.30 ha**
- Superficie Pannelli FV: **20.94.18 ha**



**Figura 2.** Visualizzazione generale dell'area



**Figura 3.** Caratteristiche del pannello

#### 4.2 Effetti microclimatici dell’impianto FV

La presenza dei *trackers* dell’impianto FV 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 fotovoltaico 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 si estende nella parte inferiore della Pianura Padana, pianura di origine alluvionale che si è creata con il succedersi di condizioni climatiche diverse. Il territorio in studio rientra completamente in quella fascia della Pianura Padana definita come bassa pianura recente, calcarea. Nel dettaglio, i terreni dell'area di interesse sono di tipo sabbioso e sabbioso-limoso, con buon grado di fertilità, freschi e profondi, poveri di scheletro in superficie, ricchi di

elementi minerali e *humus*, con un buon contenuto in sostanza organica e buon livello di potenziale biologico. I terreni sono quindi a medio impasto, tendenti allo sciolto, profondi, poco soggetti a ristagni idrici. Il pH è tendenzialmente neutro.

#### 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 e la piovosità sono i fattori principali da tenere a mente. Il sito ricade in un'area climatica di tipo continentale con inverni relativamente rigidi ed estati calde. Durante l'anno, la temperatura oscilla tra 1 °C e 29 °C e le precipitazioni medie annue si aggirano intorno ai 630 mm circa, distribuite abbastanza uniformemente durante tutto l'anno. Per avere una visione ampia del territorio in Tabella 1 vengono riportati rispettivamente gli indici medi di temperatura e precipitazioni degli ultimi 30 anni. I dati sono riferiti al vicino Comune di Ferrara, situato a circa 23 km dal Comune di Costa di Rovigo.

**Tabella 1.** Medie mensili riferite agli ultimi 30 anni, basate sui dati della stazione meteo di Ferrara

| Mese      | T min | T max | Precip. |
|-----------|-------|-------|---------|
| Gennaio   | 1 °C  | 4 °C  | 44 mm   |
| Febbraio  | 1 °C  | 8 °C  | 44 mm   |
| Marzo     | 5 °C  | 13 °C | 49 mm   |
| Aprile    | 9 °C  | 17 °C | 54 mm   |
| Maggio    | 13 °C | 22 °C | 52 mm   |
| Giugno    | 16 °C | 26 °C | 55 mm   |
| Luglio    | 19 °C | 29 °C | 48 mm   |
| Agosto    | 19 °C | 29 °C | 60 mm   |
| Settembre | 15 °C | 24 °C | 52 mm   |
| Ottobre   | 11 °C | 18 °C | 55 mm   |
| Novembre  | 5 °C  | 11 °C | 72 mm   |
| Dicembre  | 1 °C  | 6 °C  | 49 mm   |

## 5. Possibili Soluzioni Agronomiche

Al fine di monitorare il connubio tra la produzione di energia e quella agricola, si è ipotizzato un avvicendamento colturale con tipiche colture coltivate nell'areale. La scelta delle specie da utilizzare per il fotovoltaico nel sito ubicato nel Comune di Costa di Rovigo (RO) 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.

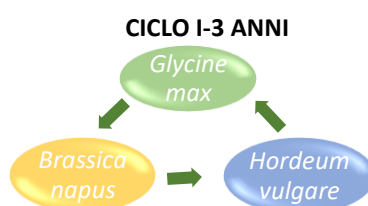
Il secondo vincolo produce due effetti negativi: 1) limita fortemente la possibilità di meccanizzare le colture, orientando la scelta verso specie che richiedono pochi interventi di gestione e con piccoli macchinari; 2) durante le ore più calde potrebbero verificarsi fenomeni di ombreggiamento, i quali 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 120-150 cm. In modo da non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici e di meccanizzazione per l'impianto.

### 5.1 Scelta delle colture



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 FV. 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, secondo la tradizione agricola della provincia di Rovigo, è ricaduta su piante erbacee già coltivate in zona quali, *Glycine max* L., *Brassica napus* L. var. oleifera e *Hordeum vulgare* L., che vantano rispettivamente una produzione di 32.703 ettari, 675 e 3.084 ettari (dati ISTAT 2022). Le essenze selezionate sono state ideate in un sistema di rotazione annuale per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.



**Ciclo I:** 3 anni con *Glycine max*, *Brassica napus* e *Hordeum vulgare* utilizzati per fini agro-industriali e zootecnici.







Nella tabella seguente sono elencate le possibili soluzioni e alcuni aspetti agronomici.

| Soluzioni  | Adattabilità con il sistema agrovoltaico  | Semina  | Esigenze agronomiche  | Fabbisogno idrico   | Raccolta   |
|--|---|---|---|---|--|
|  <p><b>Glycine max</b><br/>Resa:<br/>3,5-4,5 t/ha</p>  | <p>La soia è una pianta erbacea estiva, con altezza compresa tra i 70-120 cm, a seconda delle cultivar.</p> | <p>La semina si esegue nella seconda metà di aprile con seminatrici monoseme dotate di dischi distributori da soia o con seminatrici universali da grano. La distanza tra le file varia da 40 a 50 cm, nella fila da 3 a 5 cm. La densità va da 30 a 40 piante/m<sup>2</sup>.</p> | <p>La soia non necessita di particolari esigenze pedoclimatiche, tuttavia sono sconsigliabili terreni umidi e quelli troppo sciolti. Predilige terreni con pH di 6,5. Essendo una leguminosa non necessita di apporti di azoto. La concimazione deve essere quindi basata sul fosforo (80-100 kg/ha) e potassio (circa 80 kg/ha) nel caso di terreni carenti.</p> | <p>Le irrigazioni risultano necessarie dove la piovosità estiva non è regolare ed abbondante.</p> | <p>La raccolta si effettua quando la pianta è quasi completamente defogliata nel periodo di settembre-ottobre (in Italia). Può avvenire per mezzo di una mietitrebbia da frumento (abbassando la barra quanto più possibile al terreno).</p> |

