

AgroPhotoVoltaico Multi-uso e aspetti di mitigazione

IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI SPERIMENTALI IN FUNZIONE DEL DESIGN

Comuni di Ceregnano e Villadose (RO)

Indice

1. Introduzione	3
2. Il contesto normativo	4
2.1. Il procedimento autorizzativo	7
2.2. Requisiti nuove linee guida.....	9
3. <i>SoW-Scope of Work</i>	10
4. Descrizione del sito.....	10
4.1. <i>Layout</i> dell'impianto.....	11
4.2. Effetti microclimatici dell'impianto APV.....	13
4.3. Caratterizzazione del suolo	14
4.4. Aspetti climatici	14
5. Soluzioni.....	17
5.1. Rotazioni	17
6. Sperimentazione.....	20
6.1. Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni.....	20
6.2. Progettazione delle soluzioni irrigue	23
7. <i>Design</i> sperimentale.....	23
7.1. Descrizione della sperimentazione per parcelle.....	23
7.2. 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 agrivoltaica.....	30
10. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento	33
10.1. Benefici dell'impianto APV	33
11.1. Impatti ambientali	34
11. Cronoprogramma	35
12. Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici.....	36
12.1. REQUISITO A:.....	36
12.2. REQUISITO B:	37
12.3. REQUISITO C:	38
12.4. REQUISITO D ed E:.....	39
13. Conclusioni	41

1. Introduzione

Con il termine AgriPhotoVoltaic (abbreviato APV) si indica un settore, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli per la produzione agricola e produzione di energia elettrica attraverso l'instalVenetone, sullo stesso terreno, di impianti agrivoltaici in combinazione con la coltivazione agricola (agrivoltaico).

La cosiddetta "generazione distribuita", infatti, non potrà fare a meno, per molte ragioni, di impianti 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 integrare la produzione agricola ed elettrica in nuovi sistemi.

I sistemi agrivoltaici sono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare agrivoltaico (PV) con la produzione agricola e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di Agricoltura 4.0 e l'instalVenetone 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 di un modello di agricoltura razionale, 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 l'ambiente, puntando anche all'impiego di mezzi agricoli elettrici. Questa reVenetone tecnica deve servire anche come supporto all'Azienda per comprendere i fattori che agiscono sulla scelta della coltura in funzione del *design* impiantistico dell'impianto agrivoltaico.

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 Agrovoltaici 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 revisioni 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 agrovoltaiica 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 Agrovoltaiici 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 reVenetone, 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.

2.2. Requisiti nuove linee guida

Le nuove Linee Guida (D.M. del MITE del 27 giugno 2022) e il DM Agrivoltaico del 14 febbraio 2024, definiscono gli aspetti ed i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati.

I requisiti definiti sono i seguenti:

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

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

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

3. SoW-Scope of Work

Scopo principale del presente *Report* è definire soluzioni agronomiche da integrare con l'impianto solare per il sito ubicato nei Comuni di Ceregnano e Villadose (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 suddivisa in 4 sottocampi:

- **AREA A:** censita al N.C.T del Comune di Villadose (RO); più precisamente interessa le Particelle 58, 66 e 77 del Foglio 26 Sezione A e le Particelle 44, 45, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 77 e 83 del Foglio 27 Sezione A, per una superficie complessiva di circa 16 ettari (Figura 1). Le coordinate geografiche sono: 45°04'00.08" N e 11°55'53.28" E. L'altimetria è di circa 0 m s.l.m.. L'area di interesse è situata a circa 3 km a est del centro abitato di Villadose e a sud confina con la strada regionale SR443.
- **AREA B:** censita al N.C.T del Comune di Villadose (RO); più precisamente interessa le Particelle 51, 60, 62, 64, 134, 135, 136, 137, 138, 186 e 187 del Foglio 24 Sezione A e le Particelle 230 e 268 del Foglio 25 Sezione A, per una superficie complessiva di circa 12 ettari (Figura 1). Le coordinate geografiche sono: 45°03'28.40" N e 11°55'11.53" E. L'altimetria è di circa 0 m s.l.m.. L'area di interesse è situata a circa 1,5 km a sud-est del centro abitato di Villadose e a nord confina con la strada regionale SR443.
- **AREA C:** censita al N.C.T del Comune di Ceregnano (RO); più precisamente interessa le Particelle 2 e 189 del Foglio 11 Sezione A, per una superficie complessiva di circa 9 ettari (Figura 1). Le coordinate geografiche sono: 45°03'16.87" N e 11°55'43.77" E. L'altimetria è di circa 0 m s.l.m.. L'area di interesse è situata a circa 3,2 km a sud-est del centro abitato di Villadose e a sud si trova a circa 1 km dalla strada regionale SR443.
- **AREA D:** censita al N.C.T del Comune di Ceregnano (RO); più precisamente interessa la Particella 191 del Foglio 11 Sezione A, per una superficie complessiva di circa 10,4 ettari (Figura 1). Le coordinate geografiche sono: 45°03'00.11" N e 11°55'51.49" E. L'altimetria è di circa 0 m s.l.m.. L'area di interesse è situata a circa 3,4 km a sud-est del centro abitato di Villadose e a sud si trova a circa 1,5 km dalla strada regionale SR443.



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

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 tra le fila di 5,30 m di cui 4,3 m utili (Figura 3). I pannelli presentano un'altezza minima da terra di 2,10 m e una larghezza di 2,38 m (Figura 3).

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico ad inseguimento mono-assiale, è costituita da due sottocampi per un'estensione complessiva di circa 48 ettari, la cui potenza complessiva massima sarà pari a **37.481,04 kWp**.

La superficie risulta essere così ripartita:

- Superficie Totale Impianto APV: **47.54.71 ha**;
- Superficie Coltivata APV: **36.10.92 ha**;
- Superficie fascia buffer APV: **06.10.17 ha**;
- Viabilità: **02.58.04 ha**;
- Fascia di mitigazione: **02.67.47 ha**;
- Cabine: **00.08.11 ha**.

RIPARTIZIONE SAT-APV_Ceregnano+Villadose								
Area	Coltura	Potenza (kWp)	S.agr	S.fascia buffer	Cabine	Viabilità	Fascia mit.	SAT
AREA A	FRUMENTO T.	11819,52	12,6551	1,6251	0,0213	0,8540	0,7332	15,8887
AREA B	FRUMENTO T.	9584,64	8,5351	1,7720	0,0324	0,7322	0,9332	12,0049
AREA C	FRUMENTO T.	7464,96	7,1535	1,0907	0,0201	0,4733	0,4742	9,2118
AREA D	FRUMENTO T.	8611,92	7,7655	1,6139	0,0073	0,5209	0,5341	10,4417
TOT =		37481	36,1092	6,1017	0,0811	2,5804	2,6747	47,5471
% =			75,9	12,8	0,2	5,4	5,6	100

