



REGIONE DEL VENETO



Provincia di Rovigo



Comune di Adria

Proponente:

SUNCO SUN RED S.r.l.

Via Melchiorre Gioia, 8 - 20124 Milano - Italy
pec: suncosunredsril@legalmail.it

SUNCO.
CAPITAL

Progetto Definitivo

Denominazione progetto:

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ADRIA BELLOMBRA"

Potenza nominale complessiva = 39.195 kWp

Sito in:

COMUNE DI ADRIA (RO)

Titolo elaborato:

Relazione agronomica e progetto agrivoltaico

Elaborato n.

E-RLA0

Scala -



Responsabile Coordinamento progetto : dott.ssa agr. Eliana Santoro

Progettisti : dott.ssa agr. Eliana Santoro

Collaboratori : dott.ssa Chiara Caltagirone
dott. per. agr. Leonardo Cuscito
dott.ssa Emanuela Gaia Forni

TIMBRI E FIRME:



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	dott.ssa agr. Eliana Santoro	dott.ssa agr. Eliana Santoro	dott.ssa agr. Eliana Santoro	01/04/2024
01				
02				
03				
04				
05				

FIRMA/TIMBRO
COMMITTENTE:

SUNCO.
CAPITAL



FLYREN

THE CULTURE OF CLEAN ENERGY

Flyren Development S.r.l.
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528
email: info@flyren.eu
web: www.flyren.eu
C.F. / P. IVA n. 12062400010

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"			
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024

Sommario

Preambolo	1
1. Le potenzialità dell'agrivoltaico	2
2. Principi della soluzione agrivoltaica	6
2.1. Seminativi e produzione di energia da fonte rinnovabile	12
2.2. Produzioni biologiche e produzione di energia rinnovabile	15
3. Quadro normativo dell'agrivoltaico	17
3.1. Linee guida in materia di impianti agrivoltaici - Mite	21
4. L'agricoltura in Veneto	25
4.1. Superfici, coltivazioni ed altre attività agricole	25
4.2. Prodotti di qualità	26
4.3. Andamento economico dei seminativi	27
4.4. Incentivi e sostegno all'agricoltura	28
5. Inquadramento dell'area di intervento	32
5.1. Inquadramento catastale	33
5.2. Inquadramento climatico	35
5.3. Aspetti pedologici e agronomici	38
5.4. Modalità di conduzione ed attività agricola - stato di fatto	44
6. Progetto Agrivoltaico	45
6.1. Componente fotovoltaica	46
6.2. Componente agronomica	48
6.2.1. Proposta progettuale	48
6.2.2. Scelta delle specie	50
6.2.3. Operazioni colturali	58
6.2.4. Gestione delle superfici	62
7. Precision farming e monitoraggio agronomico	64
8. Analisi economica	67
8.1. Continuità dell'indirizzo produttivo	67
8.2. Analisi costi e ricavi della rotazione proposta	71
8.3. Analisi preliminare dei costi di monitoraggio agronomico	74
9. Conformità alle Linee Guida del MiTE	75
10. Conclusioni	81
Bibliografia	85
Allegati	88
1. Allegato - Simulazione producibilità impianto AGV	89

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"			
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024

2.	Allegato - Simulazione producibilità impianto FV standard.....	100
3.	Allegato – Autodichiarazione proprietari.....	111
4.	Lettera di intenti.....	113

Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico conferito dalla società SUNCO SUN RED S.R.L. al fine di valutare le potenzialità e gli aspetti agronomici di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (c.d. Agrivoltaico) con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 39,195 MWp
- Superficie catastale interessata: 73,22 ha
- Superficie di impianto recintata: 61,50 ha
- Superficie destinata all'attività agricola: 49,68 ha
- Classificazione architettonica: impianto a terra
- Ubicazione: Regione Veneto | Provincia di Rovigo (RO) | Comune di Adria
- Particelle superficie catastale disponibile: F. 5 – P.IIe 19¹, 20¹, 25, 36, 37, 39, 40, 41, 42; F.6 –P.IIa 114; F. 15 – P.IIe 13, 14, 15, 88; F. 16 – 27, 40, 41, 43, 47, 58, 64, 65, 66, 116, 117, 186, 187, 188.
- Ditta committente: SUNCO SUN RED s.r.l.

L'elaborato è finalizzato a:

1. introdurre e illustrare il concetto di *agrivoltaico*;
2. descrivere l'area di intervento progettuale;
3. illustrare gli interventi di carattere agronomico previsti in ottica di utilizzo plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo e gli accorgimenti gestionali da adottare;
4. Valutare la conformità del progetto rispetto alle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal MiTE il 18 giugno 2022, in particolare con riferimento ai requisiti minimi. Non si intende infatti accedere ai contributi statali o del PNRR.

Tale documento costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di VIA (art. 23-25 del D. Lgs. 152/2006).

¹ Si segnala che le particelle 19 e 20 del foglio di mappa 5 del comune di Adria - sezione B (Bellombra) sono visibili sull'estratto di mappa catastale ma non riscontrabili nelle visure in quanto la superficie delle succitate particelle risulta compresa nella consistenza della particella 39 dello stesso foglio di mappa. In data 13/12/2023 è stata inviata una richiesta di rettifica catastale a mezzo PEC alla Direzione Provinciale di Rovigo dell'Agenzia delle Entrate. Tale istanza è stata ricevuta e protocollata in data 14/12/2023 sul registro ufficiale con numero 79334.

1. Le potenzialità dell'agrivoltaico

Secondo l'ultimo rapporto dell'European Environment Agency (EEA,2023), nell'anno 2021 nel territorio dell'Unione Europea le emissioni totali di gas serra sono state inferiori del 30% rispetto ai livelli del 1990; ma rispetto al 2020 le emissioni sono aumentate del 6,2%. Tuttavia, le emissioni nel 2021 sono rimaste al di sotto del livello pre-pandemia di COVID-19 del 2019, confermando un trend di lungo periodo ribassista.

La strada da percorrere risulta però ancora lunga, nell'ambito del Green Deal europeo nel settembre 2020 la Commissione Europea ha infatti proposto di:

- innalzare dal 40% al 55% la riduzione entro il 2030 delle emissioni nette di gas climalteranti rispetto ai livelli del 1990;
- portare la produzione di energia prodotta da fonti rinnovabili ad una quota di almeno il 32%;
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

Gli scenari europei condivisi a dicembre 2020 impongono quindi il rialzo degli obiettivi nazionali del PNIEC² elaborato a fine 2019. Il nuovo traguardo in termini di energia rinnovabile deve attualmente raggiungere quota 65000 MW invece dei 51000 MW previsti: un incremento di circa 42406 MW rispetto ai 22594 MW installati in Italia a fine 2021 (GSE, 2022). Tali scenari impongono di triplicare la potenza di fotovoltaico installata in Italia entro il 2030, paese in cui il ritmo di crescita è ancora troppo lento. Se la crescita manterrà l'attuale trend, al 2030 la potenza installata a eolico e fotovoltaico sarà di poco superiore ai 50 GW, rendendo impossibile l'obiettivo (ulteriormente aumentato con il PTE³, il Piano per la transizione ecologica) di un installato totale di rinnovabili tra i 125 e i 130 GW. Queste cifre saranno raggiungibili solo alimentando il tasso di installazione, raggiungendo per l'eolico circa 1,75 GW/anno contro gli 0,38 GW/anno di oggi e per il fotovoltaico circa 5,6 GW/anno contro gli 0,73 GW/anno⁴.

Secondo quanto riportato da International Energy Agency (IEA) nel "World Energy Outlook" (WEO) – 2023, il fabbisogno energetico di molte economie mondiali (soprattutto quelle in via di sviluppo) sta aumentando velocemente e ciò richiede nuove forme di investimento in termini di infrastrutture energetiche (che spaziano dalla mera produzione di energia elettrica, all'installazione di stazioni di ricarica per veicoli elettrici); per far fronte a questa crescente richiesta di energia una soluzione vantaggiosa dal punto di vista economico e ambientale è rappresentata dalle tecnologie energetiche rinnovabili. A livello mondiale sono state adottate diverse politiche che incoraggiano la produzione di energia da fonti rinnovabili fra cui "Inflation Reduction Act" negli Stati Uniti; "Production Linked Incentives Scheme" in India e "Net Zero Industry Act" in Unione Europea.

In particolare, la nuova realtà geopolitica e del mercato dell'energia impone all'EU di accelerare drasticamente la transizione verso l'energia pulita e di aumentare l'indipendenza energetica dell'Europa da fornitori inaffidabili e da combustibili fossili volatili, aumentando ulteriormente gli obiettivi su efficienza

² Piano nazionali integrati per l'energia e il clima: obiettivo fissato per i PNIEC degli Stati membri richiedeva una riduzione del 40%, pari al doppio di quella stabilita per il 2020: -20%, il nuovo target prevede di quasi triplicarla.

³ nuovo strumento di programmazione nazionale (D.L 1° marzo 2021 n. 22 (Disposizioni urgenti in materia di riordino delle attribuzioni dei ministeri), convertito con modificazioni dalla Legge 22 aprile 2021, n. 55). Secondo il Pte, la generazione di energia elettrica dovrà dismettere l'uso del carbone entro il 2025 e provenire nel 2030 per il 72% da fonti rinnovabili, fino a sfiorare livelli prossimi al 95-100% nel 2050. Il Pte riporta come dato rilevante che l'Italia beneficia di un irraggiamento solare superiore del 30-40% rispetto alla media europea, ma che questi vantaggi energetico-ambientali sono stati ostacolati da difficoltà autorizzative che hanno frenato gli investitori e la crescita del settore.

⁴ <https://www.itismagazine.it/news/26947/energie-rinnovabili-il-ritmo-della-crescita-e-ancora-lento/>

energetica e rinnovabili. Con il recente piano di Bruxelles, il REPowerEU (revisione della direttiva 2018/2001/UE), proposto il 18 maggio 2022, l'esecutivo comunitario propone di:

- innalzare al 45% l'obiettivo UE vincolante per le energie rinnovabili;
- aumentare al 66% l'elettricità prodotta da energia rinnovabile – solare ed eolica nel mix complessivo al 2050 - raddoppiando la quota attuale;
- rafforzare le misure di efficienza a lungo termine per abbattere quanto possibile i consumi energetici di case e industrie.

Per ottenere tali obiettivi, le azioni previste da REPowerEU consistono in:

- risparmiare energia;
- diversificare l'approvvigionamento;
- sostituire rapidamente i combustibili fossili accelerando la transizione europea all'energia pulita;
- combinare investimenti e riforme in modo intelligente.

L'EU si pone quindi tra gli obiettivi principali: l'aumento della resilienza, della sicurezza e della sostenibilità del sistema energetico dell'Unione attraverso l'opportuna riduzione della dipendenza dai combustibili fossili e la diversificazione dell'approvvigionamento energetico a livello dell'Unione, anche aumentando la diffusione delle energie rinnovabili, l'efficienza energetica e la capacità di stoccaggio dell'energia.

In termini pratici, gli stati membri potranno aggiungere un nuovo capitolo dedicato al piano REPowerEU ai rispettivi piani nazionali di ripresa e resilienza (PNRR) nell'ambito di NextGenerationEU, allo scopo di finanziare investimenti e riforme chiave che contribuiranno al conseguimento degli obiettivi del piano REPowerEU⁵.

Il piano REPowerEU porterebbe la capacità complessiva di produzione di energia rinnovabile a 1236 GW entro il 2030, a fronte dei 1067 GW previsti nel pacchetto "Pronti per il 55%" (Fit for 55) che è stato adottato a fine giugno 2022.

In questo scenario il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico (FV) è fondamentale dal momento che in larghissima misura il gap potrà essere coperto da nuova capacità collegata alla fonte solare. La tecnologia fotovoltaica ha raggiunto un grado di maturità tecnologica che, unitamente alla diminuzione dei costi⁶, alla crescita di produttività dei moduli e alla quasi integrale possibilità di riciclo dei materiali, la rende un valido sostituto delle fonti fossili nella generazione di energia elettrica.

Uno dei principali fattori limitanti alla diffusione di tali impianti risiede però nella disponibilità di superfici utili. La tecnologia fotovoltaica richiede, infatti, a differenza ad esempio dell'eolico, di un maggiore sviluppo areale.

Considerando il progressivo aumento della popolazione mondiale (che secondo l'ultimo report delle Nazioni Unite, si prevede arriverà a 9,7 Miliardi nel 2050), oltre l'incremento di domanda in termini di energia, è in aumento anche la domanda in termini di cibo e quindi di terre coltivabili. Il raggiungimento degli obiettivi in termini di produzione da FV è quindi in apparente contrasto con gli obiettivi di sviluppo sostenibile e recupero dell'utilizzo del suolo delle Nazioni Unite (Herrick et Abrahamse, 2019), ma la soluzione esiste ed è

⁵<https://www.consilium.europa.eu/it/press/press-releases/2022/12/14/eu-recovery-plan-provisional-agreement-reached-on-repowerEU/>

⁶ La tecnologia fotovoltaica è attualmente la FER più "economica" e alla latitudine italiana anche quella con il maggior potenziale (Mancini *et al.*, 2020).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 4 di 114

rappresentata da quelle che vengono definite le **installazioni agrivoltaiche**, progettate in modo da consentire la coltivazione dell'area sottostante l'infrastruttura energetica e di perseguire, quindi, simultaneamente gli obiettivi di riduzione delle emissioni e di recupero dei suoli (Reasoner *et al*, 2022).

Considerando quanto riportato nella ricerca pubblicata da Joint Research Center (JRC) della Commissione Europea (Chatzipanagi *et al.*, 2023), l'agrivoltaico, considerato come un'implementazione del fotovoltaico, sta attirando sempre più interesse in UE come soluzione per la produzione di energia rinnovabile; infatti, sostiene le politiche di transizione energetica e rispecchia gli obiettivi del Green Deal europeo. Dal medesimo approfondimento si evince che *"se l'1% della SAU dell'UE fosse coperto da sistemi agrivoltaici, il potenziale sarebbe compreso tra 315 e 1 415 GW (a seconda della densità di potenza). Anche il limite inferiore di questo potenziale è molto vicino all'obiettivo complessivo Fit-for-55 (FF55) per il fotovoltaico"*.

La Commissione europea intende attuare iniziative di sostegno all'interno della strategia sulla biodiversità europea al fine di accelerare la transizione verso un nuovo sistema alimentare sostenibile e risultano varie proposte per l'inserimento del connubio agro-energetico nelle Agende europee in materia di transazione energetica (Unitus, 2021). La Strategia dell'UE per l'Energia Solare⁷, parte integrante del piano REPowerEU, mira a mettere in rete oltre 320 GW di solare fotovoltaico entro il 2025 (più del doppio rispetto al 2020) e quasi 600 GW entro il 2030. Alla fine del 2020 l'UE aveva raggiunto 136 GW di capacità installata di produzione di energia a partire dal solare fotovoltaico, con un incremento di oltre 18 GW nel corso dell'anno. Tale capacità ha fornito circa il 5 % del totale dell'energia elettrica generata nell'UE. Per conseguire l'obiettivo 2030 per le energie rinnovabili proposto dalla Commissione e gli obiettivi del piano REPowerEU occorre un ulteriore e decisivo salto di qualità. Nel corso di questo decennio sarà necessario installare nell'UE, in media, circa 45 GW l'anno. Il nuovo rapporto della Commissione europea sull'uso simultaneo di terreni per la generazione di energia fotovoltaica e la produzione agricola, e approssimativamente il 50% di tale capacità dovrà essere installata su superfici agricole (Chatzipanagi *et al.*, 2023). In ragione di questa consapevolezza, l'UE ha inserito l'agrivoltaico tra le forme innovative di diffusione della tecnologia fotovoltaica indicando tra le azioni chiave per attuare la strategia dell'UE per l'energia solare l'integrazione degli incentivi per l'agrifotovoltaico, se del caso, in sede di definizione dei piani strategici nazionali della **Politica Agricola Comune (PAC)**.

Per quanto riguarda l'Italia, come sintetizzato dal Report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021)⁸, "[...] nell'ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà essere assicurato soprattutto dagli impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi". [...] **la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l'inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l'attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale"**.

La strategia Europea conferma quindi che:

- gli impianti fotovoltaici utility-scale non comportano forme di "consumo" del suolo: il suolo è infatti, in grado di mantenere e addirittura migliorare la propria fertilità intesa come funzione di abitabilità e nutrizione;

⁷ EU Solar energy strategy (COM (2022) 221 final. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en#eu-solar-energy-strategy

⁸ Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021. Impianti FV in aree rurali: sinergie tra produzione agricola ed energetica.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 5 di 114

- la filiera agricola e quella energetica non sono in contrapposizione, ma possono divenire fattori sinergici in cui la componente energetica funge da motore di sviluppo rurale e di crescita/stabilità di comparti a maggior fragilità.

Analizzando nello specifico il caso dell'Italia, se l'1% della SAU utilizzata venisse investita nella realizzazione di impianti agrivoltaici, il potenziale energetico installato sarebbe 3 volte superiore a quello installato nel 2022. Per raggiungere la produzione di 72 GW previsti dagli obiettivi nazionali del "National Energy and Climate Plan 2021-2030" sarebbe necessario utilizzare fra lo 0,7% e il 3% della SAU italiana.

Inoltre, è fondamentale considerare che, per raggiungere gli obiettivi del Green Deal entro il 2030, la superficie agricola necessaria, a seconda dell'efficienza della tecnologia utilizzata, è stata stimata tra i 30.000-40.000 ettari (Legambiente, 2020) - valore, di poco superiore al 0,3% della Superficie Agricola Totale censita nel 2021⁹, per cui è fondamentale proporre tecnologie e progetti che assicurino la compatibilità tra gli obiettivi energetici e climatici e gli obiettivi di tutela del paesaggio, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo.

⁹ Tavole con dettaglio prevalentemente regionale e per Provincia autonoma relative al 7° Censimento Generale dell'Agricoltura <https://www.istat.it/it/files//2022/08/censimento-agricoltura-2021.xlsx>

2. Principi della soluzione agrivoltaica

Un **impianto agrivoltaico** può essere definito come "[...] un impianto fotovoltaico, che nel rispetto dell'uso agricolo e/o zootecnico del suolo, anche quando collocato a terra, non inibisce tale uso, ma lo integra e supporta garantendo la continuità delle attività pre-esistenti ovvero la ripresa agricola e/o zootecnica e/o biodiversità sulla stessa porzione di suolo su cui insiste l'area di impianto, contribuendo così ad ottimizzare l'uso del suolo stesso con ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali ed ambientali."¹⁰ Si tratta quindi di una **soluzione di "solar sharing"**, poiché la risorsa radiativa proveniente dal sole viene ripartita fra il processo di coltivazione e quello di generazione energetica.

Tale approccio costituisce una valida alternativa a un sistema agricolo intensivo tradizionale¹¹ in un'ottica di sostenibilità a lungo termine. È importante sottolineare, pertanto, che non si tratta di una soluzione finalizzata al mero utilizzo di terreni agricoli per l'installazione d'impianti alimentati da energia rinnovabile, bensì una **concreta possibilità capace di contribuire alla progressiva decarbonizzazione**, anche del sistema produttivo agricolo, attraverso l'integrazione delle energie rinnovabili. L'agricoltura intensiva è infatti concausa dell'inquinamento e del riscaldamento globale: nel 2015¹² l'agricoltura è stata responsabile del 6,9% delle emissioni totali di gas serra (espressi in CO2 equivalente) ed è pertanto risultata la terza fonte di emissioni di gas serra dopo il settore energetico e il settore dei processi industriali.

La **proposta agrivoltaica** si basa sull'assunto che l'utilizzo simultaneo di una stessa superficie, per fini diversi, consente di **umentare il Rapporto di Suolo Equivalente** (Land Equivalent Ratio, LER¹³, Figura 1) rispetto all'impiego della stessa superficie per un'unica produzione (Fraunhofer, 2023; Valle et al., 2017). Esistono da sempre sistemi che consentono di combinare la produzione agricola con altri sistemi produttivi, vedasi, per esempio, i sistemi agroforestali che prevedono la coltivazione di colture arboree ed altre produzioni agricole, ad esempio coltivazione di specie erbacee sulla stessa superficie.