| Soluzioni   | Adattabilità con il sistema agrovoltaico   | Semina   | Esigenze agronomiche   | Fabbisogno idrico                                 | Raccolta   |
|---|--|--|--|---|--|
|  <p><b>Brassica napus</b><br/>Resa:<br/>1,5-3 t/ha</p>  | <p>Il colza è una pianta erbacea annuale o biennale, con altezza compresa tra i 50-150 cm, a seconda delle cultivar.</p> | <p>La semina del colza viene effettuata a settembre nell'Italia settentrionale e fino a novembre nel meridione. La densità ottimale è di 70-80 piante/m<sup>2</sup>, con una distanza tra le file che varia da 25 a 35 cm.</p> | <p>Il colza predilige climi temperati, umidi e non troppo soleggiati. In generale si tratta di una pianta non particolarmente esigente: predilige terreni profondi, freschi, fertili e leggeri, si adatta a quelli argillosi, calcarei e torbosi, purchè ben drenati. Tollera sufficientemente la salinità e il pH del terreno pur privilegiando valori intorno a 6,5 di pH. La concimazione del colza dovrebbe essere così programmata: 200 kg/ha di N, 70 di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 300 di K<sub>2</sub>O.</p> | <p>Le irrigazioni risultano essere superflue.</p> | <p>La raccolta si effettua con la tradizionale mietitrebbiatrice, quando i semi sono completamente imbruniti e le silique secche (umidità: 12%).</p> |

| Soluzioni   | Adattabilità con il sistema agrovoltaico  | Semina   | Esigenze agronomiche   | Fabbisogno idrico                                 | Raccolta  |
|---|---|--|--|---|---|
|  <p><b><i>Hordeum vulgare</i></b><br/>Resa:<br/>4-5 t/ha</p>  | <p>L'orzo è una pianta erbacea annuale, con altezza compresa tra i 60-120 cm, a seconda delle cultivar.</p> | <p>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> | <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. La quantità di azoto da somministrare dipende dalla produzione che si prevede di raggiungere. 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> | <p>Le irrigazioni risultano essere superflue.</p> | <p>La raccolta si effettua in fase di maturazione con umidità della granella inferiore al 14%. La raccolta avviene per mezzo di una mietitrebbia.</p> |



## 6. Sperimentazione

### 6.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

|  |   |  |
|--|---|--|
|   | <p><i>Glycine max</i> L.</p>  |  |
| <p><b>Descrizione botanica</b></p>   | <p><b>Ordine: Fabales</b><br/> <b>Famiglia: Fabaceae</b><br/> <b>Genere: <i>Glycine</i></b><br/> <b>Specie: <i>G. max</i></b></p> |  |
| <p>La soia è una pianta erbacea annuale, leguminosa, con crescita che va da prostrata a eretta. La forma biologica è una fanerofita lianosa (P lian). Si tratta di una pianta legnosa con portamento rampicante.</p> <p>L'apparato radicale è fittonante, le radici sono colonizzate da uno specifico simbionte azoto-fissatore (<i>Rhizobium japonicum</i>). La pianta, eretta o cespugliosa, è interamente coperta da peli bruni o grigi. Le foglie sono trifogliate (unifogliate il primo paio). L'infiorescenza è un racemo ascellare che riunisce gruppi di 2-5 fiori di colore bianco o viola. La fecondazione è autogama, con un'elevata percentuale di aborti. Il frutto è un baccello villosa, appiattito, pendulo, contenente 3-4 semi di diametro di 6-13 mm. È una neofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 300 m s.l.m..</p> |   |  |
| <p><b>Finalità della produzione</b></p>  | <p><b>Alimentare-Zootecnica</b></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 e per la sua elevata produzione alimentare e zootecnica.</p>   |   |  |
| <p><b>Meccanizzazione</b></p>  |   |  |
| <p>L'irrigazione d'emergenza estiva può essere effettuata con ala gocciolante.</p> <p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un 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>  |   |  |
|   |    |  |
| <p>La soia risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore agro-industriale. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.</p>  |   |  |