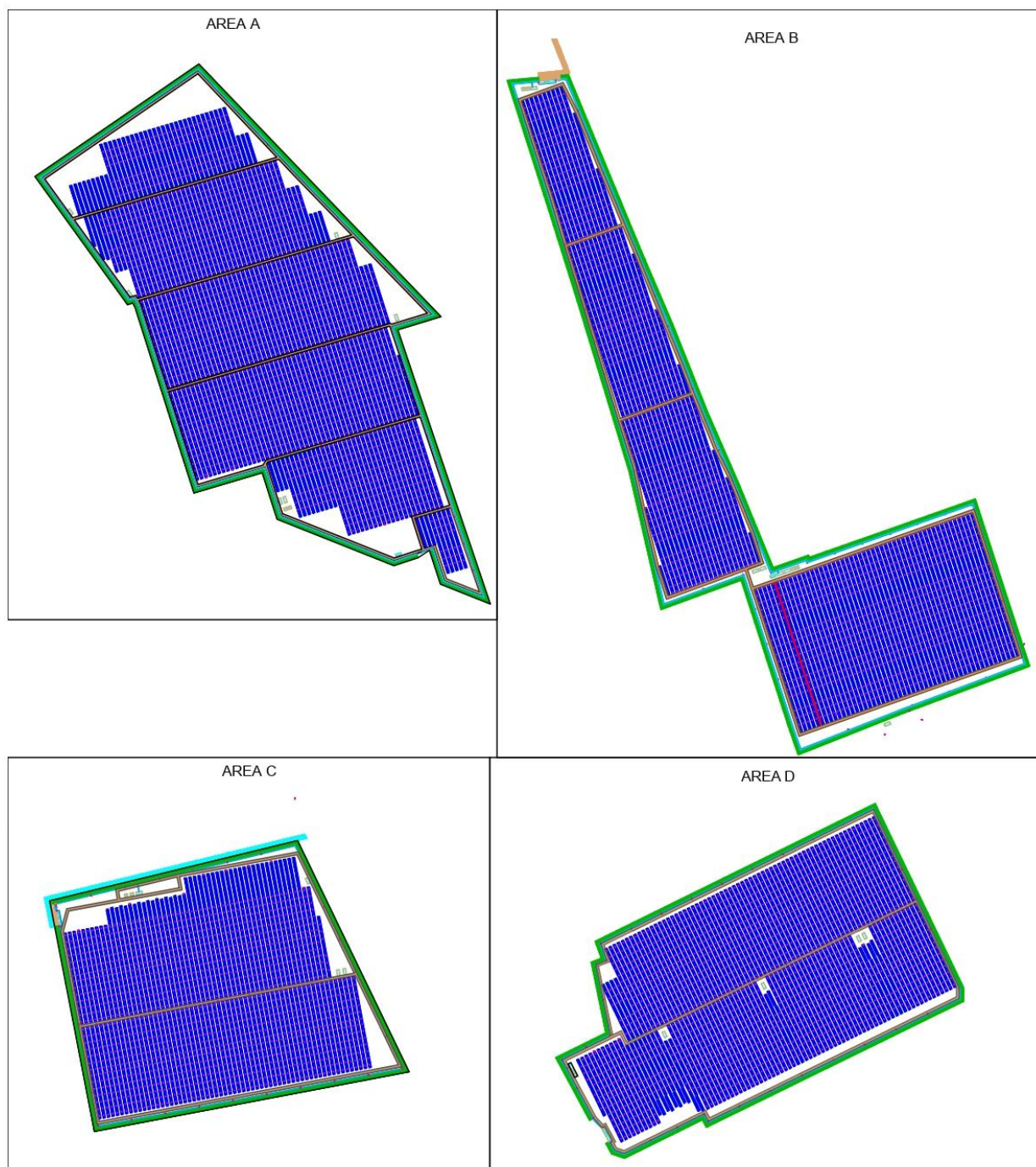


Figura 2. Visualizzazione generale dell'area

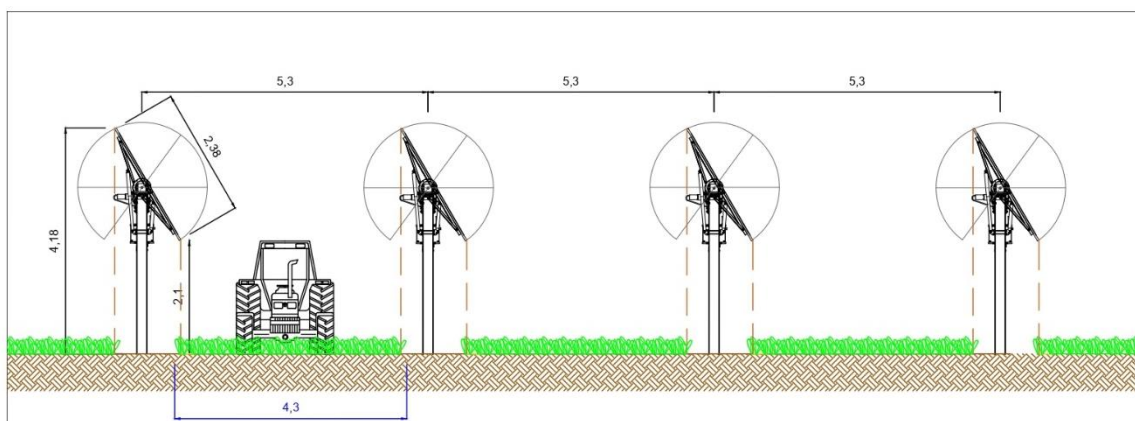


Figura 3. Caratteristiche del pannello

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 si estende nella parte inferiore della Pianura Padana, pianura di origine alluvionale. Dal punto di vista morfologico il territorio risulta collocato nella stretta fascia compresa fra i fiumi Adige e Po, formatasi in seguito a numerose esondazioni e divagazioni di tali corsi d'acqua e dei suoi affluenti attuali e recenti. Nel dettaglio, secondo la Carta dei suoli della provincia di Rovigo, il sito ricade nella *pianura alluvionale del fiume PO, a sedimenti molto calcarei, con dossi fluviali costituiti prevalentemente da limi e sabbie e pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi.*

I terreni dell'area hanno un buon grado di fertilità, sono freschi, profondi e poveri di scheletro in superficie, ricchi di elementi minerali e *humus*, con un buon contenuto in sostanza organica e buon livello di potenziale biologico. Sono quindi a medio impasto, tendenti allo sciolto, poco soggetti a ristagni idrici e con pH 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. Per avere una visione ampia del territorio in Tabella 1 è riportata la media della

temperatura mensile dall'anno 1994 al 2023 della stazione meteo di Ceregnano (RO), stazione meteo più prossima all'area in oggetto. 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. I dati sottoesposti definiscono l'areale di coltivazione in una fascia climatica sub-continentale con una media mensile annua di temperatura di 13,7 °C. In Tabella 2 vengono riportate le precipitazioni medie mensili dall'anno 1994 al 2023 della stazione meteo di Ceregnano (RO), stazione meteo più prossima all'area in oggetto. I dati mostrano come l'andamento medio pluviometrico risulti essere medio-alto (731.2 mm), con precipitazioni concentrate nei mesi di maggio, ottobre e novembre.