¹⁰ Demofonti- 4 Agosto2021- Gdl Agro-fotovoltaico. <https://www.italiasolare.eu/eventi/>

¹¹ Inteso come sistema agricolo il cui scopo principale è la massimizzazione delle produzioni, spesso a discapito delle risorse ambientali, con costi elevati per i suoli, tra cui una maggiore erosione del suolo, una maggiore lisciviazione dei nutrienti e una minore capacità di ritenzione idrica

¹² <https://www.controlsecurityambiente.com/inquinamento-causato-dalle-coltivazioni-agricole-intensive/>

¹³ LAND EQUIVALENT RATIO (LER): rapporto tra la superficie in coltura unica e la superficie in consociazione necessaria per ottenere la stessa resa a parità di gestione. È la somma delle frazioni delle rese in consociazione divise per le rese in coltura unica. <http://www.fao.org/3/x5648e/x5648e0m.htm>

SEPARATE LAND USE ON 1 HECTARE CROPLAND: 100% POTATOES OR 100% SOLAR ELECTRICITY



COMBINED LAND USE ON 1 HECTARE CROPLAND: 186% LAND USE EFFICIENCY



Figura 1. Aumento del LER attraverso l'utilizzo combinato della superficie (Fraunhofer, 2023)

Dupraz (2011) ha dimostrato come l'agrivoltaico rappresenti una soluzione valida e innovativa per superare la competizione rispetto all'uso del suolo. Diversi studi, mirati alla valutazione tecnica economica di questo sistema (Schindele *et al.*, 2020) e all'analisi della compatibilità tra la coltivazione agraria e l'installazione di pannelli in molteplici casi reali (Aroca-Delgado *et al.*, 2018), dimostrano come **l'agrivoltaico aumenti l'efficienza d'uso del suolo, consentendo la coltivazione e la produzione di energia in simultanea, sfruttando la sinergia tecno-ecologica-economica dei due sistemi.**

Secondo uno studio dell'*Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile* (ENEA), infatti, gran parte del terreno al di sotto dei pannelli solari (fino al 80-90% nei casi più virtuosi) può essere lavorato con le comuni macchine agricole. I vantaggi in termini di consumo di suolo sono perciò evidenti e promettenti.¹⁴

In questi termini l'agrivoltaico rappresenta una "nuova opportunità in ambito agricolo laddove, tramite modelli "win-win", si esaltino le sinergie tra produzione agricola e generazione di energia" (M. Iannetta, responsabile della Divisione ENEA di Biotecnologie e Agroindustria).

Si riportano, in sintesi, i risultati ottenibili con questo tipo di approccio progettuale (Marrou H. *et al.*, 2013; Weselek A. *et al.*, 2019):

- **sinergia dei risultati:** è possibile conseguire esiti produttivi ed economici che sono superiori alla semplice somma dei risultati che potrebbero essere ascritti alle soluzioni semplici, ossia singolarmente od isolatamente applicate. Cfr indice LER (Land Equivalent Ratio) superiore all'unità;
- **ottimizzazione della scelta colturale:** attraverso una razionale ed efficace individuazione delle colture agrarie e/o attività zootecniche che possano manifestare la piena espressione del risultato produttivo atteso;
- **diversificazione del sistema agro-ecologico:** coltivazione in regimi non convenzionali (quali biologico, agricoltura conservativa, agricoltura sostenibile) finalizzata al raggiungimento di obiettivi di compatibilità ambientale e sostenibilità ecologica sommati a indirizzi di diversificazione ecologica ("greening") mediante la realizzazione di plurimi elementi d'interesse ecologico ("ecological focus area") ed elementi caratteristici del paesaggio, per costituire una

¹⁴ <https://www.futuraenergie.it/2021/03/08/agrovoltico-i-vantaggi-del-fotovoltaico-in-agricoltura/>

sorta di "rete ecologica" aziendale capace di connettersi a quella territoriale mediante la realizzazione di fasce tampone, margini inerbiti, siepi arboreo-arbustive ed altre infrastrutture ecologiche;

- **coerenza con gli orientamenti normativi nazionali e comunitari:** leggi n.34,51 e 91 del 2022, L. 108 del 2021, Green Deal, PNIEC, PTE, RepowerEU;
- **creazione di un nuovo modello paesaggistico:** grazie alla gamma di miglioramenti ambientali, alla rifunzionalizzazione di tipo agro-ecologico, nonché all'adozione di un design impiantistico che permette di coniugare con successo la disponibilità delle risorse con le esigenze della società attuale, si arriva alla definizione un "nuovo modello tradizionale", tramandabile da una generazione alla successiva, grazie al successo e alla stabilità di alcune soluzioni tecniche. La tradizione viene in tal modo "tradotta" per mantenerla vitale, assegnando ad essa nuove finalità entro nuove contestualizzazioni.

Il complesso dei requisiti agronomici ed ingegneristici associati/associabili alla proposta agrivoltaica la rendono un vero e proprio sistema integrato agro-energetico: un insieme articolato di processi tecnologici connessi l'uno all'altro finalizzati a costituire un modello funzionalmente unitario di coltivazione e/o pascolamento e/o allevamento e di generazione elettrica da pannelli fotovoltaici.

La contestuale sinergia tra l'installazione di moduli fotovoltaici e l'attività primaria sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger *et* Zastrow, 1982) e attualmente - in Italia e nel mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo sistema, con una notevole impennata registrata negli ultimi cinque anni (Reasoner *et al.* 2022).

La presenza dei moduli su suolo agrario non preclude l'uso agricolo dell'area, anzi tale modello agrivoltaico può rappresentare un percorso virtuoso per coniugare la produzione alimentare e la produzione energetica da fonti rinnovabili (Figura 2).

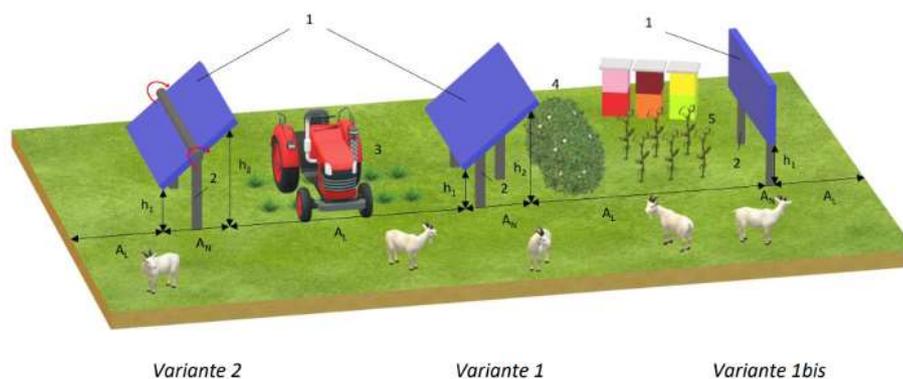


Figura 2. Raffigurazione relativa all'AGRO-FV INTERFILARE, Variante 1 (impianti FV fissi inclinati), Variante 2 (Impianti FV con tracker), Variante 1 bis (Impianti FV fissi verticali) Fonte: ANIE,2022.

Le soluzioni finora adottate per questo tipo di impianti (Figura 3), hanno visto l'adozione di tecnologie diversificate tra le quali si trovano: i) impianti fissi, previo innalzamento della componente fotovoltaica, in modo da consentire il passaggio dei macchinari agricoli; ii) installazione di moduli verticali per il privilegio di produzioni energetiche in fasce orarie differenti; iii) sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse. Esistono, inoltre, esempi di tecnologie brevettate specificatamente per l'ambito agrivoltaico (e.g. tensostrutture sulle quali alloggiare inseguitori solari).



Figura 3. Esempi di differenti soluzioni agrivoltaiche: impianti fissi (Legambiente, 2020); moduli verticali; sistemi di inseguimento (Toledo e Scognamiglio, 2021); Sistema Agrovoltaico® (<https://remtec.energy/agrovoltaico>).

Diversi studi (Weselek *et al.*, 2019; Hassanpour Adeh. *et al.*, 2018; Fraunhofer, 2020; Toledo e Scognamiglio, 2021; Andrew *et al.*, 2022) ne mettono in luce i molteplici vantaggi, quali a titolo di esempio:

- incremento della produttività del suolo;
- miglioramento della produzione vegetale;
- possibilità di intercettare e stoccare l'acqua piovana per usi irrigui;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi;
- creazione di un rifugio per il bestiame che pascola tra i pannelli;
- riduzione dei costi nella gestione del pascolo;
- minore stress termico causato al bestiame;
- generazione di fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori.

Le soluzioni agrivoltaiche che prevedono l'utilizzo dei tracker consentono di poter regolare opportunamente l'inclinazione dei pannelli sia in considerazione della quantità di luce necessaria per la coltura sottostante, sia per poter eseguire le operazioni meccaniche. Sono documentati esempi di integrazione tra gestione agronomica e produzione di energia fotovoltaica, progettati e regolati in modo da ottenere un equilibrio virtuoso tra produzione agricola ed energetica (Dupraz, 2011). In un progetto agrivoltaico promosso da ENEA¹⁵ in un vigneto, i pannelli fotovoltaici risultano garantire l'ombreggiamento adeguato alle piante, contrastando l'incremento di temperatura durante la germinazione per garantire quindi lo sviluppo ottimale della coltura.

Per quanto concerne elementi quali irraggiamento, temperatura dell'aria e umidità del suolo (Figura 4), alcuni studi hanno rilevato come la presenza di pannelli fotovoltaici possa creare alcune variazioni microclimatiche utili a fini agro-produttivi (Armstrong *et al.* 2016; Reasoner *et al.* 2022), tra cui:

- **Irraggiamento:** la presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno (ma, al contempo, si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa).
- ➔ In base alle specie selezionate (specialmente per le piante sciafile o brevi-diurne) questo aspetto potrà tradursi, laddove opportunamente gestito, in un incremento complessivo della produzione di sostanza secca e della qualità.

¹⁵ <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/webinar/>

- **Temperatura dell'aria:** il parziale ombreggiamento può attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature, mitigando le temperature estreme dell'aria e del suolo e promuovendo, pertanto, un maggior accrescimento radicale (anche grazie alla maggior umidità del terreno).
 - Ogni specie vegetale, infatti, necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto "zero di vegetazione", e temperature troppo elevate possono fortemente condizionare l'accrescimento delle piante.
- **Umidità del suolo:** il parziale ombreggiamento che viene a verificarsi può determinare una diminuzione della evapotraspirazione e della carenza idrica estive (specie in ottica futura, nell'ipotesi di aggravio di tale aspetto in relazione ai dinamismi causati dai cambiamenti climatici).
 - La riduzione dell'evaporazione di acqua dal terreno, in particolare, consente un più efficace utilizzo della risorsa idrica del suolo.

Per quanto riguarda l'effetto di tali variazioni sulle coltivazioni, esso varia in funzione delle specie coltivate e della relativa sensibilità all'ombreggiamento (Marrou *et al.*, 2013; Agostini *et al.*, 2021). I risultati ottenuti, inoltre, variano anche in funzione del luogo in cui la sperimentazione è stata condotta.

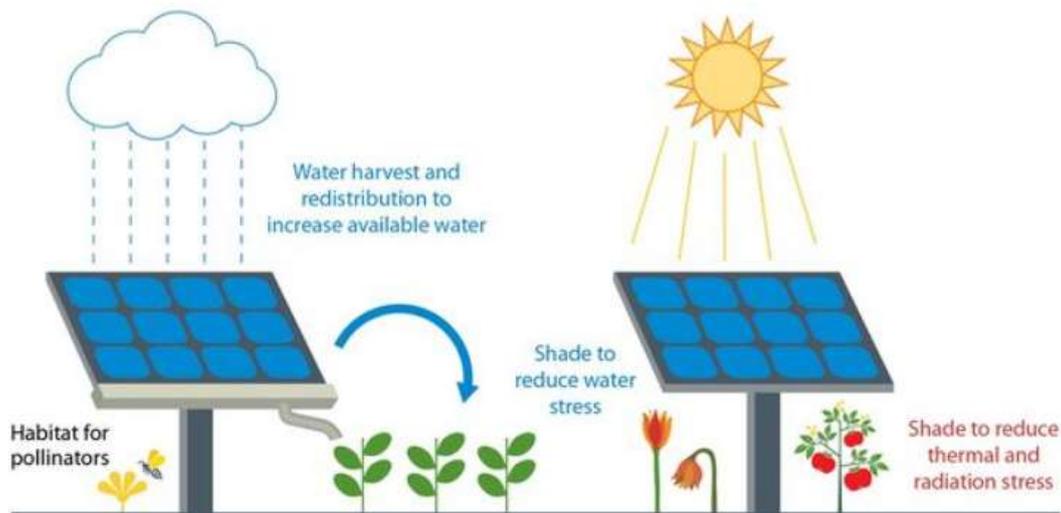


Figura 4. Alcuni benefici per le colture in un sistema agrivoltaico (InSPIRE/Project | Open Energy Information openei.org).

Non esiste quindi uno standard progettuale "assoluto" poiché ci sono diverse variabili che vanno analizzate in base alla localizzazione dell'impianto quali:

- l'ubicazione geografica;
- la conformazione del territorio;
- il clima;
- le colture coltivate tradizionalmente in loco;
- il tipo di coltura;
- il tipo di suolo.

"[...] Riteniamo che non esista un solo agrivoltaico, ma diverse soluzioni da declinare secondo le specifiche caratteristiche dei siti oggetto di intervento: la sfida è trasformare una questione tecnica in una questione di

cultura complessa, con un approccio transdisciplinare supportato dai risultati della ricerca sulle migliori combinazioni colture/sistemi fotovoltaici". (A. Scognamiglio, ENEA task force Agrivoltaico Sostenibile¹⁶).

Un recente rapporto del National Renewable Energy Laboratory (NREL) (Macknick et al., 2022), redatto alla fine della seconda fase triennale di ricerca sulle sinergie tra energia solare e agricoltura, riassume molto bene quali siano gli elementi fondamentali per il successo di un impianto agrivoltaico (definiti la "ricetta delle 5C"), identificando cinque elementi cardine (Figura 5) su cui lavorare quando si imposta un progetto:

- **clima:** suolo e condizioni ambientali; le condizioni ambientali devono essere adatte sia alla produzione di energia fotovoltaica sia alle colture o alle coperture del suolo desiderate;
- **configurazione:** intesa come tecnologie solari e design; la scelta della tecnologia fotovoltaica, il layout del sito e le altre infrastrutture possono influenzare dalla quantità di luce che raggiunge i moduli solari alla possibilità di far passare un trattore, se necessario, sotto i pannelli.
- **colture:** selezione delle specie e dei metodi di coltivazione, i progetti agrivoltaici devono selezionare colture o coperture del terreno che crescano sotto i moduli, in considerazione del clima locale e che siano redditizie nei mercati locali;
- **compatibilità** e flessibilità; il fotovoltaico deve essere progettato in modo da soddisfare le esigenze concorrenti dei proprietari di impianti fotovoltaici, degli operatori del settore e degli agricoltori o dei proprietari terrieri per consentire attività agricole efficienti;
- **collaborazione** e partnership; per il successo di qualsiasi progetto, la comunicazione e la comprensione tra le aziende agricole e i proprietari terrieri sono fondamentali.



Figura 5. Le 5 C per il successo di un progetto Agrivoltaico (Macknick et al., 2022).

¹⁶<https://www.enea.it/it/Stampa/news/energia-enea-lancia-la-prima-rete-nazionale-per-agrivoltaico-sostenibile#:~:text=%E2%80%9CRiteniamo%20che%20non%20esista%20un,dai%20risultati%20della%20ricerca%20sulle>

2.1. Seminativi e produzione di energia da fonte rinnovabile

L'utilizzo della superficie sottostante i pannelli, per la coltivazione di piante erbacee, è risultata una buona soluzione per ovviare alla competizione nell'uso del suolo tra la produzione di energia e agricoltura. Studi recentemente condotti in Italia hanno dimostrato che l'ombra generata dai moduli ha un impatto minimo sulla resa agricola e in alcuni casi migliora addirittura la produzione (Agostini *et. al*, 2021).

Per quanto concerne le **colture cerealicole**, nel caso del frumento, ad esempio, sono stati registrati incrementi produttivi nelle annate siccitose e decrementi nelle annate più umide; l'ombreggiamento risulta inoltre favorire il contenuto proteico delle cariossidi (Weselek *et. al*, 2019). Uno studio condotto nel 2011 (Dupraz *et al.*, 2011) sul grano duro ha evidenziato che, installando i moduli con una densità minore rispetto al fotovoltaico per consentire la coltivazione della superficie, non si riscontrano perdite significative nella produzione (-13 % in sostanza secca e -8% in raccolto). Nello stesso studio, i valori di LER ottenuti per il sistema agrivoltaico risultano superiori a quelli calcolati in altri sistemi di utilizzo combinato della superficie con un aumento della produzione ottenibile dalla superficie tra il 60 e il 70%. Per quanto riguarda il mais, invece, la produzione è risultata leggermente inferiore nei sistemi agrivoltaici in condizioni di risorsa idrica non limitante e, addirittura, superiore in condizioni di stress idrico (Amaducci *et.al*, 2018). In Germania la DoppelErnte ha installato un impianto AGV di quasi 2 MWp in cui si pratica la coltivazione di cereali ed è stata mantenuta la rotazione precedente, il sistema è ancora operativo e si è ampliato nel 2021 (Solar Power, 2023), la produzione ottenuta è risultata leggermente inferiore negli anni umidi e addirittura analoga alla precedente negli anni aridi.



Figura 6. Impianto Agrivoltaico in Bavaria, Germania.

Schindele *et al.* (2020) riportano esempi di coltivazione in Germania di **patate, frumento, orzo primaverile, barbabietola, porri, sedano, trifoglio e leguminose**, come specie utilizzabili per la coltivazione in sistema agro-fotovoltaico.

Enel¹⁷ ha attualmente in corso diversi progetti in Grecia, Spagna e Italia in cui si stanno sperimentando coltivazioni di timo, fiori, prati polifiti e varie colture ortive, tra cui anche leguminose. In questo caso la

¹⁷ <https://www.enelgreenpower.com/it/media/news/2021/02/agri-fotovoltaico-nuove-soluzioni>

coltivazione è stata inserita in impianti fotovoltaici esistenti, registrando un aumento dal 15 al 60 % nei raccolti a seconda della coltura e del tipo di impianto (fisso; tracke, monofacciale o bifacciale) e un risparmio idrico del 15-20%.



Figura 7. Erbaio coltivato al di sotto dei pannelli fotovoltaici Fonte: https://hypergeometric.files.wordpress.com/2020/10/trackers_bee-the-change_mike_kiernan_hero.jpg?w=1024



Figura 8. Frumento coltivato al di sotto dei pannelli fotovoltaici nelle campagne di Baoji (Cina, 2021) Fonte: <https://www.longi.com/us/news/6716/>

Hassanpour Adeh. *et al.* (2018) hanno confrontato gli effetti ambientali dei pannelli solari su un erbaio non irrigato, sottoposto a stress idrico frequente. L'obiettivo dello studio è stato quello di dimostrare l'impatto della componente energetica sul prato, quantificando i cambiamenti del microclima, dell'umidità del suolo, dell'uso dell'acqua e della produttività della biomassa dovuti alla presenza dei pannelli solari. Tramite

L'installazione di stazioni microclimatiche negli impianti agrivoltaici e l'utilizzo della tecnologia sensoristica applicata (l'umidità del suolo è stata quantificata utilizzando le letture di una sonda a neutroni), si sono evidenziate differenze significative nella temperatura media dell'aria, nell'umidità relativa, nella velocità e nella direzione del vento e nell'umidità del suolo. Le aree sotto i pannelli fotovoltaici hanno mantenuto un'umidità del suolo più elevata per tutto il periodo di osservazione, si è registrato un aumento significativo della biomassa (+90%) ed infine le porzioni sotto i moduli fotovoltaici sono risultate significativamente più efficienti dal punto di vista idrico (+328%).

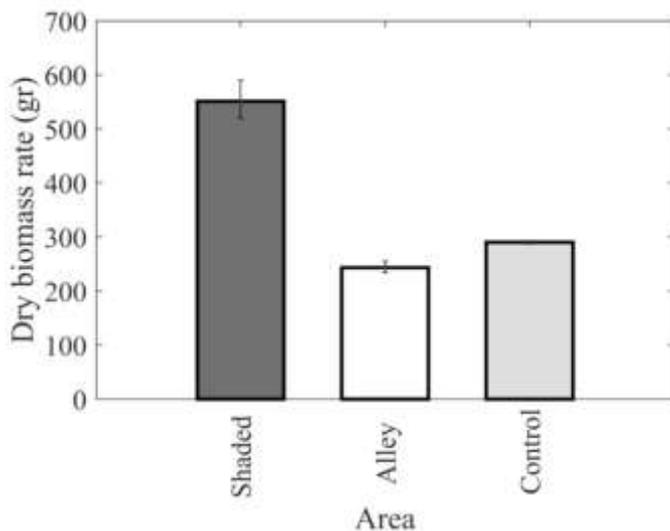


Figura 9. Confronto della biomassa secca nei tre luoghi di campionamento dello studio di Hassanpour Akeh. et al. (2018): all'ombra dei pannelli (shaded), nelle aree aperte tra i pannelli (alley) e nell'area di controllo al di fuori dell'impianto agrivoltaico (control). Fonte : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256.g006>

I ricercatori statunitensi hanno così confermato che nelle aree sottese ai moduli fotovoltaici si crea un microclima diverso rispetto alle aree esposte: le piante in pieno sole consumano la risorsa idrica più in fretta e, una volta terminata, appassiscono, mentre quelle protette dai moduli utilizzano l'acqua più lentamente e sono quindi meno soggette a stress idrico. I ricercatori concludono osservando che non tutte le colture sono indicate per i sistemi agrivoltaici e che la ricerca in questo campo ha bisogno di ulteriori studi. Tuttavia, recenti studi permettono di affermare che i climi semi-aridi con inverni umidi risultano essere ottimi candidati per sistemi agrivoltaici, supportati anche dai notevoli guadagni in termini di produttività.