*Brassica napus* L. var. *oleifera*

**Descrizione botanica**

**Ordine: Brassicales**  
**Famiglia: Brassicaceae**  
**Genere: Brassica**  
**Specie: B. napus**

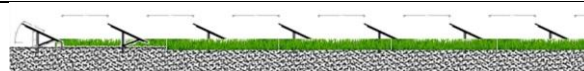
Il colza è una pianta erbacea annuale.  
 La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse allungato, spesso privo di foglie.  
 L'apparato radicale è di tipo fittonante. Il fusto è eretto e ramificato, alto fino a 150 cm. Le foglie sono semplici, alterne, picciolate alla base e sessili. L'infiorescenza è un grappolo formato da circa 150-200 fiori a fioritura scalare. I fiori sono gialli, attinomorfi, formati da quattro petali in una tipica forma a croce, alternati a quattro sepali. L'androceo è tetradinamo ovvero è formato da 6 stami di cui due stami laterali con filamenti corti e quattro stami mediani con filamenti più lunghi le cui antere si staccano dal centro del fiore durante la fioritura. L'impollinazione è entomofila. Il frutto è una siliqua sessile, suberetta, attenuata in un becco conico di 10-16 mm. I semi sono sferici, di colore bruno scuro e misurano circa 1,2-1,8 mm.  
 È un'entità archeofita naturalizzata con distribuzione altitudinale da 0 a 1000 m s.l.m..

**Finalità della produzione**

**Alimentare-Industriale**

La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'*habitus* all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale e per la sua valenza alimentare.

**Meccanizzazione**



L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo.  
 Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie 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.



Il colza risulta essere una coltura importante per il settore agro-industriale. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.



*Hordeum vulgare L.*

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Descrizione botanica</b> | <b>Ordine: Poales</b><br><b>Famiglia: Poaceae</b><br><b>Genere: Hordeum</b><br><b>Specie: H. vulgare</b> |
|-----------------------------|--|

L'orzo è una pianta erbacea annuale, comprendente *cultivar* primaverili e *cultivar* autunnali. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse allungato, spesso privo di foglie. 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 1600 m s.l.m..

|                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| <b>Finalità della produzione</b> | <b>Alimentare animale</b> |
|----------------------------------|---------------------------|

La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'*habitus* all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale e per la sua valenza zootecnica.

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Meccanizzazione</b> |  |
|------------------------|--|

L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. 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.



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.

## 7. Design sperimentale

### 7.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nel campo fotovoltaico possono essere utilizzate specie erbacee con limitata crescita verticale: soia, colza e orzo (Figura 4).

Le specifiche dei singoli sestri d'impianto sono riportate nelle Figure 4 e 6.

- **Soia:** durata impianto 1 anno;
- **Colza:** durata impianto 1 anno;
- **Orzo:** durata impianto 1 anno.

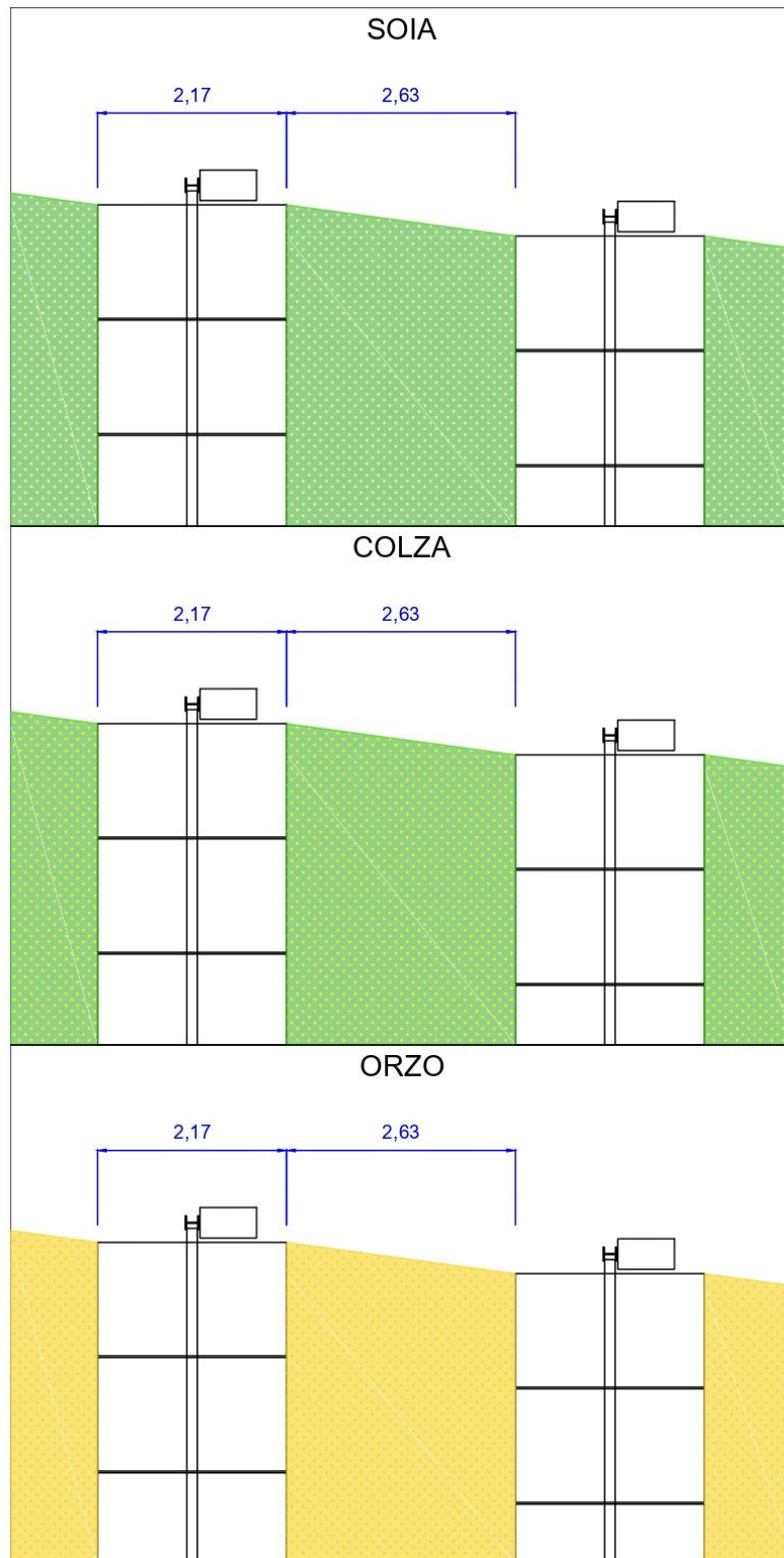
Gli impianti saranno stabili per un anno. Dopo il primo ciclo colturale, quindi alla fine del terzo anno, verrà predisposto l'**avvicendamento** tra **soia, colza ed orzo** (Figura 5).