Tabella 1. Temperature medie mensili dall'anno 1994 al 2023. Stazione meteo Villadose (RO). Fonte ARPAV Centro Meteorologico di Teolo

Temperature medie mensili (°C)													
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Media mensile
1994	4.6	4.2	10.9	11.8	17.5	21.1	24.7	24.8	19.1	12.7	10.2	4.6	13.8
1995	1.7	5.3	7.3	11.7	16.9	19.5	24.6	21.6	17.3	13.9	7	4.3	12.6
1996	4.3	3	6.1	14.2	17.8	21.9	21.8	21.6	15.8	12.9	9.1	4	12.7
1997	3.9	5.2	9.6	10.8	18	20.4	21.9	22	18.7	13.3	8.3	4.3	13
1998	4.3	5.5	7.8	12.3	17.8	22.2	24	24	18.4	13.6	6.4	1.6	13.2
1999	2.3	2.9	8.7	13.1	19	21.2	23.3	22.9	20.5	14.1	6.5	2.5	13.1
2000	0.1	4.2	8.6	14.5	19.9	22.5	22	23.9	19	14.8	9.8	5.6	13.7
2001	4.7	5.3	10.5	12.1	19.9	20.9	23.6	24.3	16.6	16.2	6.4	0.6	13.4
2002	0.4	5.8	10.1	12.8	18.3	23	22.8	22.1	17.9	14.2	10.6	5.8	13.6
2003	2.4	2	8.4	11.8	20.3	25.8	25.1	27.2	18.5	12.1	9.8	4.7	14
2004	2.1	3.4	7.7	13	16.3	21.7	23.6	23.5	18.7	15.8	8.4	5	13.3
2005	1.2	2.1	7.5	12.1	18.5	22.3	23.6	21.2	19.6	13.5	7.6	2.6	12.6
2006	1.8	4.3	7.1	13.3	17.6	21.9	25.1	20.3	19.9	15.1	8.7	5.1	13.3
2007	5.2	6.3	9.4	15.4	18.8	21.9	24.3	22.7	18	13.5	7.1	2.9	13.8
2008	4.9	4.8	8.4	12.7	18.2	21.8	23.7	23.8	18.1	15	8.7	4.3	13.7
2009	2.4	4.9	8.5	13.9	20.1	21.6	23.9	24.4	19.9	13.6	9.6	3.1	13.8
2010	2.1	4.9	7.8	13.3	17.5	21.7	25.3	22.8	18	12	9.7	1.8	13.1
2011	2.7	4.4	8.9	15.6	19.3	22.2	23.2	25.1	22.1	13.2	7.4	4	14
2012	1.4	1.9	11.2	13	18.1	22.6	25	25.6	19.8	14.7	10.1	2.3	13.8
2013	3.4	3.6	7.6	13.7	16.8	22	25	23.5	19.6	15.3	9.9	4	13.7
2014	6.6	8	10.9	14.9	17.6	22.5	22.5	21.9	18.7	16	11.5	6.1	14.8
2015	3.7	5.6	9.1	13.2	18.6	22.6	26.7	24	19.6	13.8	8.1	3.6	14.1
2016	3.2	7.5	9.5	14.1	17.3	21.8	25	22.7	20.5	13.3	9.3	3.1	13.9
2017	0.9	6.5	11.3	14.1	18.8	24.2	24.6	24.9	17.7	13.9	8.1	2.9	14
2018	5.4	3.7	7.3	15.9	19.8	22.8	24.9	24.9	20.3	15.8	11.2	3.3	14.6
2019	2.3	5.9	9.8	13.2	15	25.2	25.2	24.6	19.5	15.9	10.7	5.7	14.4
2020	3.7	7.4	9.3	14	18.6	21.9	24.2	24.2	20.1	13.5	8.6	6	14.3
2021	2.9	6.9	8.4	11.3	16.6	24	24.6	23.2	19.8	13.3	9.6	4.2	13.7
2022	3.1	6	7.7	12.1	20	24.8	26.2	24.4	19.5	16.9	10	6.4	14.8
2023	5.9	5.2	10.3	12.2	17.6	23.1	25.1	24.2	21.4	17.1	8.5	5.2	14.6
Media mensile	3.1	4.9	8.9	13.2	18.2	22.4	24.2	23.5	19.1	14.3	8.9	4	13.7

Tabella 2. Precipitazioni medie mensili dall'anno 1994 al 2023. Stazione meteo Villadose (RO). Fonte ARPAV Centro Meteorologico di Teolo

Precipitazioni medie-mensili (mm)													
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Somma annuale
1994	44.6	23.4	0.8	83.6	34.2	45.4	25	62.4	130	71.8	39.2	23.4	583.8
1995	14.8	78	27.6	28	143.6	134.2	15.2	213.8	98.4	4.8	19	123.2	900.6
1996	57	48.4	25	61.6	113.2	64.8	23	95.2	58.8	96.4	96.8	139.4	879.6
1997	75.8	7.8	21.2	26	54.4	91	65.6	30.2	24.4	6.6	98.6	59.8	561.4
1998	35	11.2	13.6	81.4	87.6	44	55	7.6	88.4	122	24.2	31.8	601.8
1999	38.4	14.2	42.8	79.4	29	83.6	62.6	29.8	44	111.6	147.2	45.2	727.8
2000	3.8	8.8	52	68.6	45.2	83	64.6	38.6	69.4	142.8	133.8	61.4	772
2001	77.4	27.2	117.8	41.4	62.4	84.2	82.8	22.2	127	51.2	36.2	3.8	733.6
2002	29.4	49.4	2	132.6	107.4	82.4	126	155.4	54	109.2	73	106.8	1027.6
2003	32.4	12	15.2	88.8	27.4	38.8	21.6	19.2	39.8	71.2	100	64.2	530.6
2004	60.4	139.2	123.4	114.8	66	62.2	31.6	33	50.4	94	105.6	87.2	967.8
2005	23.2	6.4	18.4	87.2	61.6	19.4	74.8	169.2	54.2	252.4	150.6	55.6	973
2006	25	32	38.8	51.4	62.8	8.4	32.4	76.4	92	17	26.8	25.6	488.6
2007	18.4	49.6	99.4	0.4	113.8	108.2	16.2	44.2	47.4	45.6	16	39	598.2
2008	51	19.8	39	59	29.2	144.8	24.4	27.4	35.2	25.8	161.6	118.2	735.4
2009	77	48.4	94.6	131	62.6	57.6	56	29.8	154.8	36	63	55.2	866
2010	51.6	99.8	50.4	67.2	107.6	137.8	21.8	67.6	34.6	87.4	109.4	71.2	906.4
2011	6.6	49	84.4	8	46.4	54.4	50	0	46.2	79.2	49.4	18.4	492
2012	8.8	21.8	0.2	71.4	98	15.8	4	1	125.8	185.6	82	33.4	647.8
2013	88.6	95.4	193	68.8	111	28.4	38.2	56.2	19.2	85.8	128	12	924.6
2014	153.4	124.8	58.6	120.4	56.4	40.6	92.4	50.8	85.4	27.4	70.8	61.2	942.2
2015	15.8	95.8	80	48.6	86.2	100.2	31	47.2	33.8	85.4	26.4	4	654.4
2016	44.2	161.4	75.8	13	169.8	134.4	3.2	58.2	54.8	116.2	99.8	4.4	935.2
2017	9.8	83.8	8.4	61.6	71.2	29.2	26.6	11.8	124.6	16.8	138.2	30.4	612.4
2018	12	95.8	113.4	14.8	58.8	68.2	47.6	54.8	111.8	93.4	80	21.6	772.2
2019	18.8	28.2	14.8	107.4	162	3.6	93.4	18.2	60.6	44.2	160	96.2	807.4
2020	25.2	7.4	52.4	8.2	17	84.6	55.8	76.6	31.2	94.8	14.4	105.8	573.4
2021	44.6	11.2	8	63.6	86.6	15.2	35.4	21.8	27.2	6.6	62.8	44.2	427.2
2022	30.4	6.4	24.2	48	52.6	5.4	40.4	62.6	71.4	3.2	159	84	587.6
2023	48.4	7.6	29.6	43.2	248.6	78.6	31	38.2	22.2	75.8	59	23.8	706
Media mensile	40.7	48.8	50.8	62.6	82.4	64.9	44.9	54	67.2	75.3	84.4	55	731.2

5. Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrivoltaico nel sito ubicato nel Comune di Ceregnano (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.