L'ombreggiamento ha effetti diretti anche sulle **colture oleaginose**: la composizione degli acidi grassi prodotti dalle colture è infatti influenzata dai cambiamenti in termini di radiazione solare intercettata. È stato rilevato che una riduzione dell'intensità luminosa comporta infatti una riduzione della percentuale di acido oleico prodotto nei semi di colza, mais e girasole, nonché un aumento del contenuto in acidi grassi polinsaturi quali acido linoleico e linolenico (Izquierdo *et al*, 2009). Gauthier *et al*, 2017 hanno più recentemente confermato tale tesi: nello specifico la percentuale di acido linoleico prodotto dal colza è inversamente correlata alla radiazione solare captata dalla coltura.

Un recente studio (Edouard *et al.*, 2023) ha osservato, per un periodo di 2 anni, l'andamento della produzione dell'**erba medica** al di sotto dei pannelli fotovoltaici. Ciò che si evince dallo studio è che dal punto di vista della composizione e del valore nutrizionale il prodotto non ha subito alcun cambiamento, mentre è cambiata la sua morfologia con un aumento della lunghezza degli steli e della superficie delle foglie. Inoltre, trattandosi di una coltura particolarmente sensibile ai deficit idrici, la presenza dei pannelli ha (in taluni casi) aumentato la produzione (+10%) grazie a una diminuzione dell'evapotraspirazione.

La società francese TSE ha inaugurato nel settembre del 2022 il suo primo progetto pilota agrivoltaico nella città di Amance, nella Francia nordorientale, con l'obiettivo di dimostrare che l'ombreggiamento può influire

positivamente sulla resa esprimibile da colture quali soia, frumento, segale, orzo e colza. La stessa società ha inoltre dichiarato che sono in cantiere altri tre siti pilota della medesima tipologia che entreranno in funzione entro la fine del 2022.

In un recente intervento durante la Fieragricola tenutasi a marzo 2022, Alessandra Scognamiglio, coordinatrice della Task Force Enea Agrivoltaico Sostenibile¹⁸, riporta che in prove compiute su mais, frumento e foraggio la variazione di produttività va da un minimo di -8% a un massimo di +10%. Le perdite per patata, pomodoro, zucca e melone, variano da un -5% a un -8%.

Allargando il contesto oltreoceano, le installazioni agrivoltaiche si stanno moltiplicando. Esempio interessante è la Corea del Sud, che nel 2016 ha installato 100 kWp con coltivazione di riso, soia, e altre colture erbacee, ma anche la Cina (Xue, 2017) che tra il 2015 e il 2017 ha installato 4,0 GWp di sistemi agrivoltaici. Sempre in Cina, nella contea di Qianyang della città di Baoji, sono stati recentemente installati 100 MWp di agrivoltaico, associando la produzione di energia con la coltivazione del frumento.

Le scelte di questi paesi scaturiscono anche dalla consapevolezza dell'attuale contesto climatico caratterizzato spesso da eventi meteorici straordinari, nel quale le colture potranno addirittura giovare dell'effetto protettivo dei pannelli contro gli eventi estremi quali, ad esempio, grandine e temperature estreme.

2.2. Produzioni biologiche e produzione di energia rinnovabile

L'agricoltura biologica ha fra i propri obiettivi la salvaguardia o il ripristino della salute del suolo, della biodiversità e della conservazione dell'acqua. Gli obiettivi di difesa ambientale si possono concretizzare con la promozione dell'energia rinnovabile, infatti, adottando pratiche energetiche sostenibili in agricoltura, gli agricoltori possono ridurre le emissioni di gas serra, diminuire la dipendenza da fonti energetiche non rinnovabili e contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici (Yu et al., 2023). Pertanto, **nei protocolli di agricoltura biologica è spesso auspicata l'eliminazione della dipendenza dalle risorse non rinnovabili** ed è sempre più incoraggiata l'autonomia dalle risorse attraverso l'autoproduzione. L'energia sostenibile in agricoltura implica l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili come l'energia solare, l'energia eolica, la biomassa e l'energia idroelettrica.

Come emerso anche durante il "IV Forum nazionale sull'Agroecologia Circolare"¹⁹ promosso da Legambiente l'agricoltura, per garantirsi un futuro sostenibile deve lavorare su diversi aspetti, considerando sia gli obiettivi riguardanti il biologico, garantendo una completa attuazione della legge recentemente approvata, la riduzione dell'uso della chimica di sintesi (secondo le indicazioni della Commissione europea, da tagliare del 62% entro il 2030), la salvaguardia del benessere animale e della biodiversità (con il 10% di aree agricole da destinare all'alta biodiversità entro il 2030) sia contribuendo alla riduzione delle emissioni climalteranti del comparto, degli input negativi legati all'agricoltura e alla zootecnia intensiva e il sostegno alle rinnovabili, coniugando innovazione tecnologica e produzione agricola di qualità.

La valorizzazione dell'agricoltura rappresenta un elemento cruciale nella strategia energetica dell'Italia, potendo contribuire significativamente alla transizione ecologica e ambientale del Paese, rivedendo l'attuale modello agricolo. Il cambiamento necessario parte dal sostegno allo sviluppo delle agroenergie, dalla promozione delle filiere corte "made in Italy" e dalla diffusione dell'agricoltura biologica. L'agricoltura deve essere quindi considerata un sistema multifunzionale in cui **le energie rinnovabili possono giocare un ruolo**

¹⁸ <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/>

¹⁹ <https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/iv-forum-nazionale-agroecologia-circolare/>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 16 di 114

strategico nello scenario attuale, in particolare la tecnologia agrivoltaica rappresenta il punto di congiunzione tra lo sviluppo tecnologico e la conservazione dei beni ambientali, garantendo la coltivazione senza consumo di suolo ed emissioni inquinanti.

Al fine di rendere il settore agricolo protagonista oltre che della filiera del cibo anche della rivoluzione energetica, è fondamentale che vengano definite norme adeguate e uniformi, che permettano una realizzazione degli impianti corretta e trasparente.

3. Quadro normativo dell'agrivoltaico

A livello internazionale lo sviluppo di impianti agrivoltaici viene presentato per la prima volta tra le linee di azione di Agenda 2030, adottata dall'ONU nel 2015 e recepita immediatamente dall'Unione Europea, che ha sempre incentivato notevolmente l'utilizzo dei pannelli fotovoltaici per produrre energia "pulita", ma solo recentemente sta lavorando su direttive o regolamenti che disciplinino o diano indicazioni tecniche precise riferite a questa tipologia di impianti "ibridi".

Nonostante l'evidente e riconosciuta potenzialità, il quadro normativo è rimasto a lungo frammentario e talvolta discordante, ma finalmente gli sforzi compiuti stanno portando a una definizione condivisa e condivisibile di "Impianto agrivoltaico".

In Italia, la diffusione di questa tipologia di impianti è stata infatti a lungo limitata dall'assenza di un sistema incentivante. Gli incentivi statali in abito agricolo sono stati introdotti dal **D. Lgs. 28/2011** con le limitazioni previste dai commi 4 e 5 dell'art.10. Nel 2012 è però intervenuto il **D.L. 1/2012** che con l'**art 65 comma 1** ha escluso l'accesso agli incentivi per "gli impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole". Finalmente, nel 2021 con l'**art. 31, comma 5, legge n. 108 del 2021** (conversione del D.L. 77/2021) vengono di fatto ufficialmente definiti gli **impianti agrovoltaici**:

- comma 1-quater "Il comma 1 non si applica **agli impianti agrovoltaici che adottino soluzioni integrative innovativa con montaggio dei moduli elevati da terra**, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque **in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale**, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione";
- comma 1-quinquies (poi così modificato dall'art. 11, comma 1, lettera a, **L. n. 34 del 2022**): "l'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1-quater è inoltre subordinato alla contestuale **realizzazione di sistemi di monitoraggio**, da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei servizi energetici (GSE) (...), che consentano 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".

Infine, l'**art. 9 del DL 17/22** (convertito da L n. 34 del 22 aprile 2022 "Semplificazioni per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili") introduce con il comma 9-bis all'art. 6 della 28/2011 (*Procedura abilitativa semplificata e comunicazione per gli impianti alimentati da energia rinnovabile*) l'estensione della Procedura Abilitativa Semplificata (PAS), "**agli impianti agro-voltaici di cui all'articolo 65, comma 1-quater, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27, che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale**", lo stesso DL, con l'**art. 11** viene anche soppresso definitivamente il vincolo del 10% di copertura della superficie agricola totale ai fini dell'accesso agli incentivi statali per gli impianti agrovoltaici inizialmente introdotto al comma 1-quinquies.

Il Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA) ha contribuito con le proprie "*Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico*" all'esame del D.L. 17/2022, prima della conversione in legge. Dal testo di questo approfondimento emergono numerose **informazioni preziose utili ad inquadrare gli impianti agrovoltaici, anche nel contesto degli aiuti economici derivanti dalla Politica Agricola Comune (PAC)**. L'ente sottolinea che occorre prediligere impianti che non vadano a sottrarre in maniera permanente suolo all'attività agricola - ed anzi favorire con l'installazione di essi il ripristino della

piena funzionalità agro-biologica del suolo - ha riflessi anche in quello che è il mantenimento dei titoli PAC. Dal punto di vista procedurale e regolatorio, infatti, il mantenimento dei suddetti aiuti comunitari è legato principalmente al prosieguo dell'attività primaria, potendo integrare altre attività "accessorie", purché esse non vadano ad ostacolare l'attività agricola in sé. Da qui, dunque, il bisogno di uno strutturato iter progettuale della componente agronomica, con uno sguardo alle nuove tecnologie dell'agricoltura di precisione e digitale, integrando anche accorgimenti tecnici che possano permettere un miglioramento quali-quantitativo delle colture in ottica di ottimizzazione dell'uso delle risorse (ad esempio la componente idrica) e limitazione degli sprechi.

Come sottolineato anche nella Strategia dell'UE per l'Energia Solare ²⁰, gli Stati membri dovrebbero integrare gli incentivi per l'agrifotovoltaico, se del caso, in sede di definizione dei piani strategici nazionali della PAC ricordando che, nel settore agricolo, le norme in materia di aiuti di Stato autorizzano la concessione di aiuti per gli investimenti nell'energia sostenibile. E' importante sottolineare come già ad oggi ai sensi del regolamento (UE) n. 1307/2013, e in particolare dell'articolo 32 (Attivazione dei diritti all'aiuto), paragrafo 3, riguardante gli ettari ammissibili al sostegno PAC, fermo restando l'utilizzo prevalente per l'attività agricola, **è consentito, previa comunicazione preventiva all'organismo pagatore competente, svolgere un'attività non agricola purché vengano rispettate alcune condizioni.** Infatti, quando la superficie agricola di un'azienda è utilizzata anche per attività non agricole, essa si considera utilizzata prevalentemente per attività agricole se l'esercizio di tali attività (agricole) non è seriamente ostacolato dall'intensità, dalla natura, dalla durata e dal calendario delle attività non agricole. Tale regolamento è stato abrogato dall'entrata in vigore del regolamento (UE), il n. 2115/2021, che però mantiene all'art. 3 la definizione di superficie agricola e all'art 4 specifica che "Ai fini degli interventi sotto forma di pagamenti diretti, l'«ettaro ammissibile» è determinato in modo tale da comprendere superfici che sono a disposizione dell'agricoltore e che consistono in:

- a) *qualsiasi superficie agricola dell'azienda che, durante l'anno per il quale è richiesto il sostegno, sia utilizzata per un'attività agricola o, qualora la superficie sia adibita anche ad attività non agricole, sia utilizzata prevalentemente per attività agricole; in casi debitamente giustificati per ragioni ambientali connesse o alla biodiversità e al clima, gli Stati membri possono decidere che gli ettari ammissibili comprendano anche determinate superfici utilizzate per attività agricole solo ogni due anni;*
- b) *qualsiasi superficie dell'azienda che:*
 - I. presenta elementi caratteristici del paesaggio soggetti all'obbligo di mantenimento ai sensi della norma BCAA 8 indicata nell'allegato III;*
 - II. è utilizzata per raggiungere la quota minima di seminativo destinato a superfici ed elementi non produttivi, compresi i terreni lasciati a riposo, ai sensi della norma BCAA 8 elencati nell'allegato III;*
 - III. per la durata del corrispondente impegno dell'agricoltore, è impegnata o mantenuta a seguito di un regime per il clima e l'ambiente di cui all'articolo 31. Se gli Stati membri decidono in tal senso, l'ettaro ammissibile può contenere altri elementi caratteristici del paesaggio, purché questi non siano predominanti e non ostacolino in modo significativo lo svolgimento dell'attività agricola a causa della superficie da essi occupata sulla parcella agricola. Nell'attuare tale principio, gli Stati membri possono fissare una quota massima della parcella agricola che può essere coperta da tali altri elementi caratteristici del paesaggio. (...)*
- c) *qualsiasi superficie dell'azienda che abbia dato diritto a pagamenti a norma del titolo III, capo II, sezione 2, sottosezione 2, del presente regolamento o del regime di pagamento di base o del regime di pagamento unico per superficie di cui al titolo III del regolamento (UE) n. 1307/2013 e che non sia un*

²⁰ EU Solar energy strategy (COM ("=") 221 final. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en#eu-solar-energy-strategy

«ettaro ammissibile» secondo quanto determinato dagli Stati membri sulla base dei punti i) e ii) del presente paragrafo:

I. in seguito all'applicazione delle direttive 92/43/CEE, 2009/147/CE o 2000/60/CE a tale superficie;

II. in seguito a interventi basati sulle superfici a norma del presente regolamento e rientranti nel sistema integrato di cui all'articolo 65, paragrafo 1, del regolamento (UE) 2021/2116, che consente la produzione di prodotti non elencati nell'allegato I TFUE mediante paludicoltura, o ai sensi di regimi nazionali per la biodiversità o la riduzione dei gas a effetto serra le cui condizioni siano conformi a tali interventi basati sulle superfici, a condizione che tali interventi e regimi nazionali contribuiscano al conseguimento di uno o più obiettivi specifici di cui all'articolo 6, paragrafo 1, lettere d), e) e f), del presente regolamento;(...)"

Al fine di contribuire alla definizione di "agrivoltaico", il "Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI"²¹, sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare (ANIE, 2022), definisce alcuni indicatori minimi per qualificare ed etichettare come tale un sistema agrivoltaico, ovvero la coesistenza nel progetto di tutte le tre condizioni di seguito riportate:

- la fattibilità dell'attività agricola del sistema deve essere asseverata da parte di un tecnico competente, sia in fase autorizzativa, sia annualmente;
- l'esecuzione del monitoraggio ed il controllo dei fattori della produzione, le cui modalità devono essere scelte in base alla tipologia di attività esercitata;
- il limitare la superficie non utilizzabile ai fini agricoli (ovvero le porzioni di suolo non più disponibili dopo l'installazione dei moduli, come ad esempio quelle occupate dalle strutture di sostegno) a non più del 30% della superficie totale del progetto.

Lo stesso documento contribuisce anche a definire alcuni criteri incrementali definiti "Plus" - la cui presenza si auspica possa essere presa in considerazione per l'assegnazione di una priorità di ammissione del progetto, nonché di sostegno finanziario, rispetto ad altri dello stesso ambito energetico, che misurano un più elevato livello di integrazione dell'attività di produzione di energia da fonte fotovoltaica sulle superfici vocate alla produzione primaria, quali ad esempio:

- l'utilizzo di strumenti digitali facenti parte della sfera dell'agricoltura di precisione (o agricoltura 4.0);
- il miglioramento dell'utilizzo della risorsa idrica mediante accorgimenti tecnico-agronomici che si traduca in un aumento del valore d'uso del suolo;
- l'utilizzo di misure di mitigazione ambientali atti a favorire un miglior inserimento dell'impianto nel contesto agricolo e rurale;
- la tutela della biodiversità, delle specie di interesse agrario, del suolo dai fenomeni erosivi e l'uso di colture identitarie del territorio o specie zootecniche autoctone.

Infine, è recente (28 giugno 2022) la pubblicazione da parte del MiTE (Ministero della Transizione Ecologica) delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" (MiTE, 2022).

La diffusione di questa tipologia di impianti è stata infatti a lungo limitata dall'assenza di un sistema incentivante, ma il "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)", inserisce l'agrivoltaico (se in possesso di determinati requisiti) tra le produzioni di energia rinnovabile incentivabili e comincia a dare indicazioni rispetto alle caratteristiche che deve avere un progetto per essere definito "Agrivoltaico".

²¹ <https://www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrovoltaico.pdf>

Il PNRR, infatti, nella sua versione definitiva trasmessa alla UE, prevede stanziamenti superiori al miliardo di euro per lo "Sviluppo Agrivoltaico" (e relativi monitoraggi) e una capacità produttiva di 2,43 GW. Proprio allo sviluppo dell'agrivoltaico viene dedicato il primo punto della missione Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile (M2C2) (Figura 10).



Figura 10. Componente M2C2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile"

Il DM nr. 436 del 22/12/2023 pubblicato sul sito del MASE il 13 febbraio ha infine finalmente chiarito quali debbano essere i requisiti tecnici dell'agrivoltaico che può accedere agli incentivi PNRR. Sono di prossima pubblicazione le Regole Operative del GSE volte ad aumentare la chiarezza normativa per i progetti agrivoltaici "avanzati", definendo una serie di parametri e modalità di calcolo, anche per la definizione della superficie totale del sistema agrivoltaico e della superficie destinata ad attività agricola.

Ad oggi il quadro normativo per l'agrivoltaico in generale è sempre più chiaro, ma mancano ancora le Linee Guida del CREA-GSE sui sistemi di monitoraggio e interventi del legislatore per definire quali condizioni debbano essere rispettate per le semplificazioni autorizzative.

3.1. Linee guida in materia di impianti agrivoltaici - Mite

Le "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" (MiTE, 2022) sono il frutto di un lavoro congiunto tra **CREA**²², **GSE**²³, **ENEA**²⁴ ed **RSE**²⁵, coordinato dallo stesso MiTE, allo scopo di rappresentare un punto di riferimento per l'Agrivoltaico in Italia, non solo per poter definire cosa renda un impianto, che usa la tecnologia fotovoltaica, "agrivoltaico", ma anche per identificare elementi concreti e quantificabili che consentano di distinguere tra diversi tipi di impianti agrivoltaici, identificando tra questi quali possano/potranno o meno accedere ai contributi statali e del PNRR.

Questo documento chiarisce e definisce le **caratteristiche minime ed i requisiti** da soddisfare affinché un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola possa essere definito "**agrivoltaico**":

- **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 D:** per quanto concerne la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

Nello stesso documento vengono, inoltre, descritti i **requisiti "plus"** che un impianto deve soddisfare per essere definito "**impianto agrivoltaico avanzato**", diventando meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche, come stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies del DL n. 1/2012, nonché quelli per l'accesso ai contributi del PNRR (esclusi quelli ulteriori soggettivi o tecnici, premiali e di priorità che potranno essere definiti successivamente):

- **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:** l'azienda deve essere dotata di un adeguato sistema di monitoraggio che consenta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico anche in termini di risparmio idrico;
- **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.

Entrando nel dettaglio dei requisiti minimi che un progetto "agrivoltaico" come quello proposto deve possedere per essere definito tale si identificano:

- **A.1 Superficie minima coltivata:** garantire il prosieguo dell'attività agricola su una superficie (S_{agr}) non inferiore al 70% della superficie totale (S_{tot}) dell'area oggetto di intervento;
- **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio):** il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico deve essere non superiore al 40%;

²² Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

²³ Gestore dei servizi energetici S.p.A

²⁴ Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

²⁵ Ricerca sul sistema energetico S.p.A

- **B.1.a Esistenza e resa della coltivazione:** bisogna accertare la destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, valutando e confrontando il valore della produzione agricola media ante intervento con quello della produzione agricola ipotizzata per il sistema agrivoltaico, ad esempio esprimendola in €/ha o €/UBA;
- **B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo:** garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo dello stato di fatto o l'eventuale passaggio ad uno dal valore economico più elevato. Andrebbero mantenute comunque le produzioni DOP e IGP.
- **B.2 Producibilità elettrica minima:** garantire che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non sia inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard idealmente realizzato sulla stessa area;
- **D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola:** monitorare attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo - con cadenza stabilita - l'esistenza e la resa della coltivazione, nonché il mantenimento dell'indirizzo produttivo proposto.