Nella Figura 6 vengono riportati i prospetti frontali delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto fotovoltaico. 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 7 viene rappresentato il raggio di sterzata del macchinario con dimensioni maggiori (Trebbiatrice) utilizzato per la raccolta di tutte e tre le colture. La Figura 7 mostra come, nonostante il macchinario abbia una lunghezza di 4,60 m, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'FV.

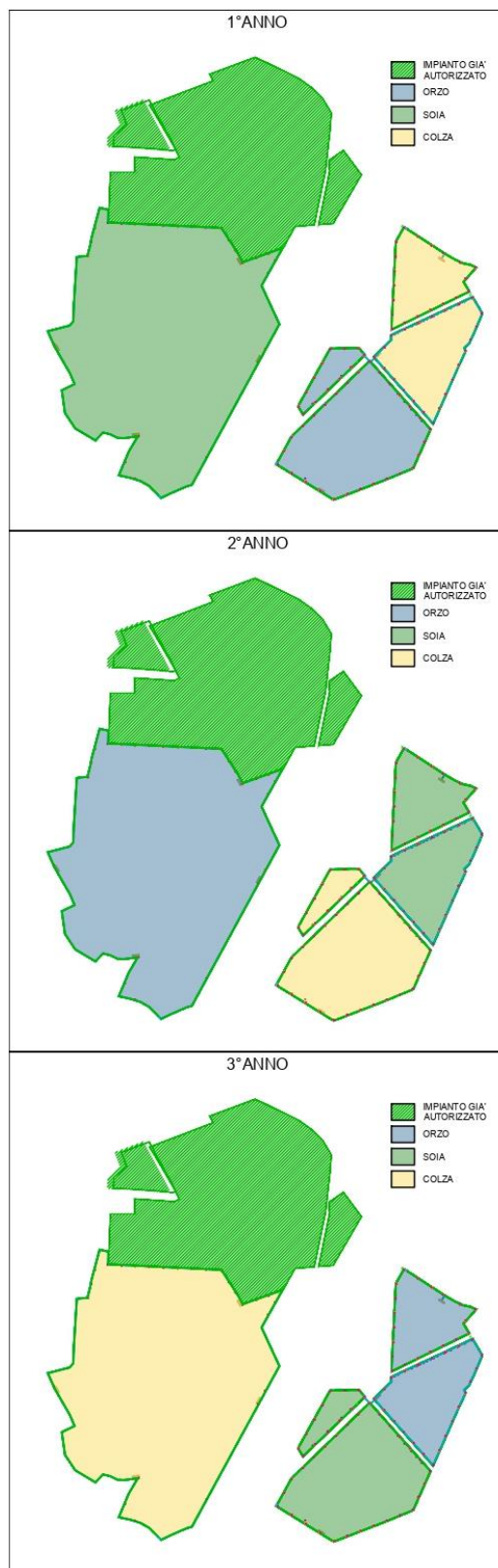
Nella progettazione agronomica è stata prevista anche la presenza di:

- **Fascia arborea:** costituita da essenze tipiche dell'areale sia arboree che arbustive.

La presenza di una fascia arborea ha come scopo quello di mitigare la percezione visiva dell'impianto, migliorare ed ampliare gli elementi della rete ecologica locale esistente.