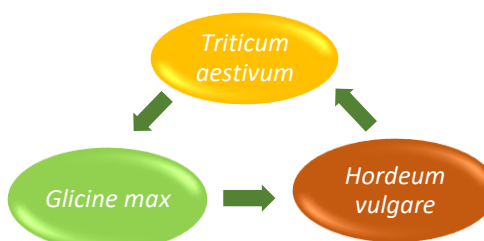
Il terzo vincolo è forse il più limitante, perché restringe la scelta a quelle specie e/o varietà che hanno un *habitus* strisciante o prostrato, in modo da non superare i 50-120 cm di altezza e quindi non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici.

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 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*, *Triticum aestivum* e *Hordeum vulgare*, che vantano rispettivamente una produzione di 30.217, 26.543 ettari e 4.404 ettari (dati ISTAT 2023). Le tre colture scelte sono state ideate in un sistema di rotazione annuale per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.



Ciclo I: 3 anni con *Triticum aestivum*, *Glicine max* e *Hordeum vulgare* utilizzati per fini agro-industriali e zootecnici.



CICLO I-3 ANNI



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

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <i>Triticum aestivum</i> Resa: 4,5-8 t/ha 	Il frumento tenero è una pianta erbacea annuale, con altezza inferiore al metro.	La semina si effettua dalla seconda metà di ottobre fino all'inizio di dicembre, nel caso del meridione. La dose di seme è di circa 450 semi/mq ad una profondità di 2-5 cm.	Il frumento tenero predilige terreni di tessitura da media a pesante, di buona struttura, ben sistemati idraulicamente. Importanti sono le concimazioni azotate, fosfatiche e potassiche, nelle dosi rispettivamente di 140 kg/ha, 60 kg/ha e 120 kg/ha.	Le irrigazioni risultano essere superflue.	La raccolta va da fine maggio-inizio giugno (meridione) alla seconda metà di giugno-inizio luglio (centro). La raccolta avviene per mezzo di una mietitrebbia.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <i>Glycine max</i> Resa: 3,5-4,5 t/ha 	La soia è una pianta erbacea estiva, con altezza compresa tra i 70-120 cm, a seconda delle cultivar.	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 ² .	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.	Le irrigazioni risultano necessarie dove la piovosità estiva non è regolare ed abbondante.	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).

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p><i>Hordeum vulgare</i> Resa: 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>Triticum aestivum</i> L.</p>	
<p>Descrizione botanica</p>	<p>Ordine: Poales Famiglia: Poaceae Genere: <i>Triticum</i> Specie: <i>T. aestivum</i></p>	
<p>Il frumento è una pianta erbacea annuale, in particolare un cereale autunno-vernino. 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 e consta di radici seminali e avventizie. Il fusto è un culmo costituito di nodi e internodi e termina con l'infiorescenza. Ogni foglia è formata da guaina e lamina. La guaina è inserita sul nodo ed avvolge il culmo, e continua con la lamina, lineare, parallelinervia. L'infiorescenza è una pannocchia apicale, detta spiga, compatta e generalmente mutica. Su ogni nodo del rachide è inserita una spighetta pluriflora. Il numero di spighette per spiga (variabile a seconda della varietà e delle condizioni agro-ambientali) è mediamente di 20-25. La fioritura va da maggio a giugno. L'impollinazione è autogama. Il frutto è una cariosside opaca di 5-7 mm, normalmente libera da lemma e palea. È una archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 1.200 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 e per la sua elevata produzione alimentare.</p>		
<p>Meccanizzazione</p>		
<p>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.</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>		
<p>Il frumento tenero 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>		



Glycine max L.

Descrizione botanica	Ordine: Fabales Famiglia: Fabaceae Genere: <i>Glycine</i> Specie: <i>G. max</i>
<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 simbiote 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>	
Finalità della produzione	Alimentare
<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.</p>	
Meccanizzazione	
<p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere una 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>	



Hordeum vulgare L.

Descrizione botanica	Ordine: Poales Famiglia: Poaceae Genere: Hordeum Specie: H. vulgare
-----------------------------	--

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..

Finalità della produzione	Alimentare animale
----------------------------------	---------------------------

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.

Meccanizzazione	
------------------------	--

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.



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.

6.2. Progettazione delle soluzioni irrigue

Date le colture scelte, già coltivate negli anni precedenti, e la piovosità media dell'areale, non si ritiene necessario adottare un sistema d'irrigazione stabile per le colture, le quali verranno condotte in asciutta.

Coltura	Fabbisogno idrico (mm/anno/ha)	Ciclo colturale	Piovosità media (mm/anno)
FRUMENTO T.	450-550	nov.-lug.	492,8
SOIA	400-600	apr.-set.	436,4
ORZO	400-500	nov.-lug.	492,8

7. Design sperimentale

7.1. Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nel campo agrivoltaico possono essere utilizzate specie erbacee con limitata crescita verticale: soia, frumento tenero ed orzo (Figura 4).

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

- **Frumento tenero:** durata impianto 1 anno;
- **Soia:** durata impianto 1 anno;
- **Orzo:** durata impianto 1 anno.

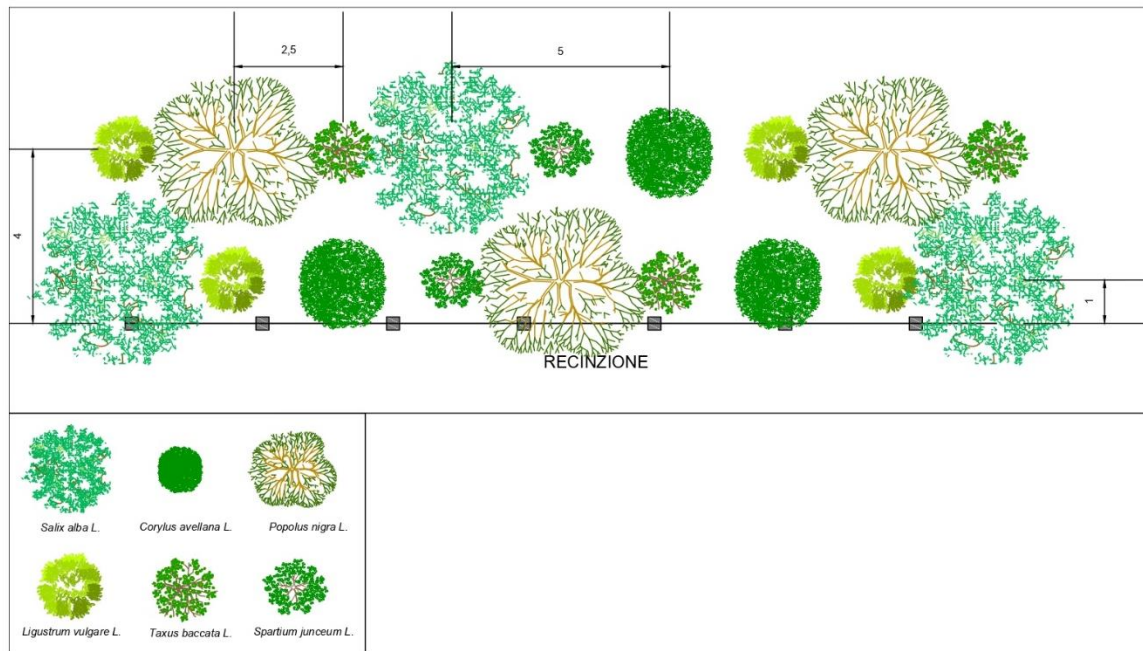
Gli impianti saranno stabili per un anno. Dopo il primo ciclo colturale, quindi alla fine del primo anno, verrà predisposto l'**avvicendamento** tra **frumento tenero** e **soia** e successivamente tra **soia** e **orzo** (Figura 5).