I requisiti introdotti dal Mase consentono di definire alcune tipologie di impianto a seconda della configurazione spaziale, considerando che l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa (considerando parte della superficie dell'impianto come Superficie non agricola S_N), per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico.

Come anticipato le Linee Guida forniscono non solo le definizioni, ma anche gli elementi e i concetti necessari per definire le componenti del sistema che possono essere utilizzate per la verifica della conformità di un impianto al concetto di *agrivoltaico* quali:

- **"Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}):** somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)."

Tale superficie è riferibile alla somma di tutte le superfici dei moduli fotovoltaici proiettate ortogonalmente al terreno.

- **"Superficie di un sistema agrivoltaico (S_{tot}):** area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico."

Tale superficie è riferibile alla superficie delle singole tessere che vanno a comporre la totalità del Sistema Agrivoltaico proposto.

Il MiTE introduce anche il concetto di **tessera**, che nel presente lavoro è stato considerato come un **gruppo di pannelli con caratteristiche omogenee** (i.e. una strada interna che cambia il pitch divide l'impianto in due tessere) che vanno a comporre la totalità del Sistema Agrivoltaico e sottolinea che i requisiti minimi devono essere soddisfatti distintamente da ciascuna tessera.



Figura 11. Rappresentazione di un sistema agrivoltaico a unica tessera e a insieme di tessere (Mite,2022).

Le Linee Guida sopracitate definiscono il sistema agrivoltaico come un “pattern spaziale tridimensionale”, composto dall’impianto agrivoltaico, e segnatamente, dai moduli fotovoltaici e dallo spazio libero tra e sotto i moduli fotovoltaici, montati in assetti e strutture che assecondino la funzione agricola, o eventuale altre funzioni aggiuntive”. Il pattern fotovoltaico è infatti caratterizzato da **porosità**, definita come il rapporto tra l’area totale di installazione e l’area occupata dai moduli: lo spazio nel quale il pattern fotovoltaico è organizzato è quindi una sorta di spazio “vuoto” definito “**spazio poro**”.

Nello specifico caso di un impianto Agrivoltaico (impianto in cui coesistono elementi agricoli – coltivazione – ed elementi tecnologici finalizzati alla produzione di energia – fotovoltaico), il concetto di spazio poro viene definito come lo “**spazio dedicato all’attività agricola, caratterizzato dal volume costituito dalla superficie occupata dall’impianto agrivoltaico (superficie maggiore tra quella individuata dalla proiezione ortogonale sul piano di campagna del profilo esterno di massimo ingombro dei moduli fotovoltaici e quella che contiene la totalità delle strutture di supporto) e dall’altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo**” (MiTE,2022).

Un sistema agrivoltaico quindi, oltre a creare un connubio virtuoso tra produzione di energia elettrica e agricola, risulta avere le potenzialità per poter garantire un migliore inserimento paesaggistico rispetto ad un impianto fotovoltaico di tipo tradizionale.

Tali Linee Guida rappresentano in Italia ad oggi, il riferimento non solo per poter definire cosa renda un impianto che usa la tecnologia fotovoltaica “agrivoltaico”, ma anche per identificare elementi concreti e quantificabili che consentano di distinguere tra diversi tipi di impianti agrivoltaici, distinguendo tra questi quali possano o meno accedere ai contributi statali e del PNRR. Il recente Decreto ai fini degli incentivi (DM 436 del 22/12/2023) fa infatti esplicito riferimento agli indici introdotti dalle LG (ad eccezione del LAOR).

In particolare, i requisiti identificati per l’accesso agli incentivi risultano:

- impianto definibile “agrivoltaico di natura sperimentale (avanzato)” in conformità a quanto stabilito dall’articolo 65, commi 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1. Gli indicatori sul recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici, sono individuati dal GSE, sentito il CREA, nell’ambito delle regole applicative di cui all’articolo 12, comma 2 del DM 436/23);
- Superficie minima destinata all’attività agricola ($S_{agr} \geq 0,7 * S_{tot}$)
- Adozione di soluzioni costruttive integrate innovative: in particolare l’altezza minima dei moduli dell’impianto agrivoltaico avanzato rispetto al suolo deve consentire la continuità delle attività

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 24 di 114

agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici e rispetta, in ogni caso, i valori minimi di seguito riportati:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame) e impianti agrivoltaici che prevedono l'installazione di moduli in posizione verticale fissa;
 - 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).
- Producibilità elettrica minima: ($FV_{agr} \geq 0,6 * FV_{standard}$)
 - Continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento (condizione da verificare con le modalità stabilite da CREA-GSE, delle quali si attende pubblicazione).

Per la valutazione della conformità del progetto agrivoltaico presentato (vedasi capitolo 9) nel presente elaborato sono state prese in considerazione le LG del MASE, si fa tuttavia presente che esistono altre norme che meritano attenzione sul tema agrivoltaico quali:

- Prassi di riferimento UNI/PdR 148:2023 entrata in vigore il 3 agosto 2023. documento pubblicato da UNI e previsto dal Regolamento UE n. 1025/2012 che prescrive le prassi condivise insieme ad altri enti sui "Sistemi agrivoltaici: integrazione di attività agricole e impianti fotovoltaici".
- CEI PAS 82-93: Public Available Specification dedicate agli impianti agrovoltaici, che partendo dalla LG del Mase propone una classificazione delle tipologie di impianti agrivoltaici, le tipologie di installazioni che si ritengono realizzabili, i requisiti di base e il monitoraggio e la valutazione della produzione elettrica. La PAS fornisce anche elementi sulla sicurezza elettrica nell'esercizio delle attività elettriche e agricole, le attività di O&M e le verifiche degli impianti agrivoltaici.

Con particolare riferimento alle PAS è fondamentale considerare che il documento riporta tipologie installative, che allo stato attuale si ritengono realizzabili, ma non vuole essere limitativo nei confronti di altre possibili tipologie di impianti e sistemi agrivoltaici. Tra le specifiche fornite viene introdotto, per le tipologie di impianti che impiegano moduli su strutture ad inseguimento solare, il concetto che la Superficie non agricola S_N può variare in funzione delle scelte progettuali di carattere geometrico e dimensionale e, colturali, se opportunamente giustificato da un agronomo professionista.

4. L'agricoltura in Veneto

La produzione lorda del comparto agricolo veneto, che nell'ultimo triennio disponibile (2016-2018) si è attestata sui 5.600 milioni di euro, occupa la terza posizione nella graduatoria nazionale, subito dopo la Lombardia e l'Emilia-Romagna e la quarta in termini di valore aggiunto (Regione Veneto, 2020). Le imprese agricole venete contribuiscono a realizzare circa il 10% del fatturato agricolo nazionale. Considerando il solo fatturato dei singoli comparti, il Veneto si posiziona quasi sempre nelle posizioni di testa (se si esclude il comparto delle produzioni frutticole e quello delle ortofloricole). Inoltre, la regione assume la posizione di leadership nei comparti delle produzioni avicunicole, vitivinicole e dei seminativi. Secondo quanto emerge dal rapporto annuale regionale sul settore agronomico (VenetoAgricoltura, 2023), durante il 2022, l'economia regionale ha risentito dell'aumento sia dei costi di produzione sia dei costi delle materie prime, entrambi da ricollegare, fra le altre cose, al conflitto bellico tra Russia e Ucraina. L'instabilità economica, scatenata dal conflitto, ha comportato un generale miglioramento dei prezzi di mercato il che ha permesso di registrare un aumento del valore complessivo della produzione agricola lorda superiore al 18% (rispetto al 2021).

4.1. Superfici, coltivazioni ed altre attività agricole

La Regione Veneto ha un'estensione totale di 1.834.500 ettari, di cui, secondo l'ultimo censimento agricolo, 835.000 ha risultano come Superficie Agricola Utilizzata (SAU), superficie che, dopo una riduzione registrata nel periodo 2006-2018, ha avuto un aumento del 2,9%²⁶ nel 2020. Anche in questa Regione, come nel resto dell'Italia, si riscontra una contrazione²⁷ del numero di aziende agricole rispetto al precedente censimento nazionale (che descriveva la situazione agricola del 2010), registrando un calo del 30,5%, con **83.017 aziende agricole**.

Secondo quanto emerso durante la "Conferenza regionale dell'agricoltura e dello sviluppo rurale del Veneto" (Regione Veneto, 2020), le cause della contrazione della superficie agricola in Veneto, ma più in generale su tutto il territorio nazionale, sono riconducibili a due fattori principali: da un lato, il progressivo abbandono delle terre meno fertili, dall'altro, il cambio di destinazione d'uso di terreni agricoli per esigenze urbanistiche e infrastrutturali. Negli anni (Figura 12), la contrazione più importante ha riguardato le superfici a

	2016-18 ettari	In %	2016-18 / 2006-08 %	2016-18 / 2006-08 tasso annuo
Superficie Agricola Utilizzata	774.161	100,0%	-4,1%	-0,4%
<i>COLTIVAZIONI ERBACEE</i>	566.784	73,2%	-0,1%	0,0%
Cereali	286.606	37,0%	-19,8%	-2,2%
Leguminose da granella	1.137	0,1%	67,2%	5,3%
Patate e ortaggi	27.169	3,5%	-20,3%	-2,2%
Industriali	172.171	22,2%	80,1%	6,1%
Fiori e piante ornamentali	1.449	0,2%	-16,9%	-1,8%
Vivai e sementai	1.217	0,2%	15,0%	1,4%
Foraggiere temporanee	77.035	10,0%	-1,7%	-0,2%
<i>COLTIVAZIONI LEGNOSE</i>	115.843	15,0%	9,9%	0,9%
Frutta	19.864	2,6%	-19,8%	-2,2%
Prodotti dell'olivicoltura	5.229	0,7%	6,7%	0,7%
Prodotti vitivinicoli	90.750	11,7%	19,8%	1,8%
<i>PRATI E PASCOLI</i>	91.534	11,8%	-31,1%	-3,7%

Figura 12. Principali aggregati della superficie agricola utilizzata in Veneto.
Fonte ISTAT e Regione Veneto²⁸

²⁶ Come cambiano le aziende agricole. Settimo censimento agricoltura iconografiche. <https://www.istat.it/storage/7-Censimento-agricoltura-Infografiche/1.pdf>

²⁷ Il 7° Censimento Generale Agricoltura ha fotografato una situazione di contrazione nazionale: -30,1% di aziende agricole; -3,6% di SAT e -2,5% di SAU

²⁸ Immagine estratta dalla scheda informativa prodotta per "Conferenza regionale dell'agricoltura e dello sviluppo rurale del Veneto". <http://www.piave.veneto.it/resource/resolver?resourceId=a1770c3b-ea44-44cd-b2b3-3d29be8909ff/02.pdf>

prati e pascoli che in soli 10 anni sono diminuite del 31%. Gran parte della SAU, ovvero più del 70%, risulta dedicata alla coltivazione dei seminativi, seguiti dalle colture arboree (15%) e, infine, dalle foraggere permanenti (12%).

4.2. Prodotti di qualità

Secondo le rilevazioni del Sistema d'informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica (SINAB, 2023), in Veneto si registra una contrazione del comparto biologico, rispetto l'annata precedente, soprattutto delle superfici (-0,1 corrispondente a 38 ha) e degli operatori del settore (-2,5%), come riportato in Figura 13 e Figura 14.

TOTALE AL 31/12/2022	48.052	Totale 2022	48.052
Cereali	10.718	Totale 2021	48.090
Colture proteiche, leguminose da granella	360	Var. % 22-21	-0,1
Piante da radice	364		
Colture industriali	6.077		
Colture foraggere	3.961		
Altre colture da seminativi	2.153		
Ortaggi*	1.995		
Frutta**	2.693		
Frutta a guscio	156		
Agrumi	6		
Vite	9.712		
Olivo	543		
Altre colture permanenti	142		
Prati e pascoli (escluso il pascolo magro)	7.043		
Pascolo magro	1.573		
Terreno a riposo	555		

* Agli ortaggi sono accorpate le voci "fragole" e "funghi coltivati"
 ** Alla frutta è accorpata la voce "piccoli frutti"

Figura 13. Ripartizione delle superfici (ha) condotte in biologico nella regione Veneto. Fonte SINAB, 2023

	Produttori	Preparatori	Importatori	Produttori/ Preparatori
2022	2.024	989	82	695
2021	2.118	1.024	75	669

Figura 14. Ripartizione degli operatori nel settore biologico nella regione Veneto. Fonte SINAB, 2023

Oltre alle produzioni biologiche, la regione vanta dati significativi in valore relativi al comparto delle produzioni agro-alimentari certificate attraverso "marchi di qualità" ben 18 denominazioni di origine protette (DOP), 18 indicazioni geografiche protette (IGP) e 3 specialità tradizionali garantite (STG), cui si aggiungono 14 denominazioni di origine controllata e garantita (DOCG), 29 denominazioni di origine controllata (DOC) e 10 indicazioni geografiche tipiche (IGT) nel settore dei vini²⁹; a titolo esemplificativo si citano:

- per il comparto formaggi: "Asiago D.O.P."; "Piave D.O.P."; "Taleggio D.O.P."; "Grana Padano D.O.P."
- per i prodotti a base di carne: "Salamini italiani alla Cacciatora D.O.P."; "Prosciutto Veneto Berico-Euganeo D.O.P."
- per il comparto delle produzioni orto-frutticole il "Asparago Bianco di Bassano D.O.P."

²⁹ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2090>;
<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/qualita-prodotti>

Oltre a quelli sopracitati, in Veneto sono stati individuati 390 prodotti agroalimentari tradizionali (P.A.T.)³⁰ rappresentativi di tutte le province venete e appartenenti alle principali tipologie di prodotto; nel 2023 sono stati aggiunti all'elenco 3 nuovi prodotti: broccolo di Novaglie; mame feltrine e le sarde in saor.

4.3. Andamento economico dei seminativi

I dati riportati nel rapporto annuale regionale sul settore agronomico (VenetoAgricoltura, 2023) mostrano come nell'annata 2022, nonostante l'andamento meteorologico non particolarmente favorevole, sia stata registrata una notevole crescita, rispetto l'anno precedente, del valore prodotto dalle colture erbacee. L'annata 2022 è stata particolarmente negativa per i cereali (nella fattispecie per il mais e per il riso) che hanno visto una contrazione sia delle superfici coltivate (-3%) sia della produzione (-29,6%). Il **frumento**, sia tenero sia duro, ha visto aumentare le superfici coltivate (rispettivamente 1% e 33%), ma **contrarre le rese di produzione** (-6,2% e -9,3%). Controcorrente è stata la produzione dell'**orzo** che ha visto un aumento delle superfici coltivate accompagnato da un **aumento delle rese totali**, registrando rispettivamente un incremento pari al 20,4% e al 20,2%. Per quanto concerne la **soia**, la coltura ha avuto una forte riduzione rispetto al 2021 (-19,2%), controbilanciata solo parzialmente da un aumento degli ettari investiti (5,3%). Per quanto concerne la produzione di **erba medica**, la regione rappresenta uno fra i territori in cui la coltura si è diffusa inizialmente e consolidata nel tempo. A partire dagli anni '50 dello scorso secolo i principali territori di produzione erano collocati nelle province di Rovigo, di Ferrara e di Ravenna poiché areali caratterizzati da condizioni pedoclimatiche uniche, infatti, la vicinanza sia del Po sia del mare fa sì che il terreno sia ricco di sedimenti alluvionali e i fondi siano asserviti da una ricca rete di canali per l'irrigazione. Negli ultimi anni sta crescendo l'interesse per la coltivazione di erba medica da commercializzare come prodotto essiccato o disidratato per cui si registra una notevole richiesta estera (in particolar modo da parte del Medio Oriente).

Le prime stime disponibili per l'annata 2023 mostrano un incremento degli ettari dedicati alla produzione dell'**orzo** (circa 5%) e in ripresa anche gli ettari coltivati a **colza** (10-15%); anche per la **soia** e il **sorgo** le superfici coltivate dovrebbero essere in aumento (rispettivamente del 2-5% e del 5%).

³⁰ Si tratta di prodotti agroalimentari destinati all'alimentazione umana (bevande analcoliche, distillati e liquori, carni e frattaglie, grassi, formaggi, prodotti vegetali, prodotti da forno, prodotti della gastronomia, pesci e molluschi, prodotti di origine animale), la cui lavorazione, conservazione o stagionatura sono praticate in maniera uguale e secondo delle precise regole tradizionali, tramandate nel tempo.

4.4. Incentivi e sostegno all'agricoltura

Il 2023 ha rappresentato il primo anno per la nuova PAC 2023-2027, che ha previsto l'elaborazione, da parte di ciascuno Stato membro, di un Piano Strategico Nazionale della Pac (di seguito **PSP** o **PSN**) in cui sono confluiti i finanziamenti per il **sostegno al reddito (Pagamenti diretti -PD- I Pilastro)**, lo **sviluppo rurale (SR)** e le **misure di mercato (II Pilastro)** previsti nelle PAC precedenti. Il PSP, dunque, rappresenta una vera e propria sfida per il sistema Paese, in quanto per la prima volta **vengono raccolti in un unico documento di programmazione tutti gli strumenti della PAC**, rafforzando la coerenza degli interventi messi in atto.

Le azioni programmate a livello comunitario concorrono al raggiungimento dei **3 obiettivi generali articolandosi nei 9 obiettivi specifici (OS)** (Figura 15) completati e interconnessi all'obiettivo trasversale di modernizzare il settore agricolo tramite la promozione e la condivisione di conoscenza, innovazione e digitalizzazione in agricoltura e nelle zone rurali.

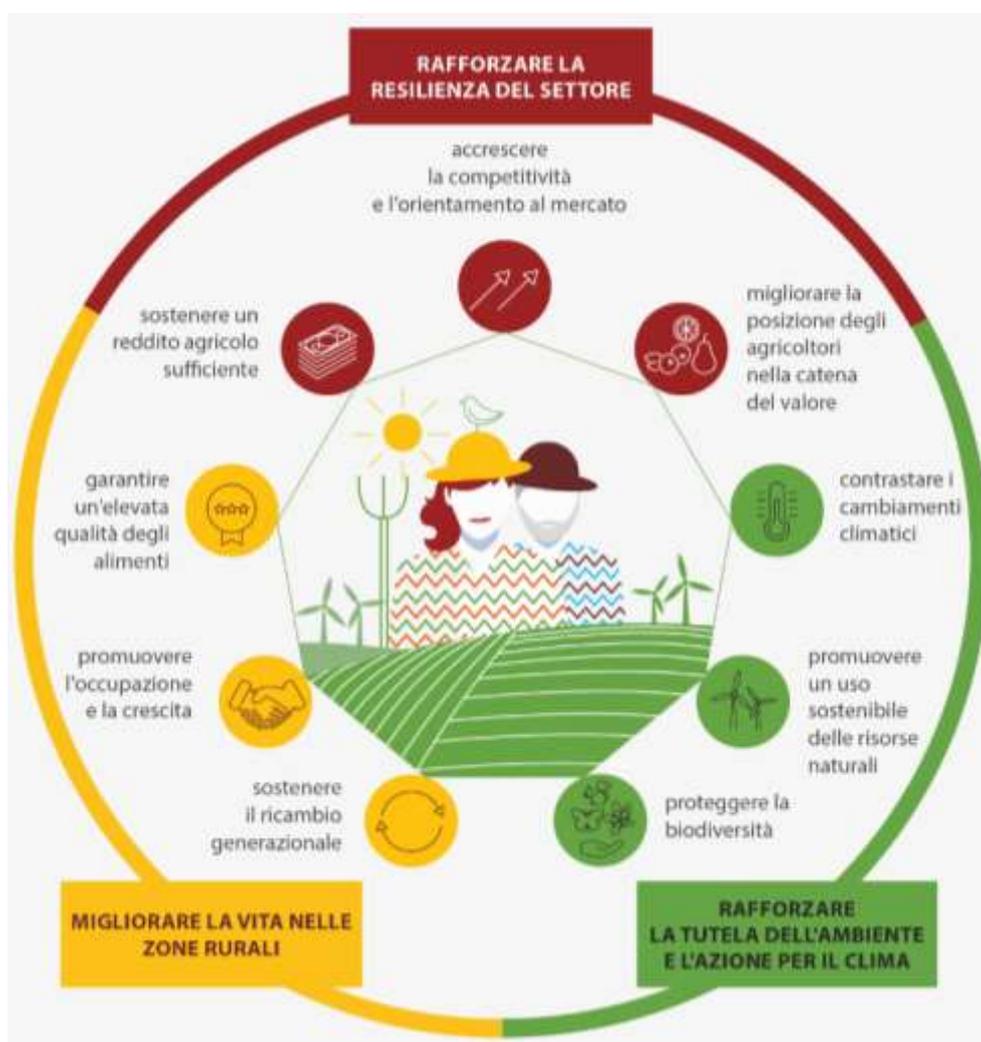


Figura 15. I 3 obiettivi generali della PAC (nei riquadri colorati) e 9 obiettivi specifici della strategia unitaria PAC. Fonte: <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/cap-reform-objectives/>

La nuova Politica Agricola Comune ha inserito a pieno titolo, tra i propri obiettivi specifici, il contributo alla mitigazione e adattamento al cambiamento climatico e alla tutela della qualità dell'aria, delle risorse naturali e di protezione del suolo, delineando, nella propria ossatura una **nuova "architettura verde"**, quale

strumento funzionale per il raggiungimento degli obiettivi climatico-ambientali che devono essere conseguiti a livello di Stato Membro. Tale architettura si articola in particolare su 3 componenti: condizionalità rafforzata e eco-schemi per i pagamenti diretti e specifici interventi per lo sviluppo rurale (SR) declinati a livello regionale (PSP,2022).