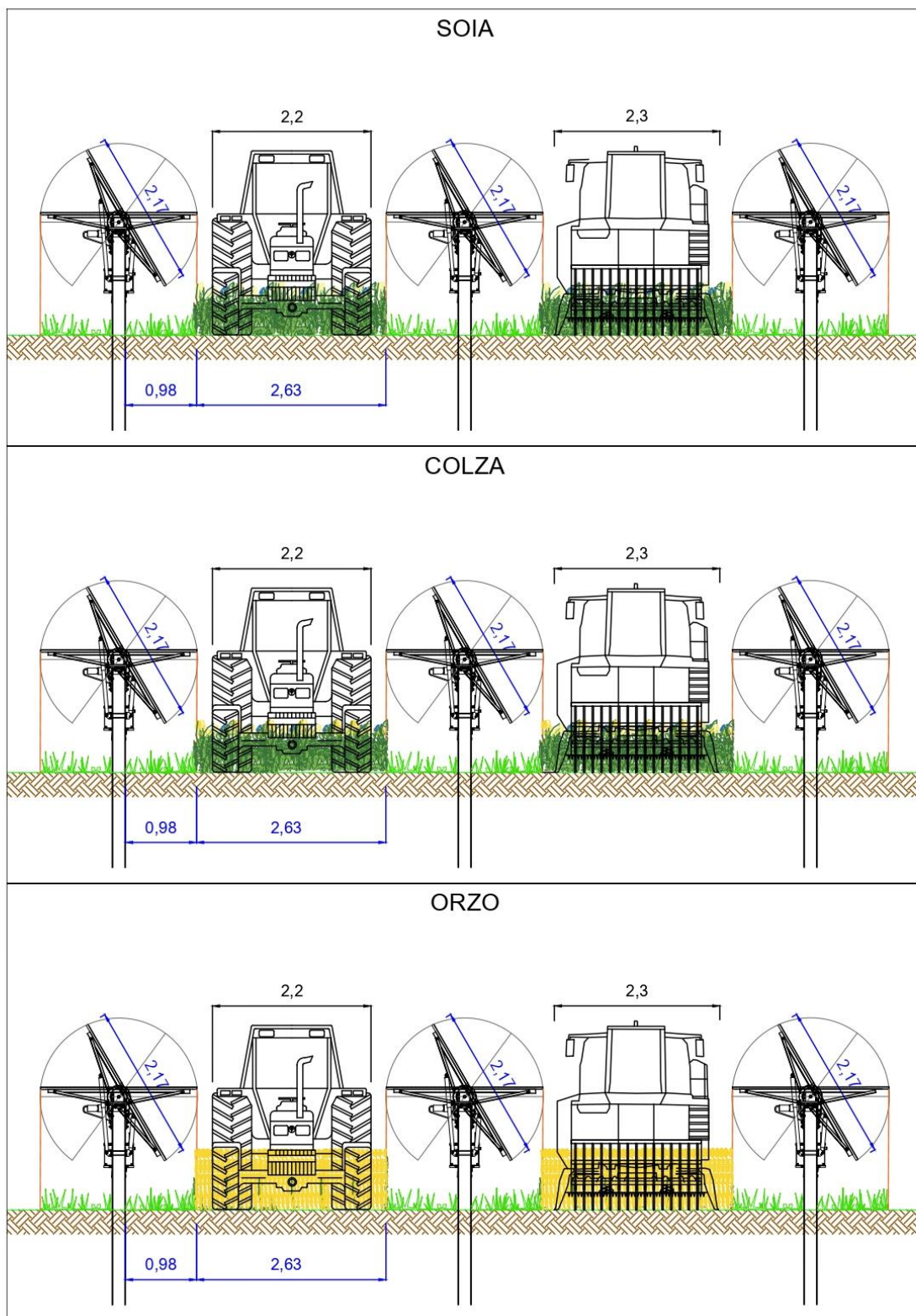


**Figura 4.** Rappresentazione degli impianti delle colture di soia, colza e orzo



**Figura 5.** Rappresentazione dell'impianto al primo, secondo e terzo anno





**Figura 6.** Rappresentazione del prospetto frontale delle colture di soia, colza e orzo



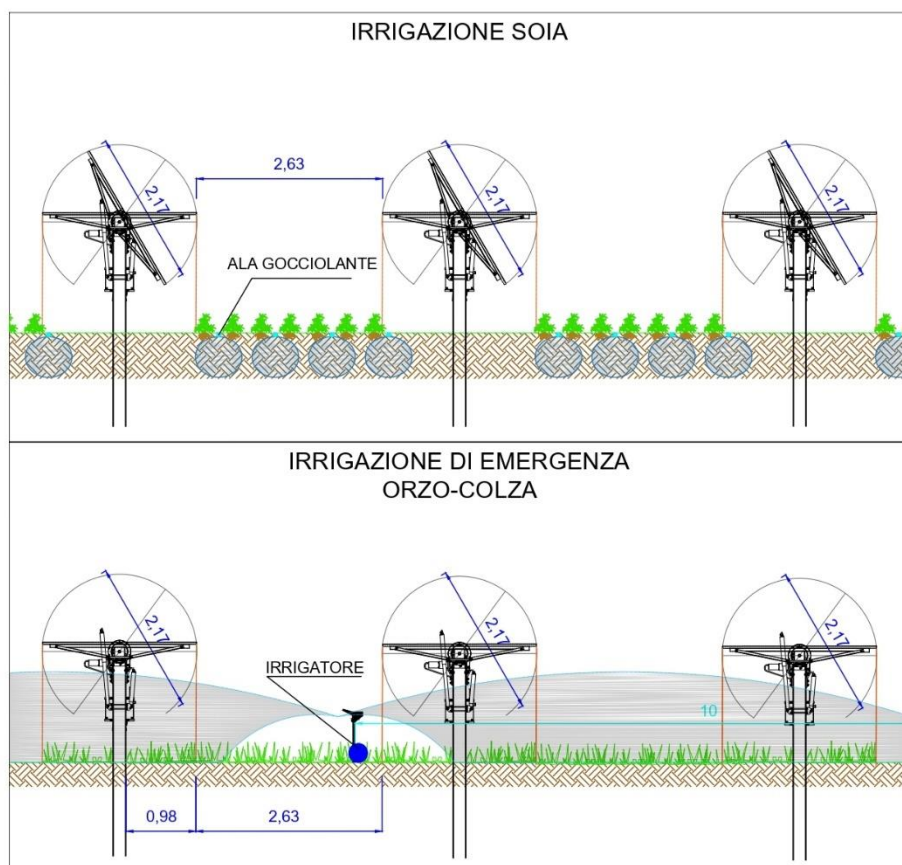
**Figura 7.** Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per la trebbiatura

Considerata la SAU aziendale e, vista la tradizione culturale dell'areale, non si ritiene opportuno l'acquisto di mezzi agricoli, ma per le operazioni di lavorazione del terreno, concimazione, semina e raccolta si ricorrerà a contoterzismo.