Nella Figura 6 vengono riportati i prospetti frontali 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 la meccanizzazione 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 larghezza di 4,20 m, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'APV.

Nella progettazione agronomica è stata prevista anche la presenza di:

- **Fascia di mitigazione:** Per la mitigazione esterna del parco fotovoltaico è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale costituita da specie arboree (*Populus nigra*, *Salix alba* e

corylus avellana) ed arbustive (*Ligustrum vulgare*, *Taxus baccata* e *Spartium junceum*), appartenenti alla flora autoctona locale, le specie verranno disposte a doppio filare.



Le specie verranno messe a dimora nel periodo autunnale, prevedendo una concimazione organica per favorire l'attecchimento. Durante i primi anni, in caso periodi prolungati di forte stress idrico, dovranno essere previste delle irrigazioni di soccorso. Al fine di garantire la corretta formazione dell'apparato aereo verranno eseguite delle potature a cadenza triennale.

La fascia vegetazionale ha lo scopo di schermare l'impianto e contribuire all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

Il presente impianto agrivoltaico sarà caratterizzato dalla presenza di specie arboree, arbustive ed erbacee, utili a contribuire al miglioramento ecologico ed ecosistemico dell'areale di coltivazione. In particolare i differenti apparati epigei ed ipogei, la scalarità nelle fioriture, costituiranno un habitat utile al sostentamento di molte specie di animali, insetti e microrganismi.

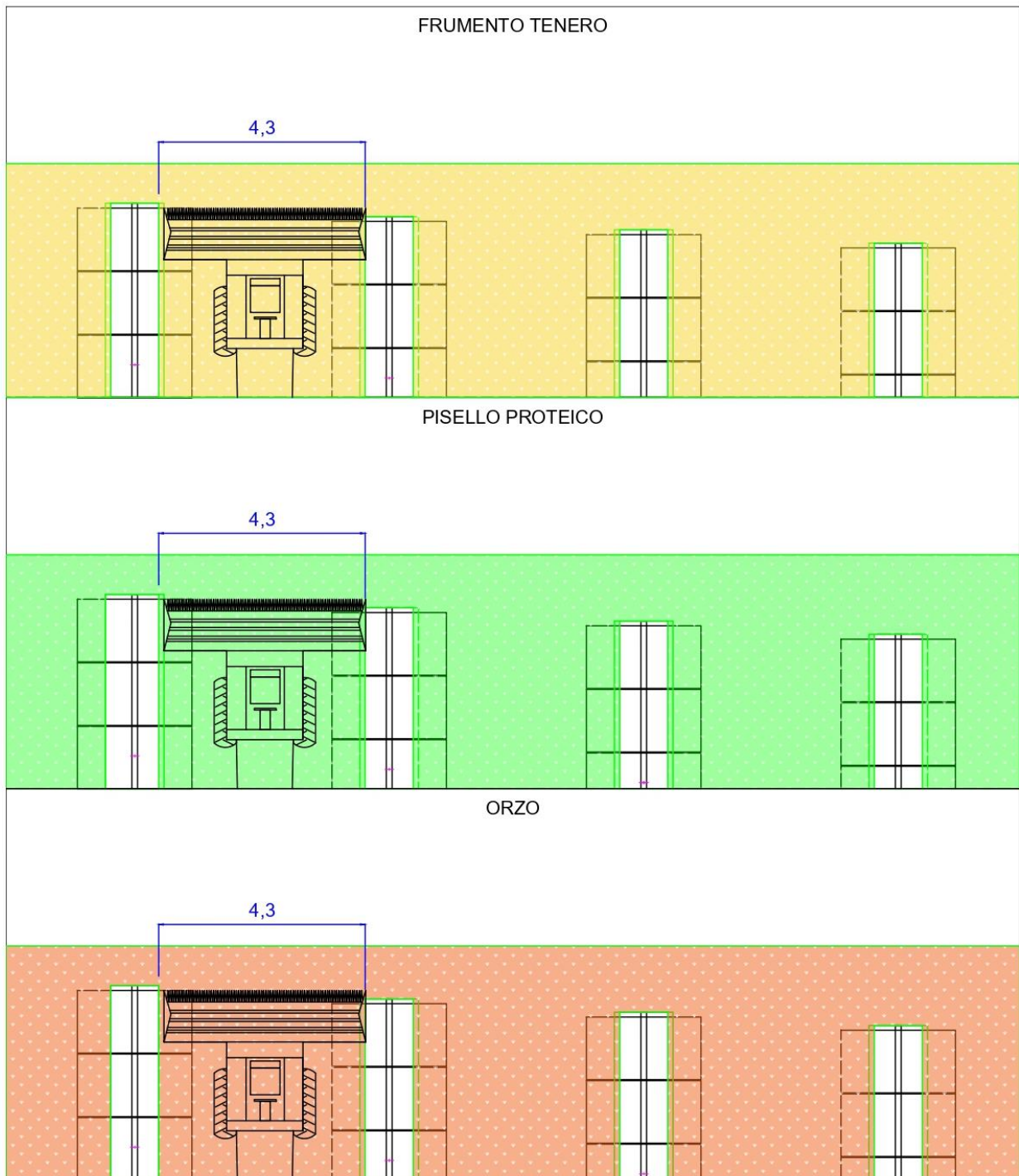


Figura 4. Rappresentazione degli impianti delle colture di frumento tenero, soia e orzo