Tutti i pagamenti diretti e i pagamenti annuali sono subordinati a un **nuovo sistema di condizionalità rafforzata**³¹. Per affrontare le **sfide in materia di clima, protezione e gestione delle acque, qualità del suolo e biodiversità** la nuova PAC inserisce particolari Criteri di Gestione Obbligatorie (CGO) stabiliti da un elenco di atti giuridici vigenti nell'UE e norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali (9 BCAA, due in più rispetto alla precedente normativa), che includono anche i criteri previsti per il greening (Figura 16).

Zone	Tema Principale	Requisiti e norme	
Clima e ambiente	Cambiamenti climatici	BCAA 1	Mantenimento dei prati permanenti
		BCAA 2	Protezione di zone umide e torbiere
		BCAA 3	Divieto di bruciare le stoppie, se non per motivi di salute delle piante
	Acqua	CGO 1	Direttiva 2000/60/CE - che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque
		CGO 2	Direttiva 91/676/CEE - protezione delle acque (...) dai nitrati provenienti da fonti agricole
		BCAA 4	Introduzione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua
	Suolo	BCAA 5	Gestione della lavorazione del terreno per ridurre i rischi di degrado ed erosione del suolo
		BCAA 6	Copertura minima del suolo per evitare di lasciare nudo il suolo nei periodi più sensibili
		BCAA 7	Rotazione delle colture nei seminativi, ad eccezione delle colture sommerse
		CGO 3	Direttiva 2009/147/CE - concernente la conservazione degli uccelli selvatici
	Biodiversità e paesaggio	CGO 4	Direttiva 92/43/CEE - relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali
BCAA 8		Percentuale minima della superficie agricola destinata a superfici o elementi non produttivi. Mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio. Divieto di potare le siepi e gli alberi nella stagione della riproduzione e della nidificazione degli uccelli	
BCAA 9		Divieto di conversione o aratura dei prati permanenti indicati come prati permanenti sensibili sotto il profilo ambientale nei siti di Natura 2000	
CGO 5		Regolamento (CE) n. 178/2002 - i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare	
Salute pubblica e salute delle piante	Sicurezza alimentare	CGO 6	Direttiva 96/22/CE - divieto di utilizzazione di talune sostanze ad azione omonica
		CGO 7	Regolamento (CE) n. 1107/2009 - relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari
	Prodotti fitosanitari	CGO 8	Direttiva 2009/128/CE - quadro (...) ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi
Benessere degli animali	Benessere degli animali	CGO 9	Direttiva 2008/119/CE - norme minime per la protezione dei vitelli
		CGO 10	Direttiva 2008/120/CEE - norme minime per la protezione dei suini
		CGO 11	Direttiva 98/58/CE - protezione degli animali negli allevamenti

Figura 16. Le 20 regole (riportate in forma sintetica) di Condizionalità rafforzata 2023 2027: 11 CGO e 9 BCAA

La condizionalità, in particolare, mantiene il suo ruolo di principale strumento operativo per raggiungere gli obiettivi di gestione agronomica e ambientale dei terreni delle aziende, di benessere degli animali e di sicurezza alimentare, ma si "rafforza", anche attraverso l'introduzione di nuove norme (BCAA 2 e BCAA7) e l'ingresso in condizionalità di parte del greening (BCAA 1, BCAA 8, BCAA 9), nel compito di definire degli impegni di base che siano adeguati a perseguire gli obiettivi ambientali specifici della PAC.

Con decisione del 2 dicembre 2022, la Commissione europea ha approvato il Piano Strategico della PAC 2023-2027 dell'Italia e secondo le scelte nazionali gli eco-schemi rivolgono alla zootecnia, alle colture arboree, agli oliveti paesaggistici, ai sistemi foraggeri estensivi e agli impollinatori, con pagamenti e impegni specifici (Figura 17). Gli agricoltori che possiedono i requisiti e rispettano i relativi impegni possono cumulare il

³¹ Il nuovo sistema di condizionalità subordina l'ottenimento completo del sostegno al rispetto di una serie di norme che comprendono un elenco di criteri di gestione obbligatorie (CGO) e di norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA);

pagamento di più eco-schemi, eccetto per quanto riguarda l'Eco 2 e l'Eco 5 relativo alle arboree che non sono cumulabili tra loro.

ECO 1	ECO 2	ECO 3	ECO 4	ECO 5
ZOOTECNICO	COLTURE ARBOREE	OLIVETI AD ALTO VALORE PAESAGGISTICO	SISTEMI FORAGGERI ESTENSIVI	MISURE SPECIALI PER GLI IMPOLLINATORI
363,3 milioni di €	155,6 milioni di €	150,3 milioni di €	162,9 milioni di €	43,4 milioni di €
41,50%	17,80%	17,20%	18,60%	5%
Livello 1 Tra 24 € (suini) e 66 € (povini da latte)	Stima 120 €/ha	Stima 220 €/ha	Stima 40-110 €/ha	Arboree 250€/ha (piantati 10 min/€) Seminativi 500 €/ha (piantati 33,4 min/€)
Livello 2 Sbrina (fino a 300 €)	Superfici occupate da colture permanenti (legnose agrarie) e altre specie arboree permanenti a rotazione rapida	Superfici di particolare valore paesaggistico (max 300 piante/ha, elevabile dalla Regione a 400 piante/ha)	Avvicendamento almeno biennale con esclusione o riduzione dell'uso di fitofarmaci e di diserbanti di sintesi	Copertura dedicata a piante di interesse apistico (nettariifere e pollinifere) spontanee o seminate

Figura 17. Sintesi dei contenuti degli ecoschemi. Fonte : <https://terraevita.edagricole.it/pac-e-psr/eco-schemi-le-scelte-dellitalia>

A seguito dell'approvazione del Piano Strategico dell'Italia è stata avanzata la proposta del **Complemento Regionale Dello Sviluppo Rurale - CSR³²** del Veneto adottata con deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto n.113 del 26 luglio 2022; mentre il testo definitivo è stato approvato con deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n.14 del 10 gennaio 2023³³.

Il CSR Veneto è frutto di un lungo processo di programmazione iniziato nel 2018 con la "Conferenza regionale dell'agricoltura e dello sviluppo rurale del Veneto" al termine della quale è stato prodotto il documento **"L'agricoltura veneta verso il 2030"** (Regione Veneto,2019) in cui si evidenziano i 32 maggiori fabbisogni regionali in ambito agricolo (divisi in termini di importanza: "massima importanza"; "molto importanti" "importanti") che hanno rappresentato il punto di partenza per decidere quali interventi attivare all'interno del CSR.

Il CSR 2023-2027 costituisce il riferimento unico e completo ai 44 interventi di sostegno allo sviluppo rurale del PSN PAC 2023-2027 attuati in Veneto³⁴.

Limitatamente agli impegni per lo Sviluppo Rurale in materia di Ambiente e di clima e altri impegni in materia di gestione (SRA), la regione Veneto ha attivato i seguenti interventi³⁵:

- SRA02 - impegni specifici di uso sostenibile dell'acqua;
- SRA03 - tecniche lavorazione ridotta dei suoli;
- SRA04 - apporto di sostanza organica nei suoli;
- SRA06 - cover crops (colture intercalari di copertura);
- SRA07 - conversione seminativi a prati e pascoli;
- SRA08 - gestione prati e pascoli permanenti;
- SRA10 - gestione attiva infrastrutture ecologiche;
- SRA13 - impegni specifici per la riduzione di emissioni di ammoniaca di origine zootecnica e agricola;

³² i CSR sono elaborati dalle Regioni per fornire gli elementi strategici e di contesto regionali e le indicazioni operative per quanto riguarda gli interventi di sviluppo rurale, precedentemente inseriti nei PSR (RRN,2022)

³³https://www.regione.veneto.it/documents/10701/13657326/CSR+definitivo_13012023/dfada07c-d583-407b-b4b7-fc8f7b7da32

³⁴ Fanno eccezione gli interventi per la gestione del rischio che sono disciplinati direttamente dai provvedimenti attuativi dell'AdG nazionale del PSN PAC.

³⁵ https://venetorurale.it/wp-content/uploads/2023/02/Vademecum_definitivo_video.pdf

- SRA14 - allevatori custodi dell'agrobiodiversità;
- SRA15 - agricoltori custodi dell'agrobiodiversità
- SRA16 - conservazione agrobiodiversità - banche del germoplasma;
- SRA19 - riduzione impiego fitofarmaci;
- SRA20 - impegni specifici di uso sostenibile dei nutrienti;
- SRA28 - sostegno per mantenimento dell'imboschimento e dei sistemi agroforestali;
- SRA29 - pagamento al fine di adottare e mantenere pratiche e metodi di produzione biologica;
- SRA31 - sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibile delle risorse genetiche forestali

Come meglio evidenziato nel paragrafo relativo al progetto agronomico, la conduzione proposta risulta in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'agricoltura promossi dalla PAC e in particolare con:

- **SRA03 -tecniche lavorazione ridotta dei suoli**, l'obiettivo di tale misura è quello di contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici (riducendo le emissioni di gas a effetto serra e migliorando il sequestro del carbonio, nonché promuovere l'energia sostenibile) e promuovere lo sviluppo sostenibile e un'efficiente gestione delle risorse naturali. Inoltre, tale misura mira a favorire la conservazione del suolo attraverso la diffusione di tecniche di coltivazione che ne minimizzano il disturbo e favoriscono il miglioramento della sua fertilità. La tipologia di agricoltura che abbraccia tecniche di lavorazione volte al perseguimento di tale obiettivo è l'agricoltura conservativa che prevede l'attuazione di una particolare gestione agronomica, attraverso il minimo disturbo del terreno, le rotazioni diversificate delle colture e la copertura continuativa del terreno mantenendo in loco i residui vegetali.
- **SRA20 - impegni specifici di uso sostenibile dei nutrienti**, l'intervento mira a promuovere una gestione delle superfici agricole che sia meno impattante dal punto di vista ambientale, cercando di ridurre pressione ambientale del settore primario. Infatti, l'intervento prevede un sostegno per ettaro di SAU a favore dei beneficiari che si impegnano ad adottare disposizioni specifiche sulla gestione dei fertilizzanti definite e applicate annualmente attraverso un piano di concimazione specifico per ogni coltura; grazie all'utilizzo di un software, messo a disposizione dalla Regione Veneto, ci si pone due obiettivi: l'uso sostenibile dei nutrienti e la riduzione delle emissioni di ammoniaca collegate all'uso di fertilizzanti.
- **SRA29 - pagamento al fine di adottare e mantenere pratiche e metodi di produzione biologica**, intervento che mira, promuovendo l'adozione di pratiche di agricoltura biologica, a migliorare la risposta dell'agricoltura dell'Unione Europea alle nuove esigenze della società in materia di alimentazione e salute, ponendosi come obiettivo la protezione ambientale e la garanzia di accesso ad "alimenti sufficienti, sicuri e nutrienti". Per raggiungere questi obiettivi, si promuove.

5. Inquadramento dell'area di intervento

L'area identificata per l'installazione dell'impianto è localizzata nel Comune di Adria, in provincia di Rovigo (RO). Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, con perpetuazione dell'uso agricolo delle superfici (tipologia "agrivoltaico"). L'intervento proposto si svilupperà su aree separate da particelle estranee al progetto denominate "fondo nord" (coord. 45° 1'17.00"N e 12° 1'9.12"E) e "fondo sud" (coord. 45° 0'13.76"N e 12° 2'5.15"E), la cui localizzazione spaziale è rappresentata in Figura 18.



Figura 18. Localizzazione dell'area di intervento su foto satellitare (area catastale in blu) (Fonte cartografica di base: Google Earth).

Il fondo nord dista, in linea d'aria, circa 4 km SO rispetto al centro abitato di Adria, circa 1,2 km O rispetto Corcrevè e 1,5 km SO rispetto a Fienile Santissimo. Il fondo sud dista, in linea d'aria, 0,6 km S rispetto a Bellombra, 0,8 km O rispetto a Capitiello, 2,4 km E rispetto a Isolella.

L'area di progetto si inserisce in uno scenario ampiamente agricolo in cui predominano i seminativi, si ravvisa una fitta rete di canali consortili che attraversano e/o perimetrano le superfici.

L'area individuata per la realizzazione del progetto è facilmente accessibile, infatti, dal punto di vista viabilistico, il fondo nord confina con la SP62 sud e con la strada Treponti a ovest; mentre quello sud confina con via E. Contuga e Str. S. Giacomo. L'area non presenta dislivelli degni di annotazione, il dislivello maggiore è di 2m: si passa dalla maggior quota di 2 m s.l.m. alla quota minore di 0 m s.l.m.

L'impianto sarà connesso alla rete a 36 kV di Terna con collegamento in antenna su un futuro ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica della RTN a 380/132 kV denominata "Adria Sud".

La connessione a 36 kV avverrà mediante una doppia terna di cavi interrata, che collegherà le cabine di smistamento, posizionate nell'area recintata del campo fotovoltaico, con uno stallo dedicato, all'interno della SE, messo a disposizione da Terna.

5.1. Inquadramento catastale

I fondi rustici interessati dall'intervento, riferibile all'area in disponibilità del proponente per un totale di 73,22 ha, sono censiti in Catasto Terreni del Comune di Adria (RO), le cui caratteristiche sono riassunte in Tabella 1:

Tabella 1. Particellare dell'area oggetto di intervento.

Provincia	Comune	Foglio	Particella	Classamento	Consistenza
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	19	⁽³⁶⁾	⁽³⁶⁾
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	20	⁽³⁶⁾	⁽³⁶⁾
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	25	Seminativo	94.579
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	36	Seminativo	45.980
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	37	Seminativo	51.670
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	39	Seminativo	41.360 ⁽³⁶⁾
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	40	Seminativo	49.820
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	41	Seminativo	50.328
ROVIGO	ADRIA sez. B	5	42	Seminativo	20.001
ROVIGO	ADRIA sez. B	6	114	Seminativo	2.350
ROVIGO	ADRIA sez. B	15	13	Seminativo	27.554-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	15	14	Seminativo	224-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	15	15	Seminativo	10.961-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	15	88	Seminativo	24.463
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	27	Seminativo	8.176-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	40	Seminativo	26.970
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	41	Seminativo	55.180
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	43	Seminativo	412
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	47	Seminativo	35.510
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	58	Seminativo	37.445

³⁶ Allo stato attuale, le particelle 19 e 20 del foglio di mappa 5 del comune di Adria - sezione B (Bellombra) sono visibili sull'estratto di mappa catastale ma non riscontrabili nelle relative misure. Inoltre, la superficie delle succitate particelle risulta compresa nella consistenza della particella 39 dello stesso foglio di mappa.

Per tali motivi, in data 13/12/2023 è stata inviata una richiesta di rettifica catastale a mezzo PEC alla Direzione Provinciale di Rovigo dell'Agenzia delle Entrate. Tale istanza è stata ricevuta e protocollata in data 14/12/2023 sul registro ufficiale con numero 79334.

Provincia	Comune	Foglio	Particella	Classamento	Consistenza
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	64	AA-Seminativo AB-Seminativo Arbor	35.042-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	65	Seminativo	2.000
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	66	AA-Seminativo AB-Seminativo Arbor	36.195
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	116	AA-Seminativo AB-Seminativo Arbor	5.676-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	117	Seminativo	4.360
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	186	Seminativo	10.759-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	187	Seminativo	983-porzione
ROVIGO	ADRIA sez. B	16	188	Seminativo	54.202-porzione

Si riporta di seguito (Figura 19 e Figura 20) uno stralcio dell'inquadramento catastale, riferibile alla sola area di impianto compresa all'interno della recinzione e interessata dalla presenza delle strutture fotovoltaiche previste dal progetto proposto.



Figura 19. Dettaglio dell'inquadramento catastale (contornata in magenta) del fondo nord. I numeri segnati in verde si riferiscono al foglio catastale, mentre quelli segnati in nero alle particelle.

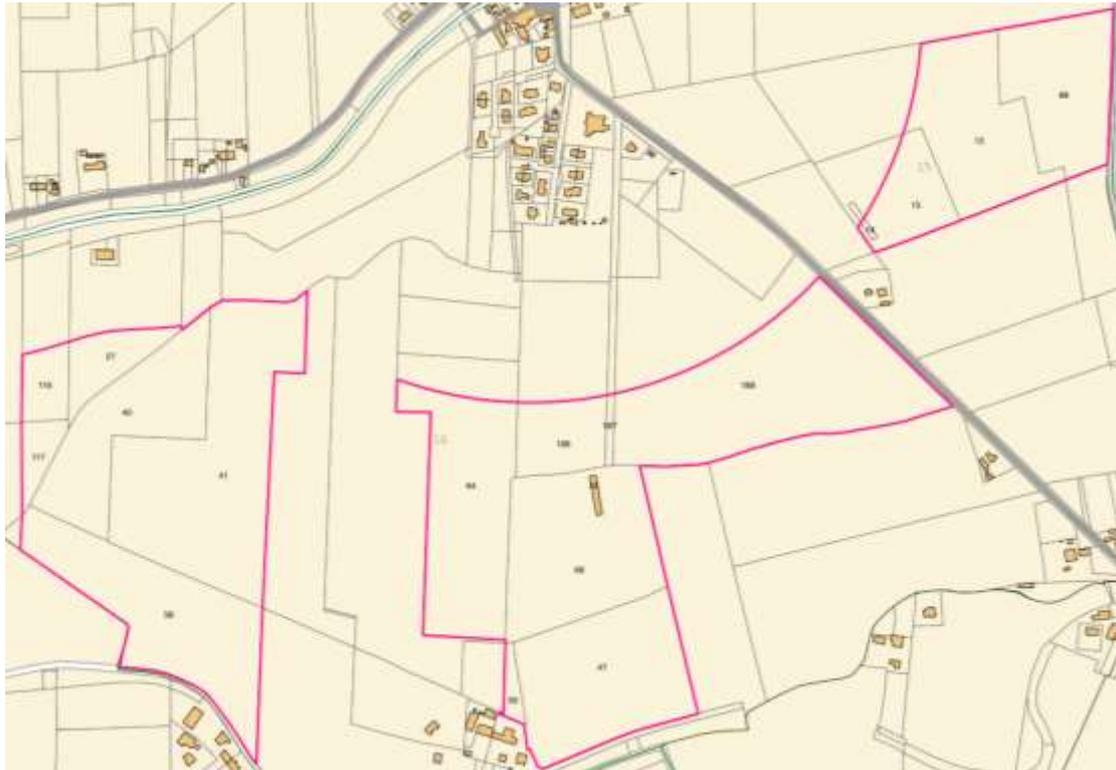


Figura 20. Dettaglio dell'inquadramento catastale (contornata in magenta) del fondo sud. I numeri segnati in verde si riferiscono al foglio catastale, mentre quelli segnati in nero alle particelle.

5.2. Inquadramento climatico

Secondo l'ultimo rapporto IPCC³⁷ (2023) le attuali temperature globali hanno superato la soglia di tolleranza per molte specie sia vegetali che animali, causandone la mortalità (e.g. specie di corallo e specie arboree). Le manifestazioni dei cambiamenti climatici (piogge intense, grandinate estreme, allagamenti, frane, esondazioni, temperature anomale, ecc.), che diventano sempre più estreme, frequenti e difficili da gestire, espongono milioni di persone in tutto il mondo a insicurezza alimentare e idrica.

Il 2023 è stato uno degli anni più caldi da quando è cominciata la registrazione dei dati globali (1850) stando a quanto riportato da NOAA³⁸, con 1.18 °C sopra la media del 20esimo secolo, valore di 0.15 °C superiore al record del 2016. I 10 anni più caldi degli ultimi 174 anni sono stati registrati nell'ultima decade (2014-2023). e il 2024 conferma questo trend positivo di innalzamento della temperatura. Già il primo mese dell'anno è stato il più caldo mai registrato.