### 7.1 Progettazione delle soluzioni irrigue

Per quanto riguarda il sistema di irrigazione, visto il basso fabbisogno idrico delle specie prese in considerazione -colza e orzo- 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 8b). Mentre, per la coltura di soia, la quale necessita di un fabbisogno idrico maggiore, si è optato per un sistema di irrigazione localizzato che è in grado di ridurre al minimo il dispendio idrico (Figura 8a).





**Figura 8.** Rappresentazione dei due sistemi d'irrigazione utilizzati in caso di deficit idrico

## 7.2 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 agricola

Per ogni operazione dell'impianto agrario, è stato analizzato il costo totale ad ettaro, quindi la superficie effettiva ad ettaro utilizzata, escludendo l'impianto FV, 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.

Avendo a disposizione tre appezzamenti distinti 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 |         |
| SUP.   | COLTURA | SUP.   | COLTURA | SUP.   | COLTURA |
| 16,33  | SOIA    | 16,33  | ORZO    | 16,33  | COLZA   |
| 4,11   | COLZA   | 4,11   | SOIA    | 4,11   | ORZO    |
| 4,93   | ORZO    | 4,93   | COLZA   | 4,93   | SOIA    |

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua del *Glycine max*.

| SOIA           |          | COSTI          |                 |                |                |                |                |
|----------------|----------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                |          | 1°ANNO         |                 | 2°ANNO         |                | 3°ANNO         |                |
| OPERAZIONE     | €/ha     | Sup.NETTA (ha) | €/TOT           | Sup.NETTA (ha) | €/TOT          | Sup.NETTA (ha) | €/TOT          |
| ARATURA        | 220,00 € | 16,33          | 3.594 €         | 4,11           | 905 €          | 4,93           | 1.086 €        |
| CONCIMAZIONE 1 | 180,00 € | 16,33          | 2.940 €         | 4,11           | 740 €          | 4,93           | 888 €          |
| ERPICATURA X 2 | 160,00 € | 16,33          | 2.614 €         | 4,11           | 658 €          | 4,93           | 790 €          |
| ACQUISTO SEME  | 180,00 € | 16,33          | 2.940 €         | 4,11           | 740 €          | 4,93           | 888 €          |
| SEMINA         | 80,00 €  | 16,33          | 1.307 €         | 4,11           | 329 €          | 4,93           | 395 €          |
| DISERBO        | 120,00 € | 16,33          | 1.960 €         | 4,11           | 493 €          | 4,93           | 592 €          |
| RACCOLTA       | 180,00 € | 16,33          | 2.940 €         | 4,11           | 740 €          | 4,93           | 888 €          |
| <b>TOTALE</b>  |          |                | <b>18.295 €</b> |                | <b>4.605 €</b> |                | <b>5.527 €</b> |

| SOIA     |      | RICAVI         |        |      |          |
|----------|------|----------------|--------|------|----------|
| PRODOTTO | ANNO | Sup.NETTA (ha) | kg TOT | €/kg | €/TOT    |
| GRANELLA | 1°   | 16,33          | 52272  | 0,65 | 33.977 € |
|          | 2°   | 4,11           | 13157  | 0,65 | 8.552 €  |
|          | 3°   | 4,93           | 15790  | 0,65 | 10.264 € |

| BUSINESS PLAN-SOIA |          |          |              |
|--------------------|----------|----------|--------------|
| ANNO               | COSTI    | PLV      | RICAVI NETTI |
| 1°                 | 18.295 € | 33.977 € | 15.682 €     |
| 2°                 | 4.605 €  | 8.552 €  | 3.947 €      |
| 3°                 | 5.527 €  | 10.264 € | 4.737 €      |

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua del *Brassica napus*.

| COLZA         |          | COSTI          |                |                |                |                |                 |
|---------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|               |          | 1°ANNO         |                | 2°ANNO         |                | 3°ANNO         |                 |
| OPERAZIONE    | €/ha     | Sup.NETTA (ha) | €/TOT          | Sup.NETTA (ha) | €/TOT          | Sup.NETTA (ha) | €/TOT           |
| ERPICATURA    | 80,00 €  | 4,11           | 329 €          | 4,93           | 395 €          | 16,33          | 1.307 €         |
| CONCIMAZIONE  | 150,00 € | 4,11           | 617 €          | 4,93           | 740 €          | 16,33          | 2.450 €         |
| ERPICATURA    | 80,00 €  | 4,11           | 329 €          | 4,93           | 395 €          | 16,33          | 1.307 €         |
| ACQUISTO SEME | 150,00 € | 4,11           | 617 €          | 4,93           | 740 €          | 16,33          | 2.450 €         |
| SEMINA        | 80,00 €  | 4,11           | 329 €          | 4,93           | 395 €          | 16,33          | 1.307 €         |
| RACCOLTA      | 180,00 € | 4,11           | 740 €          | 4,93           | 888 €          | 16,33          | 2.940 €         |
| <b>TOTALE</b> |          |                | <b>2.960 €</b> |                | <b>3.553 €</b> |                | <b>11.761 €</b> |