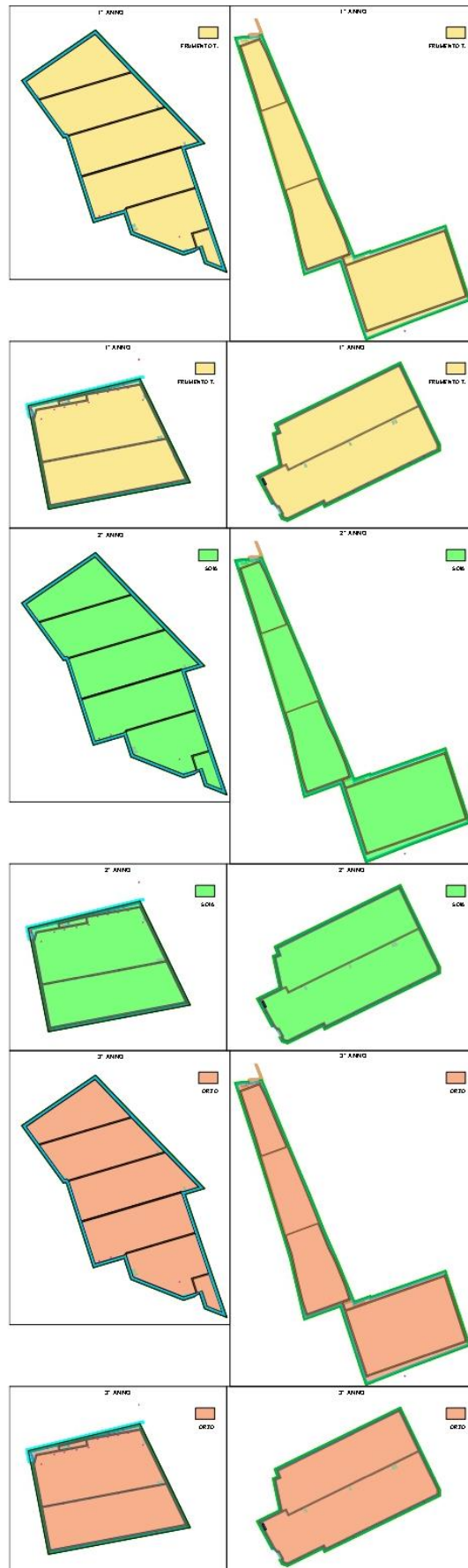


Figura 5. Rappresentazione dell'impianto

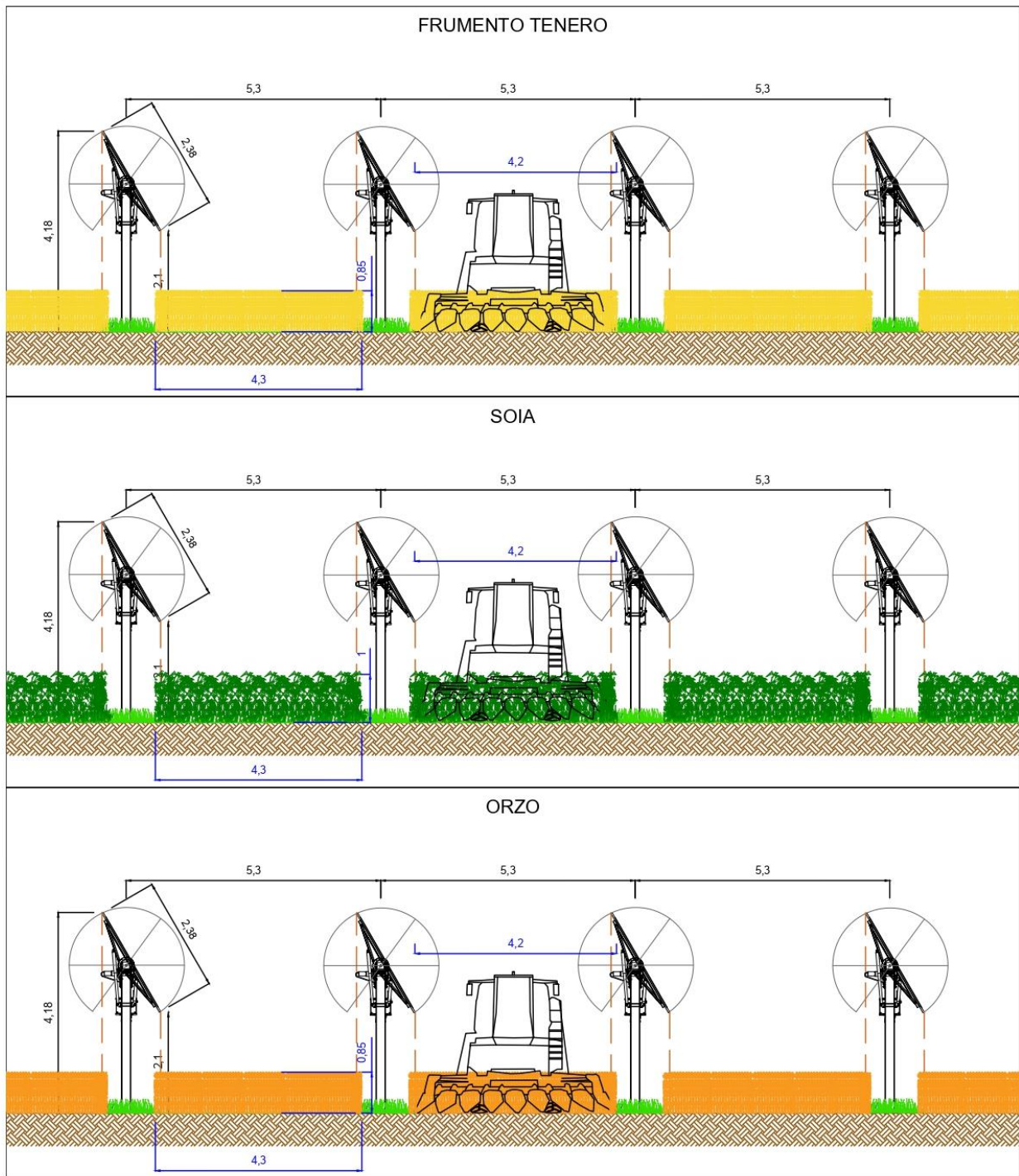


Figura 6. Rappresentazione del prospetto frontale delle colture di frumento tenero, soia e orzo

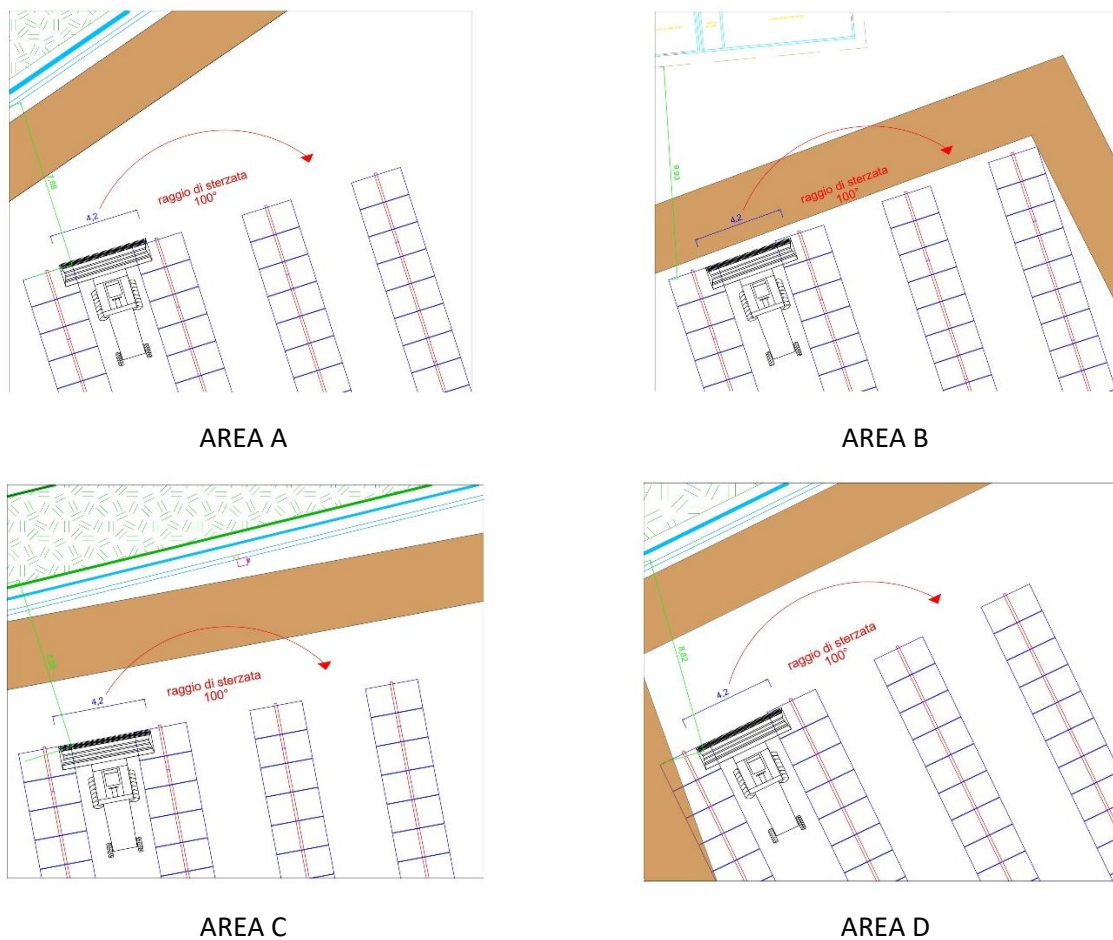


Figura 7. Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per la trebbiatura

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

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 agrivoltaica

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 (Prontuario Reda).