La maggioranza della comunità scientifica internazionale concorda nell'affermare che l'influenza dell'uomo sul clima sia inequivocabile e che l'aumento della concentrazione di gas serra avvenuto dal 1750 in poi sia inequivocabilmente causato dalle attività umane (IPCC, 2023).

Diventa, quindi, necessaria un'azione rapida per adattarsi al cambiamento climatico e, allo stesso tempo, ridurre rapidamente e profondamente le emissioni di gas serra. La natura, con le sue risorse, ha il potenziale non solo per ridurre i rischi climatici, ma anche per migliorare la vita delle persone. Infatti, "ecosistemi in

³⁷ Intergovernmental Panel on Climate Change è l'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione della scienza relativa ai cambiamenti climatici.

³⁸ National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>

salute sono più resilienti di fronte ai cambiamenti climatici e forniscono servizi essenziali per la vita, come cibo e acqua", ha detto il copresidente del gruppo di lavoro II dell'IPCC Hans-Otto Pörtner.

Il territorio italiano non è escluso dall'innalzamento delle temperature, infatti, ricerche scientifiche mostrano, per la porzione centrale del territorio italiano, un aumento delle temperature medie annue a partire dall'inizio del XX secolo, con un tasso più elevato dopo il 1980 (0,060 °C/anno – Aruffo e Di Carlo, 2019). Un'ulteriore evidenza del lavoro mostra come le tendenze di innalzamento termico siano maggiormente influenzate dal maggior riscaldamento riscontrato in estate e in primavera rispetto a quello rilevato in inverno e autunno. A tal proposito, Fioravanti et al. (2016) indicano che, dal 1978 al 2011, l'Italia ha sperimentato ondate di calore crescenti ad un ritmo medio di 7.5 giorni/decennio. Inoltre, Amendola et al. (2019) sottolineano come tale incremento medio (in Italia, e nei paesi del Mediterraneo in generale), sia superiore alla media globale.

Per quanto concerne le precipitazioni, inoltre, diversi studi hanno evidenziato come si verifichi, rispetto al passato, una riduzione del numero di eventi a intensità medio-bassa a parità di apporti medi annuali (e.g. Brunetti et al.; 2004; Todeschini, 2012). A tal proposito, il numero totale dei giorni di pioggia risulterebbe effettivamente diminuito, soprattutto negli ultimi 50 anni, con trend differenti rispetto alla localizzazione geografica (-6 giorni/secolo al Nord e -14 giorni/secolo per Centro e Sud). Ne consegue una generale tendenza, per tutte le regioni italiane, a un aumento dell'intensità delle precipitazioni e una riduzione della loro durata (Brunetti et al., 2006).

Come dichiarato dalla comunità internazionale, l'aumento delle temperature globali in ambiente urbano si tradurrà nei prossimi decenni in una modifica delle condizioni meteorologiche; nello specifico, ci si riferisce alla maggiore frequenza e intensità degli eventi estremi (come le alluvioni improvvise), così come all'aumento della temperatura estiva (come il verificarsi delle ondate di calore, attese sempre più frequenti e violente). Si può ipotizzare che il progredire verso condizioni di maggiore insolazione, legata alla diminuzione della copertura nuvolosa, renderà i territori sempre più adatti all'impiego di tecnologie come solare fototermico e fotovoltaico.

Volendo analizzare l'**andamento climatico del Veneto**, è possibile utilizzare i dati raccolti sia dell'ex Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia (che restituiscono informazioni dal 1950 al 2000) sia dalle stazioni automatiche di Arpav (ancora oggi in funzione). Considerando i dati disponibili è possibile affermare che fino al 1980, circa, le temperature sono rimaste pressoché stabili nella regione, a partire da quel momento si assiste ad un graduale aumento delle temperature. Stando a quanto riportato da ARPAV³⁹ nel periodo 1993-2022 l'aumento delle temperature ha interessato tutta la Regione con un valore di circa 0,57 °C per decennio (Figura 21). L'analisi dei dati relativi all'andamento temporale della temperatura media mostra chiaramente come la tendenza sia effettivamente supportata da un continuo aumento delle temperature, seppur con la presenza di variabilità interannuale.

³⁹ <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/cambiamenti-climatici/il-clima-in-veneto>

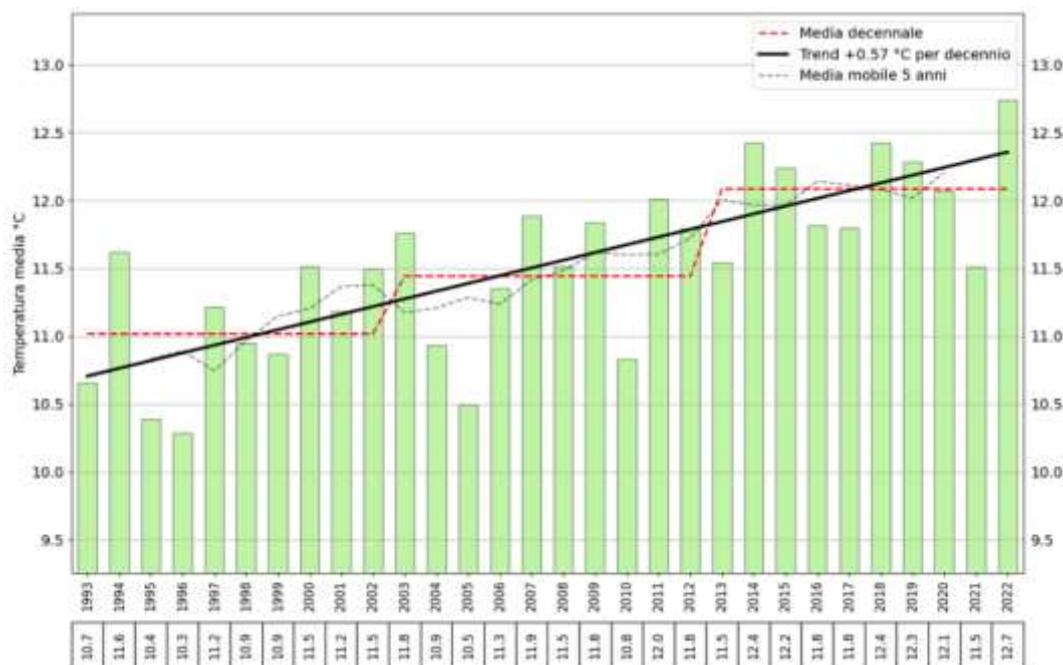


Figura 21. Trend della temperatura media annua registrata dal 1993 al 2022 in Veneto. La linea nera spessa individua il trend, quella tratteggiata la media mobile quinquennale e la linea rossa la media decennale Fonte: <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/cambiamenti-climatici/il-clima-in-veneto>

In termini annuali l'anno solare **2022**⁴⁰ (gennaio-dicembre) ha confermato:

- la **riduzione delle precipitazioni**, infatti, si stima che mediamente siano caduti sulla regione Veneto 774 mm di precipitazione; la precipitazione media annuale, riferita al periodo 1993-2021, è di 1.128 mm (mediana 1.091 mm): gli apporti meteorici annuali sul territorio regionale sono stati stimati in circa 14.248 milioni di m3 di acqua e risultano inferiori alla media del 31%. Gli apporti annuali del 2022 sono stati di molto inferiori alla media di riferimento su tutto il territorio regionale e **il 2022 è stato l'anno meno piovoso a partire dal 1993**⁴¹;
- l'**aumento delle temperature** (temperatura minima, temperatura media, temperatura massima). La media delle temperature massime giornaliere nel 2022 evidenzia su tutto il territorio regionale valori da 1 a 2°C superiori a quelli medi del periodo 1993-2021. Le medie delle temperature minime giornaliere sulla regione sono anch'esse superiori ai valori medi di riferimento 1993-2021 su tutto il Veneto, con scarti compresi tra 0.5 e 1.5 °C. Conseguenzialmente a quanto fino ad ora descritto, la media delle temperature medie giornaliere nel 2022 evidenzia ovunque, sulla regione, valori superiori alla media 1993-2021, generalmente comprese tra 0.7 °C e 1.9 °C. Sintetizzando è possibile dire che le temperature medie giornaliere nel 2022 sono state nettamente superiori alla media di riferimento del periodo 1993-2021 e confermano il trend statisticamente significativo in aumento a partire dal 1993, con un incremento medio di circa +0.6 °C ogni 10 anni.

L'andamento meteorologico dell'area in oggetto (Figura 22), mostra che localmente le estati sono caldo-umide e prevalentemente serene; la stagione calda dura circa 3 mesi, da giugno a settembre. Il mese più caldo dell'anno ad Adria è luglio (temperatura media massima di 29 °C e minima di 20 °C). Gli inverni sono

⁴⁰https://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/indicatori-ambientali/indicatori_ambientali/clima-e-rischi-naturali/clima/precipitazione-annua/2022

⁴¹ Benché il 2022 sia stato caratterizzato da una piovosità particolarmente scarsa (la più bassa dal 1993) l'analisi del trend di tale indicatore non ha messo in luce alcun andamento significativo dal 1993 ad oggi.

molto freddi e parzialmente nuvolosi; la stagione fredda dura 3 da novembre a febbraio; il mese più freddo dell'anno è gennaio (temperatura media minima di 0 °C e massima di 6 °C).

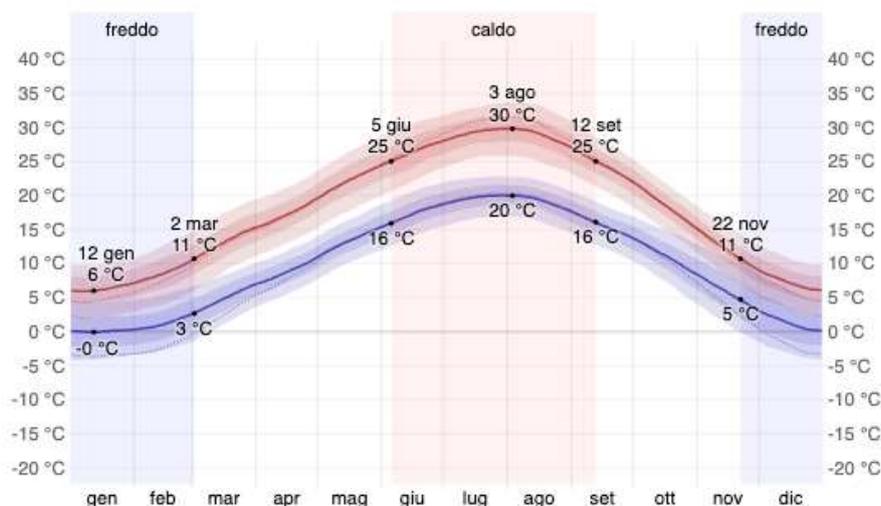


Figura 22. La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite.⁴²

Dall'analisi della localizzazione delle stazioni elettroniche costituenti la rete osservativa meteorologica del Veneto⁴³, nel comune di Adria risulta essere presente una stazione (Coord. 1737018; 4989114 Gauss-Boaga fuso Ovest-EPSTG:3003). In particolare, dal 1° gennaio 2022 al 31 dicembre 2022, la temperatura minima media del periodo è stata 9°C, la temperatura media massima di 20.6 °C e la temperatura media di 14.7 °C. Nel medesimo periodo di riferimento, sono stati registrati 54 giorni di pioggia per un totale di mm precipitati di 510.4.

Per quanto concerne le **ore di luce** il loro numero cambia significativamente durante l'anno. Nel 2023, il giorno con meno ore di luce sarà il 22 dicembre (8 ore e 46 minuti di luce diurna), mentre il giorno con più ore di luce è stato il 21 giugno (15 ore e 37 minuti).

L'**energia solare** a onde corte incidente media subisce notevoli variazioni nel corso dell'anno: il periodo in cui si registra maggiore energia solare va dalla prima settimana di maggio a metà agosto (con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di oltre 6,0 kWh); al contrario, il periodo in cui il dato relativo all'energia solare è minimo va da ottobre a febbraio (con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di meno di 2,5 kWh). Dai dati registrati dalla stazione della "rete osservativa meteorologica", **il valore medio registrato della radiazione solare, dal 1° gennaio 2023 al 31 luglio 2023, è di 17.069 MJ/m².**

5.3. Aspetti pedologici e agronomici

La conoscenza del territorio è uno strumento fondamentale in ambito di pianificazione dello sviluppo, gestione delle emergenze e protezione degli ecosistemi e dell'ambiente. Fra gli elementi chiave del territorio, sicuramente c'è il suolo il cui stato di conservazione determina caratteristiche importanti del territorio, ad

⁴² Fonte: <https://it.weatherspark.com/y/72606/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Adria-Italia-tutto-l'anno>

⁴³ http://www.nimbus.it/liguria/Meteopercorso/rete_osservativa_Veneto.html

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 39 di 114

esempio il rischio di frane, di alluvioni e di carenza idrica, che possono essere attenuati e meglio gestiti conoscendo la composizione e le modificazioni che esso ha subito nel tempo.

Il suolo è una risorsa non rinnovabile e, a livello globale, l'ONU segnala che un quarto delle terre coltivate sono in **condizioni di crescente degrado, con gravi rischi per la continuità della produzione agricola**. La degradazione della risorsa suolo ha ripercussioni sull'intera collettività poiché essa ha un valore ambientale, sociale, culturale ed economico. Fra i **fattori antropici** che causano la degradazione del suolo sicuramente un ruolo importante è svolto da uno **sfruttamento intensivo dei suoli**, da lavorazioni inappropriate e da gestioni non sostenibili.

La **diffusione delle monocolture** e dall'agricoltura industriale ha prodotto nel corso dei decenni una **riduzione della sostanza organica** e una **diminuzione della biodiversità**; in Italia le pianure coltivate presentano generalmente tenori di sostanza organica eccessivamente bassi, < 2% e, al Sud e nelle isole maggiori, addirittura <1%⁴⁴. Dunque, applicare tecniche conservative che riducano le perdite o, meglio, che incrementino i quantitativi di carbonio nel suolo, ha riscontri positivi sulla fertilità e sul clima.

Strettamente correlato al contenuto di sostanza organica nel suolo è il contenuto di carbonio organico nel suolo (SOC), infatti, esso costituisce circa il 50-60% di sostanza organica presente nel suolo⁴⁵ e il suo contenuto, che è uno dei principali indici di qualità del suolo, varia con il tipo di suolo, ma anche al variare dell'uso del suolo e delle attività antropiche ivi condotte, in particolare quelle agro-silvopastorali (ad esempio tipi colturali, sistemi di lavorazione e coltivazione, gestione forestale, pascolamento, ecc.). La presenza di SOC favorisce l'aggregazione e la stabilità delle particelle del terreno con l'effetto di ridurre l'erosione, il compattamento, il crepacciamento e la formazione di croste superficiali.

Osservando i documenti messi a disposizione da ARPAV⁴⁶ è possibile conoscere il contenuto di Carbonio Organico del Suolo (SOC) del Veneto: **la provincia di Rovigo** è fra quelle in cui vi è la maggiore presenza di suoli con **dotazione di SOC bassa**, ovvero, **inferiore all'2%**, percentuale considerata come livello minimo per una buona fertilità dei suoli agricoli; il 48,9 % dei suoli agricoli provinciali versa in tali condizioni, se però consideriamo solamente il **comune di Adria la percentuale di suoli con sostanza organica inferiore al 2% si abbassa al 39%**⁴⁷.

Direttamente collegati alle lavorazioni del suolo inappropriate e alla mancata applicazione di tecniche di conservazione troviamo i **fenomeni erosivi**. L'erosione, soprattutto nelle sue forme più intense, rappresenta una delle principali minacce per la corretta funzionalità del suolo.

Intensi fenomeni erosivi sono la premessa per alluvioni più distruttive e per l'inquinamento delle acque di superficie. Si stima che in Italia, mediamente, vengano perse per erosione idrica 8,3 tonnellate di suolo per ettaro/anno, il valore peggiore tra tutti gli Stati continentali, con una responsabilità legata alle pratiche agricole intensive, specie in territori collinari.

Volendo analizzare il contesto di riferimento per il presente progetto, è possibile affermare che **in provincia di Rovigo il fenomeno dell'erosione è piuttosto limitato (tra assente e molto scarso)**, e si verifica perlopiù nei periodi di pioggia più intensa durante i quali i suoli non presentano una sufficiente copertura vegetativa e quindi sono esposti al dilavamento delle acque di pioggia (ARPAV, 2018), dato confermato anche da quanto

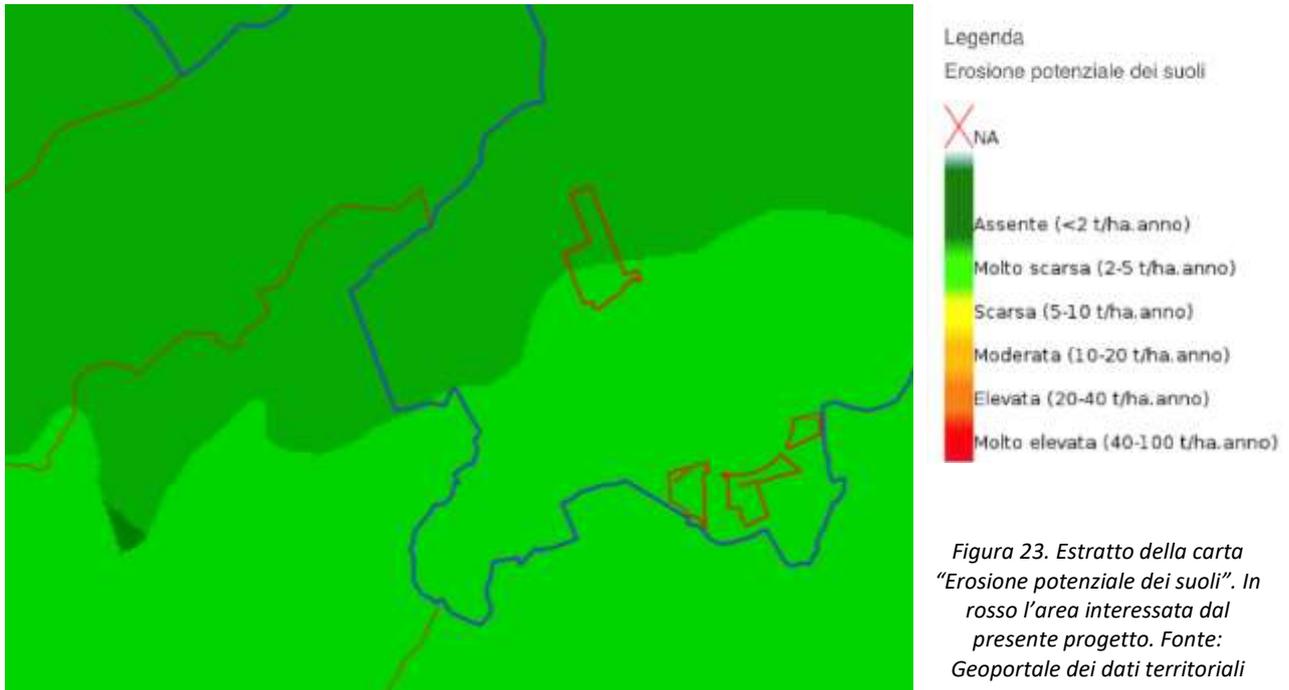
⁴⁴ <https://soil4life.eu/degrado-del-suolo/>

⁴⁵ https://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/NOTE_ILLUSTRATIVE_CO_pianura_0_100.pdf

⁴⁶ https://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/indicatori-ambientali/indicatori_ambientali/geosfera/qualita-dei-suoli/contenuto-di-carbonio-organico-nello-strato-superficiale-di-suolo/2010;

⁴⁷ https://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/indicatori-ambientali/indicatori_ambientali/geosfera/immagini/carbonioorganico-2-suoliagricoli_2011.xls

rilevabile sulle Carta specifica riguardante "Erosione potenziale dei suoli" disponibili sul Geoportale regionale⁴⁸ (Figura 23).



Attraverso la consultazione della cartografia disponibile sul GeoPortale regionale⁴⁹ è stato possibile caratterizzare il suolo del sito in esame. Di particolare interesse è la consultazione della "Carta della tessitura nei primi 100 cm" (Figura 24), infatti la suscettibilità di un suolo all'erosione, così come il suo contenuto di S.O., il drenaggio, la capacità di ritenzione idrica e l'aerazione del suolo sono fattori influenzati proprio dalla tessitura del suolo. Dalla consultazione della carta si evince che l'area oggetto di esame è caratterizzata da un suolo **franco limoso** con scheletro assente (in quanto inferiore all'1%).