| COLZA    |      | RICAVI         |        |      |          |
|----------|------|----------------|--------|------|----------|
| PRODOTTO | ANNO | Sup.NETTA (ha) | kg TOT | €/kg | €/TOT    |
| SEME     | 1°   | 4,11           | 11513  | 0,35 | 4.029 €  |
|          | 2°   | 4,93           | 13817  | 0,35 | 4.836 €  |
|          | 3°   | 16,33          | 45738  | 0,35 | 16.008 € |

| BUSINESS PLAN-COLZA |          |          |              |
|---------------------|----------|----------|--------------|
| ANNO                | COSTI    | PLV      | RICAVI NETTI |
| 1°                  | 2.960 €  | 4.029 €  | 1.069 €      |
| 2°                  | 3.553 €  | 4.836 €  | 1.283 €      |
| 3°                  | 11.761 € | 16.008 € | 4.247 €      |

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua del *Hordeum vulgare*.

| ORZO           |          | COSTI          |                |                |                 |                |                |
|----------------|----------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
|                |          | 1°ANNO         |                | 2°ANNO         |                 | 3°ANNO         |                |
| OPERAZIONE     | €/ha     | Sup.NETTA (ha) | €/TOT          | Sup.NETTA (ha) | €/TOT           | Sup.NETTA (ha) | €/TOT          |
| ARATURA        | 140,00 € | 4,93           | 691 €          | 16,33          | 2.287 €         | 4,11           | 576 €          |
| CONCIMAZIONE 1 | 150,00 € | 4,93           | 740 €          | 16,33          | 2.450 €         | 4,11           | 617 €          |
| ERPICATURA X 2 | 160,00 € | 4,93           | 790 €          | 16,33          | 2.614 €         | 4,11           | 658 €          |
| ACQUISTO SEME  | 150,00 € | 4,93           | 740 €          | 16,33          | 2.450 €         | 4,11           | 617 €          |
| SEMINA         | 80,00 €  | 4,93           | 395 €          | 16,33          | 1.307 €         | 4,11           | 329 €          |
| CONCIMAZIONE 2 | 150,00 € | 4,93           | 740 €          | 16,33          | 2.450 €         | 4,11           | 617 €          |
| RACCOLTA       | 150,00 € | 4,93           | 740 €          | 16,33          | 2.450 €         | 4,11           | 617 €          |
| <b>TOTALE</b>  |          |                | <b>4.836 €</b> |                | <b>16.008 €</b> |                | <b>4.029 €</b> |

| ORZO     |      | RICAVI         |        |      |             |
|----------|------|----------------|--------|------|-------------|
| PRODOTTO | ANNO | Sup.NETTA (ha) | kg TOT | €/kg | €/TOT       |
| GRANELLA | 1°   | 4,93           | 22205  | 0,35 | 7.771,87 €  |
|          | 2°   | 16,33          | 73507  | 0,35 | 25.727,52 € |
|          | 3°   | 4,11           | 18502  | 0,35 | 6.475,79 €  |

| BUSINESS PLAN-ORZO |          |             |              |
|--------------------|----------|-------------|--------------|
| ANNO               | COSTI    | PLV         | RICAVI NETTI |
| 1°                 | 4.836 €  | 7.771,87 €  | 2.936 €      |
| 2°                 | 16.008 € | 25.727,52 € | 9.719 €      |
| 3°                 | 4.029 €  | 6.475,79 €  | 2.446 €      |

Di seguito si riportano i costi relativi all'acquisto delle attrezzature.

| ATTREZZATURE      | COLTURA | COSTO             |
|-------------------|---------|-------------------|
| ALE<br>GOCCOLANTI | SOIA    | 2.000,00 €        |
| IMPIANTO          |         | 1.500,00 €        |
| TUBAZIONE         |         | 3.000,00 €        |
|                   |         | <b>6.500,00 €</b> |

Per quanto riguarda gli altri 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 **497.396 €**. Ciò sta a dimostrare che il progetto FV, oltre ad un beneficio economico derivante dalla produzione di energia, riesce a fornire un discreto introito derivante dall'attività agricola.