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.

Si riporta di seguito l'alternanza delle tre colture annuali nelle diverse stagioni colturali.

AREA					
1°ANNO		2°ANNO		3°ANNO	
SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA
36,11	FRUMENTO T.	36,11	SOIA	36,11	ORZO

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annuale del *Triticum aestivum*.

FRUEMTO TENERO		COSTI	
		1°ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	170,00 €	36,11	6.139 €
ARATURA	220,00 €	36,11	7.944 €
ERPICATURAx2	160,00 €	36,11	5.777 €
ACQUISTO SEME	220,00 €	36,11	7.944 €
SEMINA	60,00 €	36,11	2.167 €
CONCIMAZIONE	250,00 €	36,11	9.027 €
RACCOLTA	180,00 €	36,11	6.500 €
TOTALE			45.498 €

FRUEMTO TENERO		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
CEREALE	36,11	217	0,25 €	54.164 €

BUSINESS PLAN-FRUEMTO TENERO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	45.498 €	54.164 €	8.666 €

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

SOIA		COSTI	
		2° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	170,00 €	36,11	6.139 €
ARATURA	220,00 €	36,11	7.944 €
ERPICATURA	80,00 €	36,11	2.889 €
ACQUISTO SEME	90,00 €	36,11	3.250 €
SEMINA	60,00 €	36,11	2.167 €
DISERBO MECC.	150,00 €	36,11	5.416 €
RACCOLTA	180,00 €	36,11	6.500 €
TOTALE			28.165 €

SOIA		RICAVI		
		2° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
LEGUME	36,11	126,4	0,42 €	53.080 €

BUSINESS PLAN-SOIA			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
2°	28.165 €	53.080 €	24.915 €

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

ORZO		COSTI	
		3° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	200,00 €	36,11	7.222 €
ARATURA	220,00 €	36,11	7.944 €
ERPICATURAx2	160,00 €	36,11	5.777 €
ACQUISTO SEME	220,00 €	36,11	7.944 €
SEMINA	60,00 €	36,11	2.167 €
RACCOLTA	180,00 €	36,11	6.500 €
TOTALE			37.554 €

ORZO		RICAVI		
		3° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	€/kg	€/TOT
CEREALE	36,11	217	0,20 €	43.331 €

BUSINESS PLAN-ORZO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
3°	37.554 €	43.331 €	5.777 €

Di seguito si riportano i dati relativi ai costi, ricavi e ricavi netti ripartiti in tre anni di ciclo colturale. Come si può osservare, il progetto APV, oltre ad un beneficio economico derivante dalla produzione di energia, riesce a fornire un discreto introito derivante anche dall'attività agricola.

ANNO	BP	FRUMENTO T	SOIA	ORZO	Δ TOTALE
1°	COSTI	45.498 €	-	-	45.498 €
	PLV	54.164 €	-	-	54.164 €
	RICAVI NETTI	8.666 €	-	-	8.666 €
2°	COSTI	-	28.165 €	-	28.165 €
	PLV	-	53.080 €	-	53.080 €
	RICAVI NETTI	-	24.915 €	-	24.915 €
3°	COSTI	-	-	37.554 €	37.554 €
	PLV	-	-	43.331 €	43.331 €
	RICAVI NETTI	-	-	5.777 €	5.777 €
RICAVI ANNO(media 3 anni) =					13.120 €

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:

- **24.1 % Superficie non Coltivata Totale**
- **75.9 % Superficie Coltivata Totale**
- 12.8 % Fascia buffer moduli
- 5.6 % Fascia di mitigazione
- 5.4 % Viabilità
- 0.2 % Cabine

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 metereologici 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.

-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.

11.1. 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 ed eolici con i quali quello del progetto si pone in reVenetone, tale da inserirsi in un polo energetico consolidato ormai 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.

L'impatto più significativo generato da un impianto agrivoltaico 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.

- 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
Triticum aestivum	Lavorazione terreno 			Semina/Concimazione 	Crescita vegetativa della pianta 			Concimazione 	Crescita/maturazione 			Raccolta 
SECONDO ANNO												
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO
Glycine max		Raccolta 	Lavorazione terreno 					Semina/Concimazione 		Crescita vegetativa della pianta 		
TERZO ANNO												
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO
Hordeum vulgare	Lavorazione terreno 			Semina/Concimazione 	Crescita vegetativa della pianta 			Concimazione 	Crescita/maturazione 			Raccolta 

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 e il DM Agrivoltaico del 14 febbraio 2024, 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.

12.1. REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione "agrivoltaico"

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:

- $S_{non\ agr. TOT} = S_{Fascia\ buffer} + Fascia\ mit. + Viabilità\ int. + Cabine = 11.43.79\ ha$
- $Superficie\ agricola\ S_{agri} = S_{tot} - S_{non\ agr. tot} = 47.54.71 - 11.43.79 = 36.10.92\ ha$
- $Superficie\ del\ sistema\ agrivoltaico\ (S_{tot}) = 47.54.71\ ha$

$$S_{agri} / S_{tot} = 36,1\ ha / 47,6\ ha = 0,7594 \geq 0,70$$

APV CEREGRANO+VILLADOSE								
Appezamento	Coltura	S.tot	S.agr	S.fascia buffer	Cabine	Viabilità	Fascia mit.	A1 (S.agr/S.tot)
Area A	frumento t.	15,8887	12,6551	1,6251	0,0213	0,854	0,7332	79,6%
Area B	frumento t.	12,0049	8,5351	1,7720	0,0324	0,7322	0,9332	71,1%
Area C	frumento t.	9,2118	7,1535	1,0907	0,0201	0,4733	0,4742	77,7%
Area D	frumento t.	10,4417	7,7655	1,6139	0,0073	0,5209	0,5341	74,4%
		47,5471	36,1092	6,1017	0,0811	2,5804	2,6747	75,94%

largh. Colt. (m) = 4,3
 largh. Fascia buffer (m) = 1

Area A Fascia buffer			Area B Fascia buffer			Area C Fascia buffer			Area D Fascia buffer		
n.stringhe (A)	lunghezza (B)	A x B x 1	n.stringhe (A)	lunghezza (B)	A x B x 1	n.stringhe (A)	lunghezza (B)	A x B x 1	n.stringhe (A)	lunghezza (B)	A x B x 1
9	36,13	325,2	10	173,03	1730,3	10	107,53	1075,3	4	71,81	287,24
29	71,81	2082,5	1	138,67	138,7	9	125,16	1126,44	67	107,53	7204,51
3	36,13	108,4	1	69,17	69,2	9	126,49	1138,41	1	71,81	71,81
1	36,13	36,1	13	207,43	2696,6	5	144,11	720,55	10	107,53	1075,3
1	53,72	53,7	1	173,11	173,1	2	107,53	215,06	5	89,29	446,45
1	55,04	55,0	1	103,56	103,6	1	71,81	71,81	5	91,25	456,25
3	71,81	215,4	1	34,81	34,8	61	107,53	6559,33	46	107,53	4946,38
38	107,53	4086,1	1	34,81	34,8	Fascia Buffer (ha) =		1,0907	2	89,29	178,58
3	71,81	215,4	1	103,56	103,6				2	91,25	182,5
3	36,13	108,4	17	207,43	3526,3				12	107,53	1290,36
48	107,53	5161,4	1	138,67	138,7				Fascia Buffer (ha) =		1,6139
3	71,81	215,4	1	103,56	103,6						
3	36,13	108,4	1	34,81	34,8						
9	71,81	646,3	51	173,18	8832,2						
22	107,53	2365,7	Fascia Buffer (ha) =		1,7720						
3	36,13	108,4									
5	71,81	359,1									
Fascia Buffer (ha) =		1,6251									

Il requisito A.1. risulta VERIFICATO.