⁴⁸ <https://idt2.regione.veneto.it/idt/webgis/viewer?webgisId=90>

⁴⁹ <https://idt2.regione.veneto.it/idt/search/searchPage>



Figura 24. Estratto "Carta della tessitura (classi USDA) e dello scheletro (frammenti grossolani >2mm) dei primi 100 cm dei suoli del Veneto". Evidenziata l'area oggetto d'esame.

La tessitura del suolo è un fattore fortemente influenzato dall'origine del suolo, caratteristica che può essere desunta attraverso la consultazione della "Carta dei suoli" (Figura 25).

Tutta l'area oggetto di studio ricade nella classificazione L1 "**Pianura alluvionale del fiume Po, a sedimenti molto calcarei**" (contraddistinta con la lettera "O") e nella classificazione L2 "Bassa pianura recente (Olocenica) con suoli a iniziale decarbonatazione" (contraddistinta con la lettera "O2").

Per quanto concerne la classificazione L3, l'area oggetto di studio ricade parzialmente nella categorizzazione "**Dossi fluviali poco espressi, costituiti prevalentemente da limi e sabbie**" (contraddistinta con la lettera "O2.2") e parzialmente nella categorizzazione "**Depressioni della pianura alluvionale, costituite prevalentemente da argille e limi**" (contraddistinta con la lettera "O2.4").

Infine, per quanto concerne la classificazione più dettagliata L4, l'area oggetto di studio ricade ancora in due differenti categorizzazioni: "**Dossi poco espressi della bassa pianura recente del Po con suoli non decarbonatati o a iniziale decarbonatazione**" (contraddistinta con la sigla di unità tipologiche di suolo (UTS) "BIG1" e "CMP1") e "**Depressioni della bassa pianura recente del Po con suoli non decarbonatati o a iniziale decarbonatazione nel basso Polesine al margine del sistema deltizio**" (contraddistinta con la sigla di unità tipologiche di suolo (UTS) "SLR2").

I suoli "Bigagnara" franco limosi (BIG1) / "Campagnola" (CMP1) sono caratterizzati da profili Ap-Bw-Cg a tessitura media/media-moderatamente fine, molto calcarei ed alcalini con drenaggio mediocre e falda molto profonda.

I suoli "Salara" argilloso limosi, leggermente salini (SLR2) sono caratterizzati da profili Ap-Bg-(Ab)-Cg a tessitura da moderatamente fine a media, profondi, alcalini e leggermente salini caratterizzati da drenaggio lento e falda profonda.

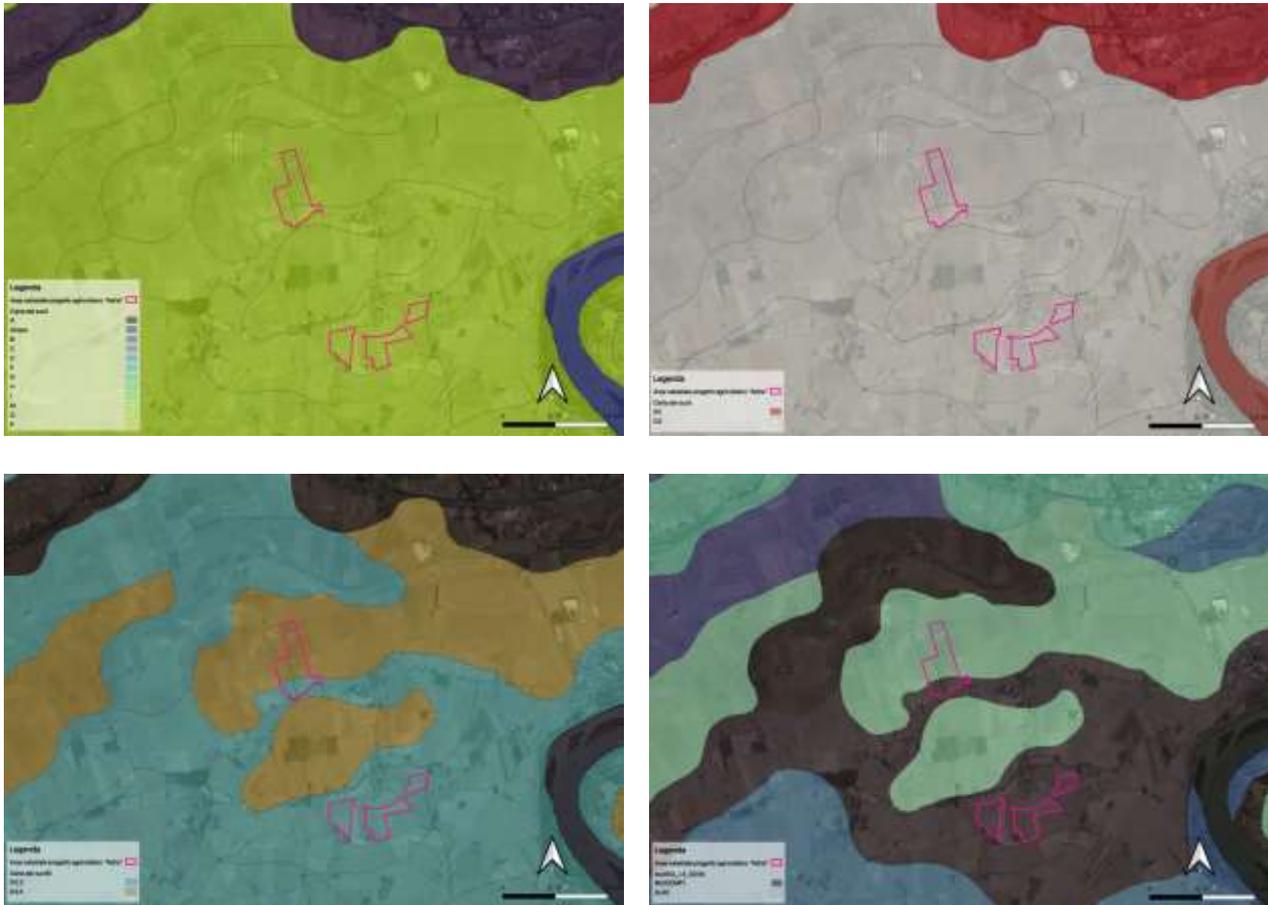


Figura 25. Estratti "Carta dei suoli" categorizzata per i 4 livelli di classificazione (in senso orario L1-L2-L3-L4). Evidenziata l'area oggetto d'esame. Fonte: GeoPortale

Inoltre, stando a quanto riportato dalla carta "**Capacità d'uso del suolo**", l'area considerata ricade all'interno della **classe III** e della **classe IV**, ovvero rispettivamente di suoli "con limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue" e "con limitazioni molto severe che restringono la scelte delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue".

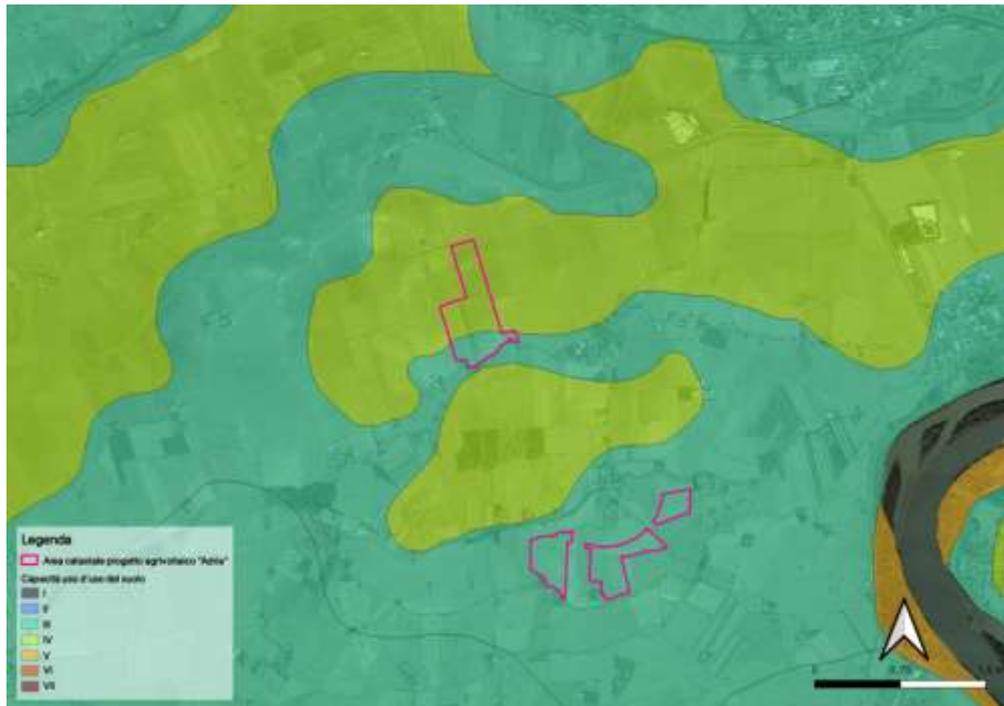


Figura 26. Estratto "Capacità d'uso del suolo". Evidenziata l'area oggetto d'esame. Fonte: GeoPortale

Appare altresì utile, al fine di caratterizzare al meglio l'area oggetto d'esame, indicare la copertura del suolo, (Figura 27): l'area risulta eterogenea, con la presenza di superfici investite alla coltivazione di "Soia in aree irrigue" e "Mais in aree irrigue" (contraddistinte con il n° 2121), "Cereali in aree irrigue" (contraddistinte con il n° 2122); presenti anche le categorizzazioni "Superfici a copertura erbacea: graminacee non soggette a rotazione" (contraddistinte con il n° 2310) e "Superfici a riposo in aree irrigue" (contraddistinte con il n° 2128).

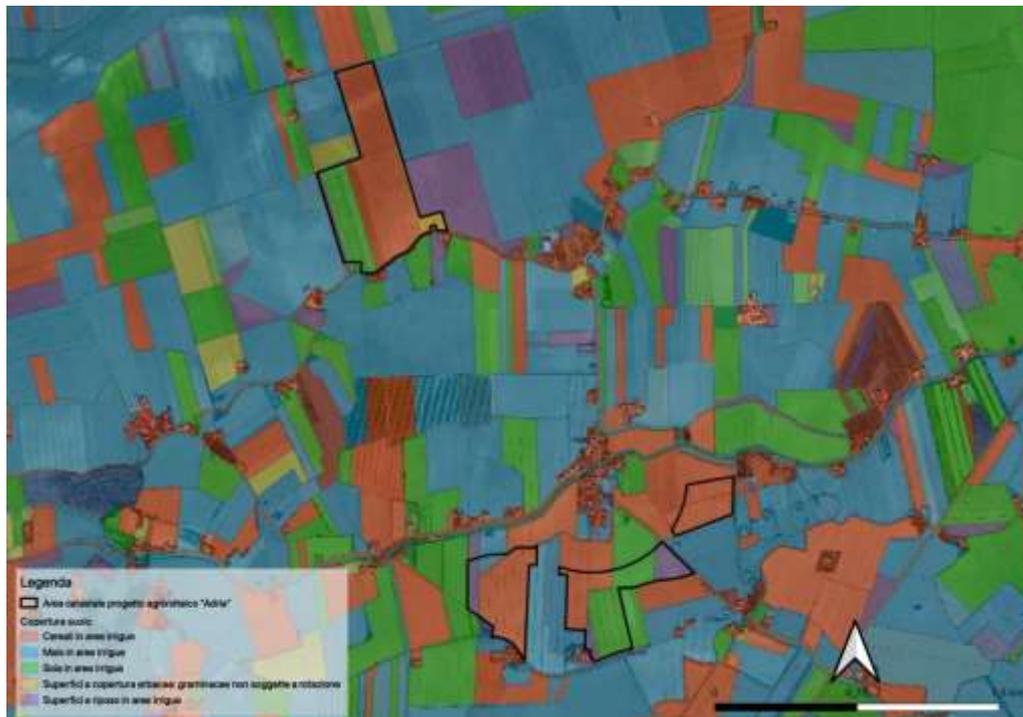


Figura 27. Estratto "Copertura del suolo (anno 2006)". Evidenziato in nero il perimetro dell'area oggetto d'esame. Fonte: GeoPortale

5.4.Modalità di conduzione ed attività agricola - stato di fatto

L'area catastale individuata per il progetto ha un'estensione totale pari a **73,22 ha**; le particelle interessate dall'intervento proposto risultano attualmente condotte da un'azienda affittuaria: la Società Agricola Agrimedica S.S. di Cestari Giovanni, la cui attività principale è la coltivazione di erba medica, commercializzata come foraggio, mantenuta per 4-5 anni, a cui segue un intervallo di circa 2 anni in cui vengono coltivate altre colture (soia; grano tenero; girasole da olio; ecc.).

Le particelle coinvolte risultano di proprietà di sei soggetti differenti:

- Bellato Alberto;
- Bellato Alfredo;
- Mancin Lucia;
- Bellato Aldo;
- Bellato Filippo;
- Società Agricola Eredi Bellato.

Da confronto telefonico con i proprietari e con il conduttore risulta che attualmente sul fondo a nord l'intera superficie sia occupata da erba medica (da circa 2 anni), mentre le superfici a sud sono occupate parzialmente da erba medica (da 1 anno) e fino a giugno/luglio 2023 erano occupate da frumento duro (circa 25 ha).

I fondi risultano condotti senza il ricorso alla pratica irrigua, pur essendo asserviti da numerosi canali afferenti al consorzio di bonifica Adige Po⁵⁰ a cui il conduttore versa una quota fissa/ha per irrigare i fondi in caso di necessità con l'utilizzo di rotolone semovente.

Le attuali colture, così come quelle passate, non risultano certificate con "marchi di qualità" comunitari (es: DOP/IGP ecc.), ma la conduzione segue i dettami della coltura biologica ed è certificata dall'ente BIOS srl – Certificazioni Biologiche⁵¹.

Da quanto dichiarato dai proprietari (Allegato 3: Autodichiarazione) è stato possibile ricostruire la storia agronomica delle particelle in oggetto, pertanto, di seguito si riporta la successione delle colture sui fondi interessati dal presente progetto nelle ultime 5 annate agrarie (Tabella 2):

Tabella 2. Schematizzazione delle rotazioni impostate sulle superfici interessate dal progetto, durante gli ultimi 5 anni.

	Coltura	Sup. ha	% sup. /anno
2019	Erba medica	73,22	100
2020	Erba medica	43,93	60
	Frumento duro	29,29	40
2021	Erba medica	43,93	60
	Girasole	29,29	40
2022	Erba medica	32,95	45
	Girasole	40,27	55
2023	Erba medica	51,26	70
	Frumento duro	21,97	30

⁵⁰ <https://www.adigepo.it/>

⁵¹ <http://new.certbios.it/it/>

6. Progetto Agrivoltaico

Come illustrato in precedenza, la progettazione di un impianto agrivoltaico parte dall'analisi combinata delle esigenze agronomiche con quelle tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica, per ottenere un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui esso si inserisce e delle relative risorse.

Le soluzioni progettuali sono state contestualizzate rispetto alle specifiche condizioni pedologiche e meteorologiche del sito oggetto di studio (vedasi paragrafo 5.1 e paragrafo 5.2), nonché rispetto alle modalità di conduzione dell'attività agricola, riferibile per lo più alla coltivazione di erba medica destinata all'alimentazione zootecnica (vedasi paragrafo 5.4). Il layout dell'impianto agrivoltaico denominato "Adria Bellombra" è illustrato nella Figura 28.



Figura 28. Layout dell'impianto agrivoltaico proposto.

L'impianto agrivoltaico "Adria Bellombra" è stato progettato in conformità con le Linee Guida del MiTE (vedasi Capitolo 3.1); la verifica dei requisiti minimi è esposta più avanti nel Capitolo 9.

Il dimensionamento dell'impianto è stato definito in funzione dei parametri di soleggiamento e ombreggiamento determinati attraverso il diagramma solare stereografico (analisi dei solstizi, modalità di radiazione ecc.) nonché dallo studio delle proiezioni delle ombre che consente di ricavare i parametri tecnici progettuali.

6.1. Componente fotovoltaica

Per la scelta della soluzione tecnica da impiegare nel presente progetto si è optato per l'utilizzo di moduli di nuova generazione, posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (*tracker*), in ragione del fatto che:

- consentono di coltivare la superficie interessata dall'installazione fotovoltaica, poiché non si creano zone d'ombra permanenti, grazie alla lenta rotazione da est a ovest (permessa dal sistema ad "inseguimento solare" (Figura 29);
- è possibile regolare l'inclinazione dei tracker in relazione sia alle esigenze delle colture in funzione dello stadio fenologico, sia all'eventualità di ricorrere ad operazioni colturali (come la semina o la raccolta) che richiedano il passaggio di mezzi con altezza superiore alla minima distanza del pannello dal suolo.

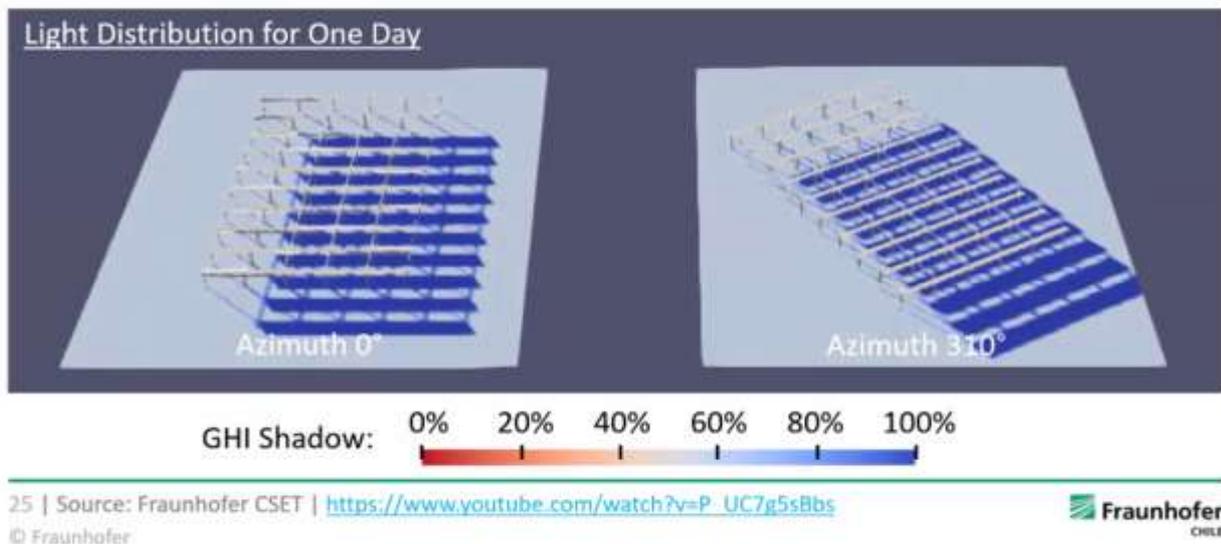


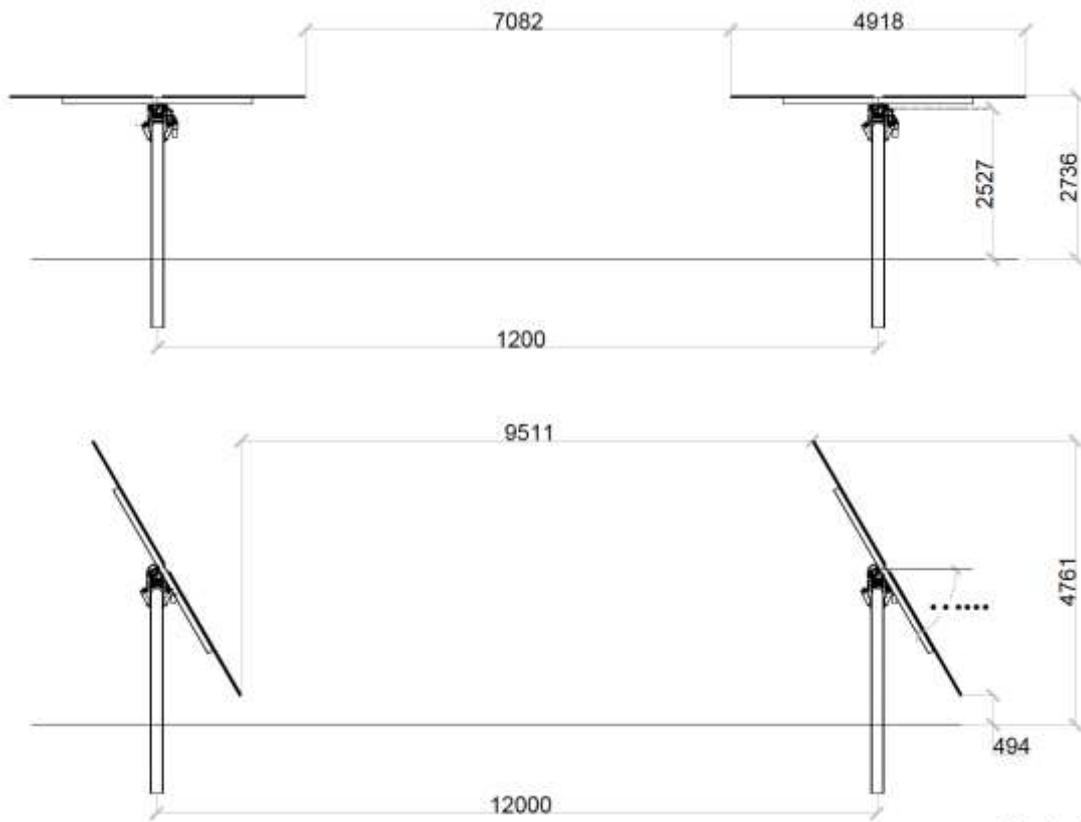
Figura 29. Distribuzione della zona d'ombra sotto i pannelli durante il giorno. FCR CSET: Light Simulation for Agrivoltaics plant with azimuth of 0° and -30° (Central Chile).