| ANNO | BP           |          |          |          | ATTREZZATURA | Δ TOTALE |
|------|--------------|----------|----------|----------|--------------|----------|
|      |              | SOIA     | COLZA    | ORZO     | IRRIGAZIONE  |          |
| 1°   | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | 22.000 €     | 48.091 € |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 € |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | -2.313 € |
| 2°   | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 € |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 € |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 € |
| 3°   | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 € |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 € |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 € |
| 4°   | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 € |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 € |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 € |
| 5°   | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 € |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 € |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 € |
| 6°   | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 € |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 € |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 € |
| 7°   | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 € |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 € |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 € |
| 8°   | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 € |

| ANNO | BP           | SOIA     | COLZA    | ORZO     | ATTREZZATURA | Δ TOTALE  |
|------|--------------|----------|----------|----------|--------------|-----------|
|      |              |          |          |          | IRRIGAZIONE  |           |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 €  |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 €  |
| 9°   | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 €  |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 €  |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 €  |
| 10°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 €  |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 €  |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 €  |
| 11°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 €  |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 €  |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 €  |
| 12°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 €  |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 €  |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 €  |
| 13°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 €  |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 €  |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 €  |
| 14°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 €  |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 €  |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 €  |
| 15°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 €  |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 €  |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 €  |
| 16°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 €  |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 €  |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 €  |
| 17°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 €  |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 €  |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 €  |
| 18°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 €  |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 €  |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 €  |
| 19°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 €  |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 €  |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 €  |
| 20°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 €  |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 €  |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 €  |
| 21°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | 22.000 €     | 43.317 €  |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 €  |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | -10.569 € |
| 22°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 €  |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 €  |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 €  |
| 23°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 €  |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 €  |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 €  |
| 24°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 €  |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 €  |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 €  |

| ANNO | BP           |          |          |          | ATTREZZATURA | Δ TOTALE |
|------|--------------|----------|----------|----------|--------------|----------|
|      |              | SOIA     | COLZA    | ORZO     | IRRIGAZIONE  |          |
| 25°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 € |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 € |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 € |
| 26°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 € |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 € |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 € |
| 27°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 € |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 € |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 € |
| 28°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 € |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 € |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 € |
| 29°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 € |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 € |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 € |
| 30°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 € |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 € |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 € |
| 31°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 € |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 € |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 € |
| 32°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 € |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 € |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 € |
| 33°  | COSTI        | 5.527 €  | 11.761 € | 4.029 €  | -            | 21.317 € |
|      | PLV          | 10.264 € | 16.008 € | 6.476 €  | -            | 32.748 € |
|      | RICAVI NETTI | 4.737 €  | 4.247 €  | 2.446 €  | -            | 11.431 € |
| 34°  | COSTI        | 18.295 € | 2.960 €  | 4.836 €  | -            | 26.091 € |
|      | PLV          | 33.977 € | 4.029 €  | 7.772 €  | -            | 45.778 € |
|      | RICAVI NETTI | 15.682 € | 1.069 €  | 2.936 €  | -            | 19.687 € |
| 35°  | COSTI        | 4.605 €  | 3.553 €  | 16.008 € | -            | 24.166 € |
|      | PLV          | 8.552 €  | 4.836 €  | 25.728 € | -            | 39.116 € |
|      | RICAVI NETTI | 3.947 €  | 1.283 €  | 9.719 €  | -            | 14.949 € |

RICAVI 1°-35 = 497.369,13 €  
€/ANNO = 14.210,55 €

## 10. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento

### 10.1 Benefici dell'impianto FV

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 FV offre un'importante e valida alternativa rendendo possibile la coltivazione dei terreni e la produzione di energia.

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

- **51,5 % Superficie non Coltivata**

- **47,2 % Superficie Coltivata**

Il presente sistema di FV 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 all'interno del prato polifita. 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'impatto più significativo generato da un impianto fotovoltaico è senza dubbio l'impatto visivo. Tuttavia, la struttura, sia per la sua "leggerezza costruttiva", sia per le limitate dimensioni dei pannelli, risulta adeguatamente integrata all'ambiente agricolo e al paesaggio circostante.

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.

- Cover Crops

L'utilizzo di colture di copertura non destinate alla raccolta, viene impiegato per migliorare la fertilità del suolo e mitigare gli impatti ambientali agricoli. I vantaggi di questa tecnica agronomica, nel dettaglio, includono: i) incremento della sostanza organica; ii) miglioramento della biodiversità ambientale e microbiologica; iii) apporto di elementi nutritivi alla coltura in successione; iv) contenimento dell'erosione e di lisciviazione di elementi nutritivi e fitofarmaci; v) miglioramento della struttura del suolo grazie alla maggiore stabilità degli aggregati e al migliore equilibrio tra macro- e micro-porosità del suolo.

- 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 di essenze tipiche del luogo di altezza pari alla recinzione perimetrale dell’impianto fotovoltaico. La siepe perimetrale ha lo scopo di schermare l’impianto e contribuire all’inserimento paesaggistico e ambientale dell’opera.

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 |
| <i>Glycine max</i>             | Lavorazione                        |           |                     |          |                                  |         |          | Concimazione/           |          | Crescita vegetativa/Irrigazione |          |        | Raccolta    |           |
| <i>Glycine max</i><br>SOIA     | Lavorazione<br>primaria/secondaria |           |                     |          |                                  |         |          | Concimazione/<br>Semina |          | Crescita vegetativa/Irrigazione |          |        | Raccolta    |           |
| <i>Brassica napus</i><br>COLZA | Lavorazione<br>primaria/secondaria |           | Semina/Concimazione |          | Crescita vegetativa della pianta |         |          | Concimazione            |          | Crescita                        | Raccolta |        | Lavorazione |           |
| <i>Hordeum vulgare</i><br>ORZO | Lavorazione<br>primaria/secondaria |           | Concimazione        |          |                                  |         |          | Semina                  | Crescita |                                 | Raccolta |        | Lavorazione |           |