12.2. REQUISITO B: il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

REQUISITO B.1. Continuità dell'attività agricola

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

Al fine di valutare la continuità dell'attività agricola, verrà trasmesso annualmente, entro il 31 marzo dell'anno successivo a quello di riferimento, il fascicolo aziendale corredato di relazione agronomica contenente dati e informazioni in merito all'attività agricola.

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO ANTE IMPIANTO				
anno	coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€/anno TOT
2023	soia	47,55	1.089 €	51.779 €
Media €/ha/anno				1.089 €

valori RICA 2017_Veneto

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO POST IMPIANTO				
anno	coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€/anno TOT
1° APV	frumento t.	36,11	1.458 €	52.647 €
Media €/ha/anno				1.458 €

valori RICA 2017_Veneto

Il valore economico dell'indirizzo produttivo, al primo anno di APV, è stato calcolato in base ai valori RICA della Regione Veneto del 2017. Come si evince dalla tabella sopra, l'introduzione del sistema APV è in grado di garantire il mantenimento dell'attività agricola e dell'indirizzo produttivo.

Il modello di coltivazione aziendale attuale prevede l'avvicendamento tra: cerealicole, leguminose da granella e foraggiere.

Il nuovo ordinamento colturale andrà a prevedere la coltivazione di: frumento tenero, soia ed orzo. L'introduzione di orzo è stata fatta anche in ottica futura, infatti si tratta di specie con esigenze idriche e taglia inferiore rispetto al mais.

Le coltivazioni, nelle precedenti campagne agrarie, sono state condotte secondo il modello dell'agricoltura integrata e non sono state coltivate colture di pregio a denominazione D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G.

Dunque, il requisito B1 risulta VERIFICATO.

REQUISITO B.2.: Producibilità elettrica minima

Si confronta la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico a progetto (FVagri) con la producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento (FVstandard), caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

	FV agr	0,6 x Fv stand
AREA A	19137	9048
AREA B	15404	7344
AREA C	11222	5756
AREA D	14214	6526

FV agri [GWh/ha/anno] = 59.977

FV standard [GWh/ha/anno] = 47.791

$FV\ agri \geq 0,6 * FV\ standard = 59.977 \geq 28.674$

Dunque, il requisito B2 risulta VERIFICATO.

12.3. REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

L'impianto è identificabile come di TIPO 1) in quanto l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che

si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici.

Con un'altezza media dei moduli su strutture mobili superiore ai 2,10 m l'impianto può considerarsi agrivoltaico avanzato rispondente al REQUISITO C.

12.4. REQUISITO D ed E: sistemi di monitoraggio

REQUISITO D.1.: Monitoraggio del risparmio idrico

In merito al rispetto del requisito D1 si conferma che l'attuale configurazione è compatibile con la predisposizione di eventuali sistemi di monitoraggio per il risparmio idrico. Il nuovo ordinamento colturale prevede la coltivazione di frumento, orzo e soia, colture che data la pluviometria media dell'areale verranno coltivate in asciutta.

Le valutazioni agronomiche riguardanti il risparmio idrico derivante dall'installazione di pannelli APV verranno riportate nella relazione agronomica, redatta annualmente.

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.

Inoltre, allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, l'azienda aderirà alla metodologia di rilevazione RICA, dando la disponibilità alla rilevazione dei dati su base comunitaria.

REQUISITO E.1.: Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Tra le maggiori problematiche derivanti dal cambiamento climatico si ha la perdita di fertilità dei suoli, questo fenomeno è determinato da diversi fattori, come l'eccessiva radiazione solare ed i fenomeni legati al ruscellamento. L'introduzione dei pannelli APV potrebbe determinare nel corso della durata dell'impianto un'incremento della Sostanza Organica. Il monitoraggio verrà effettuato a cadenza triennale mediante l'analisi chimico-fisica dei campioni di terreno provenienti dalle due aree studio, sotto i pannelli ed in pieno campo.

I parametri analizzati saranno: S.O., Struttura e grado di aggregazione del suolo, Densità apparente, Reazione del suolo, Tessitura, Contenuto in frammenti grossolani e Contenuto in macro e micro nutrienti.

I dati verranno elaborati nella relazione agronomica, redatta annualmente.

REQUISITO E.2.: Monitoraggio del microclima

Il monitoraggio del microclima, data la configurazione dell'impianto, potrà essere eseguito mediante l'installazione di apposita sensoristica: sensori PT100 (T°), anemometri (velocità dell'aria) e igrometri/psicrometri, nel retro modulo e nell'ambiente esterno.

Le valutazioni agronomiche riguardanti il microclima derivante dall'installazione di pannelli APV verranno riportate nella relazione agronomica, redatta annualmente.

REQUISITO E.3.: Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

Al fine di monitorare la resilienza ai cambiamenti climatici, come stabilito dalla Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente DNSH, è prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico futuro in relazioni ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea, nello specifico:

- In fase di progettazione: relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- In fase di monitoraggio: verifica delle soluzioni di adattamento climatico individuate nella relazione, da parte del soggetto erogatore.

13. Conclusioni

Da quanto sopra esposto, il presente impianto fotovoltaico può essere definito come “impianto agrivoltaico avanzato” in quanto vengono rispettati i requisiti A, B, C, D delle Nuove Linee Guida, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, si può quindi classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.

Il rispetto del requisito E è pre-condizione per l'accesso ai contributi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Si conferma altresì che l'impianto potrà essere predisposto all'implementazione dei sistemi di monitoraggio seguenti:

REQUISITO E.1: Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo;

REQUISITO E.2: Monitoraggio del microclima;

REQUISITO E.3: Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.

LINEE GUIDA IMPIANTI AGRIVOLTAICI		Aiem_Ceredose	
IMPIANTO AGRIVOLTAICO PNRR			
REQUISITO A	AREA A	Sagr $\geq 0,7 \times Stot$	12,7 \geq 11,1
	AREA B		8,5 \geq 8,4
	AREA C		7,2 \geq 6,4
	AREA D		7,8 \geq 7,3
REQUISITO B	esistenza e resa della coltivazione	relazione agronomica annuale	
	mantenimento dell'indirizzo produttivo	indirizzo produttivo medesimo in pre e post APV	
REQUISITO B	AREA A	FVagri $\geq 0,6 \times FVstd$	19137 \geq 9048
	AREA B		15404 \geq 7344
	AREA C		11222 \geq 5756
	AREA D		14214 \geq 6526
REQUISITO C	h min $\geq 1,3$ m nel caso di attività zootecnica	h min $\geq 2,1$ m	
	h min $\geq 2,1$ m nel caso di attività colturale		
REQUISITO D	monitoraggio del risparmio idrico	coltivazione in asciutta-relazione agronomica annuale	
	mantenimento dell'indirizzo produttivo	relazione agronomica annuale	
REQUISITO E	monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	analisi chimico-fisiche a cadenza triennale-relazione agronomica annuale	
	monitoraggio del microclima	installazione di apposita sensoristica	
	monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici	Verifiche e controlli per garantire principio DNSH • In fase di progettazione: relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento; • In fase di monitoraggio: verifica delle soluzioni di adattamento climatico individuate nella relazione, da parte del soggetto erogatore.	