Attraverso la valutazione delle ombre, si è cercato di minimizzare e, ove possibile, eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

Il sistema fotovoltaico proposto prevede l'utilizzo di inseguitori solari monoassiali a doppia vela con pannelli bifacciali che ruotano sull'asse est-ovest seguendo l'andamento del sole. Le strutture metalliche di supporto sono disposte lungo l'asse nord-sud su file parallele opportunamente distanziate tra loro di **12 m** (distanza palo-palo, denominata "Pitch") al fine di ridurre gli effetti degli ombreggiamenti per le coltivazioni e consentire l'agevole passaggio delle macchine operatrici necessarie all'attività agricola.

L'utilizzo di pannelli su **tracker** garantirà un irraggiamento delle colture migliori rispetto ai sistemi fissi che comportano la presenza di parti di superficie costantemente ombreggiate. La scelta dei tracker consente di avere, nel momento di massima apertura -zenith solare- una fascia di larghezza pari a **7,082 m** (Figura 30) completamente libera dalla copertura dei pannelli tra le stringhe (di seguito denominata "Gap").

Le strutture impiegate hanno una larghezza pari a 4,91 m. L'altezza massima è pari a m 4,76 mentre l'altezza libera inferiore è pari a 0,49 m. L'altezza del nodo di rotazione è pari a 2,53 m dal piano di campagna.



Scala 1:50
Quote in mm

Figura 30. Particolare della sezione trasversale dei tracker fotovoltaici

Ciascuna struttura è ancorata a supporti sorretti da pali infissi nel terreno senza l'utilizzo di plinti/fondazioni in cemento.

Prima e dopo il mezzogiorno, la superficie libera e conseguentemente la zona di ombra si modificherà in base all'inclinazione dei moduli (che varia in funzione della posizione del sole).

Il gap disponibile risulta quindi ampiamente sufficiente per le ordinarie attività agricole e per la movimentazione dei relativi mezzi meccanici.

6.2. Componente agronomica

Le scelte agronomiche e gli accorgimenti tecnici da adottare per l'integrazione della componente energetica nel contesto agricolo del progetto proposto sono stati concepiti al fine di soddisfare diverse esigenze, quali:

- **contribuire a soddisfare il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio** e delle sue risorse in ottica rurale, nonché la costituzione di un'integrazione diretta del reddito del proprietario del fondo;
- assicurare la **coesistenza tra componente agricola ed energetica** attraverso oculate scelte tecniche ed agronomiche (scelta delle specie, scelta delle tecniche e delle operazioni colturali, ecc.);
- **mantenere l'indirizzo culturale attuale**, proponendo soluzioni tecnico-agronomiche atte a garantire una resa costante e la sostenibilità del sistema colturale in termini di sfruttamento delle risorse;
- ridurre le lavorazioni meccaniche in situ e l'uso oculato, limitato e consapevole di prodotti per la fertilizzazione ed il diserbo delle colture, mantenendo il **regime biologico** e seguendo li dettami riferibili all'**agricoltura conservativa** e di **precisione**, in linea con quanto sostenuto e finanziato dalla PAC 2023-2027 (vedasi Paragrafo 4.4).

Dal punto di vista reddituale (approfondito nel capitolo 8) e gestionale (approfondito nei paragrafi 6.2.3 e 6.2.4), la proposta agronomica garantirà:

- la redditività dei terreni agricoli in linea con quella attuale;
- la compatibilità con attrezzature e macchinari già in dotazione del futuro conduttore.

6.2.1. Proposta progettuale

Come precedentemente esposto al paragrafo 5.4, l'area oggetto di intervento è attualmente dedicata alla coltivazione di erba medica (foraggera), mantenuta per 4/5 anni, alternata a frumento duro da granello (per alimentazione umana) e girasole (per la produzione di olio).

Come precedentemente illustrato (capitolo 5) l'area di progetto è divisa in due fondi (nord e sud) sulle quali il progetto prevede 2 **rotazioni distinte senza ristoppio**⁵², come auspicato dalla PAC 23-27 (BCA7⁵³) in considerazione della consapevolezza che una corretta variazione delle specie coltivate sullo stesso appezzamento produce benefici ambientali riconosciuti ormai da secoli, quali:

- maggiore biodiversità;
- maggiore equilibrio dei fabbisogni idrici nel tempo;
- minori danni da erosione del terreno;
- minori rischi di lisciviazione di nitrati;
- valorizzazione del paesaggio agrario.

Come anticipato, si prevede la gestione delle superfici agricole oggetto di intervento mantenendo il **regime biologico** e inserendo tecniche riferibili all'**agricoltura conservativa** (AC) e di precisione, in linea con quanto sostenuto dalla **PAC 2023-2027**.

⁵² ripetizione di una coltura (soprattutto cereali) per due o più anni consecutivi.

⁵³ La rotazione non sarebbe di fatto obbligatoria in quanto le superfici sono e saranno certificate Bio.

Le tecniche di **agricoltura conservativa** (Figura 31), prevedendo il minimo disturbo del suolo e una copertura continua, contribuiscono a mitigare fenomeni di eccessivo depauperamento della risorsa suolo, problematica a cui il suolo nazionale è particolarmente sensibile (vedasi paragrafo 5.3), migliorandone la fertilità e la struttura, aumentando la capacità di infiltrazione delle acque e contribuendo a una gestione più efficace della risorsa idrica.

Inoltre, prevedendo avvicendamenti colturali virtuosi si contribuisce a preservare la fertilità agronomica e la sostanza organica del suolo oltre che a garantire la diversificazione dell'agroecosistema.

L'AC si è dimostrata utile per il controllo e il miglioramento della qualità del suolo e della sua capacità di resilienza (Derpsch e Friedrich, 2009) e rappresenta un utile rimedio per i problemi legati al consumo di suolo dovuto all'erosione superficiale ad opera di vento ed acqua

Le tecniche proposte, oltre a garantire un minor impatto dell'attività agricola sull'ambiente, meglio si adattano alla coesistenza dell'infrastruttura energetica, contemplando un minor numero di interventi in campo e riducendo quindi il rischio di sporcare eccessivamente la componente fotovoltaica durante le fasi di preparazione del suolo.

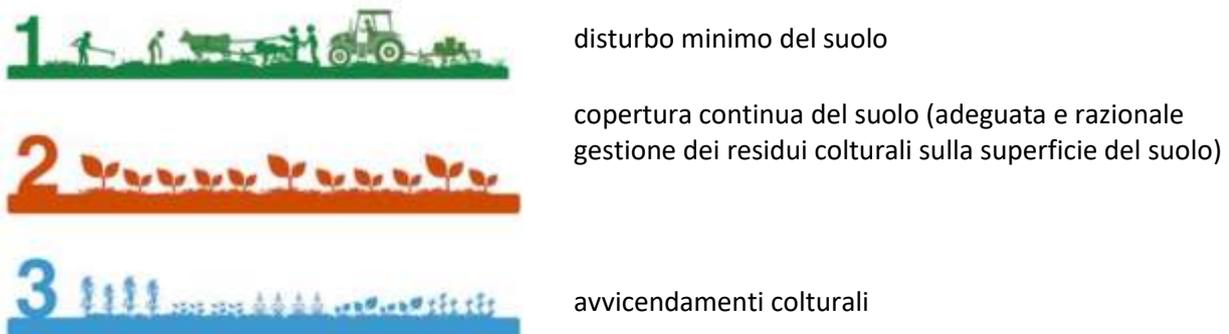


Figura 31. I principi dell'agricoltura conservativa. Fonte: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>.

L'introduzione della *minima lavorazione* **(1)** e l'impiego di macchine combinate, capaci di svolgere più operazioni in un unico passaggio, può consentire inoltre, a seconda del tipo di terreno e di coltura, una riduzione dei consumi di gasolio pari o superiore al 50% rispetto alle tecniche convenzionali (Venetoagricoltura, 2019).

La scelta delle specie e delle modalità di esecuzione delle operazioni agricole (esclusione delle operazioni di aratura) mirano a garantire una *copertura continua del suolo* **(2)** durante l'arco dell'anno solare, e prevedono la possibilità di sfruttare i residui colturali per la semina diretta di altre specie (semina su sodo) e come apporto di sostanza organica (sovescio parziale dei residui).

Come anticipato, al fine di minimizzare l'impatto sull'ambiente verrà impostata una *rotazione colturale* **(3)** che prevedendo la variazione della specie coltivata nello stesso appezzamento, consente di migliorare la fertilità del terreno e assicura a parità di condizioni, una resa maggiore ottenuta alternando colture depauperanti, miglioratrici e da rinnovo⁵⁴.

⁵⁴ Con il termine depauperante si indicano specie che sfruttano gli elementi nutritivi presenti nel terreno e lo impoveriscono; con "rinnovo" si indicano specie che richiedono cure colturali specifiche che a fine ciclo incidono positivamente sulla struttura del terreno; con "miglioratrici" si intendono le specie che aumentano la fertilità del terreno, arricchendolo di elementi nutritivi. o

L'agricoltura conservativa e il regime biologica condividono quindi l'importanza attribuita alla fertilità agronomica, alla sostanza organica, alle rotazioni colturali, alle colture intercalari e, più in generale, alla diversificazione dell'agroecosistema. Si tratta inoltre di tecniche maggiormente compatibili con la presenza dei pannelli poiché prevedono un minor numero di interventi in campo rispetto all'agricoltura convenzionale.

La gestione agronomica proposta risulta inoltre pienamente in linea con i principi dalla Politica Agricola Comunitaria (vedasi Incentivi e sostegno all'agricoltura).

6.2.2. Scelta delle specie

Il progetto agronomico proposto è stato elaborato in collaborazione con il futuro conduttore dei terreni (Allegato 4), al fine di garantire continuità rispetto alla conduzione agronomica in atto e prevedendo una disposizione della componente energetica tale da consentire l'impiego dei macchinari in sua disponibilità. La scelta delle specie è stata effettuata sulla base della valutazione della **vocazionalità territoriale** (analizzata nei capitoli "Inquadramento climatico" "Aspetti pedologici e agronomici") e dell'**andamento economico** della regione (vedasi capitolo 4 L'agricoltura in Veneto).

In considerazione della divisione fisica in due aree, la proposta prevede che i due fondi siano condotti diversamente:

- fondo nord: **erba medica** foraggera per 4 anni;
- fondo sud: **rotazione quadriennale** (pisello, orzo, favino, loietto e sorgo).

Al termine dei 4 anni le colture coltivate a sud saranno coltivate a nord e l'erba medica sarà coltivata stabilmente, per almeno 4 anni, nel fondo sud (Tabella 3)



Tabella 3. Dettaglio dell'avvicendamento culturale proposto

Il futuro conduttore ha espresso la volontà di dedicare parte della superficie alla coltivazione di **barbabietola** (*Beta vulgaris* L.) avendo a disposizione sia le competenze sia i macchinari adatti a tale coltivazione.

Pertanto, è stato ipotizzato di diversificare il quarto anno di rotazione e introdurre la suddetta specie solo su parte del fondo sud (Figura 32).

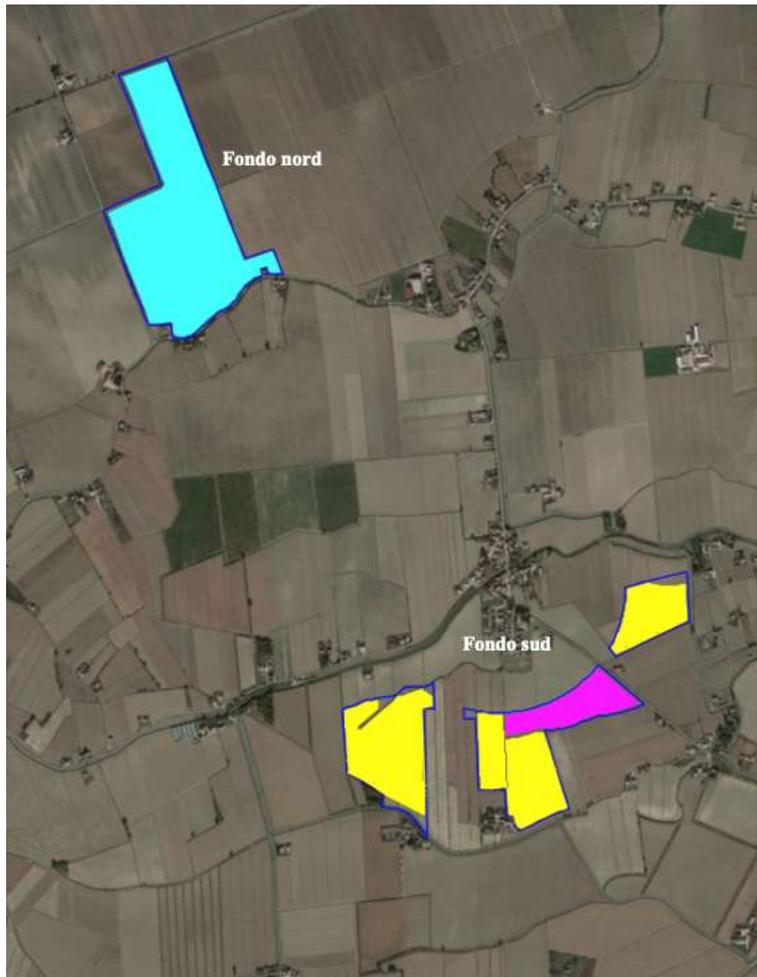


Figura 32. Rappresentazione grafica della diversificazione culturale, contornata in blu l'area in disponibilità del proponente. In ciano il fondo nord, in giallo il fondo sud con indicazione in lilla dell'area dedicata alla barbabietola.

Per almeno i primi 4 anni il fondo sud sarà quindi diviso in due porzioni: una dedicata alla rotazione rappresentata in Tabella 3 e una porzione di 4 ha che seguirà la rotazione indicata di seguito in Tabella 4.

Tabella 4. Dettaglio dell'avvicendamento culturale proposto.

	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set
1°anno				PISELLO								
2°anno				LOIETTO				SORGO				
3°anno				FAVINO								
4°anno				BARBABIETOLA								

Si ritiene opportuno evidenziare che l'erba medica occuperà il suolo per almeno 4 anni consecutivi e che, in base alla resa della stessa e all'andamento economico della coltura, si valuterà se prolungare di un ulteriore anno la coltivazione, pertanto, per la rotazione sul fondo sud è stato scelto l'utilizzo, all'ultimo anno, di colture (loietto e barbabietola) per le quali esistono varietà che consentono anche una coltivazione biennale al fine di garantire la stessa durata (5 anni) su entrambi i fondi.

Si riporta di seguito la descrizione delle specie prescelte per il progetto agronomico proposto.

ERBA MEDICA

La grande capacità di adattamento dell'erba medica (*Medicago sativa* L.) a differenti condizioni pedologiche e climatiche la rende coltivabile in quasi tutti gli areali agricoli italiani, sia in pianura sia in collina, trovando comunque le condizioni ottimali di crescita e sviluppo in terreni profondi, argillosi e di medio impasto e con pH ottimale compreso tra 6,5 e 8,0.

L'erba medica è considerata la foraggera poliennale per eccellenza, ma è coltivata per molteplici scopi:

- **foraggio:** affienato o disidratato;
- **biomassa:** destinata all'insilaggio;
- **trasformazione:** in farina disidratata;
- **coltura miglioratrice:** destinata al sovescio.

Nell'ambito degli avvicendamenti è considerata una **specie miglioratrice**, infatti, il medicaio (Figura 33) fissa nel terreno mediamente circa 100-150 kg/ha ad anno di azoto atmosferico, rendendolo disponibile per le colture agrarie. Non vi sono particolari controindicazioni per la precessione colturale, tranne la sua sensibilità alla stanchezza del terreno, per cui è bene che non succeda a sé stessa⁵⁵.



Figura 33. Medicaio in fiore.⁵⁶

I benefici della coltivazione di un medicaio sono notevoli:

- grazie ai suoi tagli frequenti e alla persistenza per 4-5 anni, **riduce drasticamente il numero di infestanti** normalmente presenti in un terreno coltivato a cereali con una significativa riduzione dell'uso di diserbanti;
- **miglioramento della struttura del suolo** in virtù della capacità dell'apparato radicale di approfondirsi fino a 2 metri e di creare una struttura canalicolare e un reticolo nel suolo che **favorisce l'infiltrazione**

⁵⁵ Manuale di agricoltura. Hoepli editore

⁵⁶ Ysuel – IStockPhoto

di acqua e la stabilizzazione degli aggregati (rigenerandosi per più anni senza essere disturbato dalle lavorazioni meccaniche);

- **riduzione dei fenomeni erosivi** grazie alla copertura vegetale;
- presenza di essudati radicali e di una grande quantità di azoto e carbonio che aumenta in seguito della degradazione delle radici, favorendo **l'attività microbica del suolo** sino a oltre 100 volte rispetto a quella osservata nei terreni in monosuccessione.

PISELLO PROTEICO

Il *Pisum sativum* Asch. et Gr. (*hortense*) è una specie microterma che ha limitate esigenze di temperature per crescere e svilupparsi e che per questo si adatta a numerosissime condizioni pedoclimatiche e svariate realtà aziendali, grazie anche al panorama varietale che è vastissimo e in rapida evoluzione. Infatti, se fin ad oggi quella del pisello era ritenuta una coltura di secondaria importanza, oggi sta registrando un crescente interesse da parte dei consumatori, dei coltivatori, delle mangimistiche e delle autorità internazionali.

Il livello di autoapprovvigionamento di proteine vegetali in Europa è molto basso e la politica comunitaria è indirizzata a premiare colture con una manifesta sostenibilità ambientale e che favoriscono l'aumento di fertilità dei terreni. Il pisello proteico è considerata una coltura più sostenibile⁵⁷ e redditizia di altre. Le colture successive potranno sfruttare le ottime qualità di azotofissatrice della prima coltura, traendo benefici non trascurabili. Infatti, il pisello è una coltura appartenente alla famiglia delle Fabacee e come tale apporta notevoli migliorie al terreno in termini di azoto fissato ad opera dei batteri del genere *Rhizobium*. Per la rotazione in questione è previsto l'impiego di cultivar nane, poiché non necessitando di alcun sostegno, risultando così più adatte alla coltura di pieno campo (Figura 34).



Figura 34. Coltivazione di pisello in pieno campo.⁵⁸

ORZO

Hordeum vulgare L. (Figura 35) è una specie erbacea a ciclo autunno-vernino appartenente alla famiglia delle Graminacee che si adatta facilmente a condizioni di notevole siccità, elevata salinità e freddo moderato; inoltre, tollera le elevate temperature (fino a 38° C), risultando quindi adatto al contesto climatico che si va designando e che caratterizza sempre più regioni. La specie è inoltre caratterizzata da moderate esigenze in

⁵⁷ Sostenibilità intesa in agricoltura come diminuzione di interventi di concimazione non naturale e di trattamenti fitosanitari.

⁵⁸ <https://blog.libero.it/wp/orto2020/2020/05/14/pisello/>

termini di azoto (dimezzate rispetto al frumento), il che consente di limitare gli apporti di fertilizzanti e di sfruttare la fertilità residua delle specie che lo precederanno (azotofissazione delle specie leguminose).

Rispetto al frumento, l'orzo ha un ciclo biologico più breve: la semina avviene solitamente intorno al 15 ottobre e la raccolta, per le finalità previste dal presente progetto, si esegue solitamente intorno al 15 maggio, ovvero, una volta raggiunta la maturazione lattea o a quella cerosa, in relazione alle scelte economiche aziendali e alle condizioni climatiche dell'annata. In un sistema di doppia coltura la sua precocità gli permette di sfruttare al meglio la dotazione di acqua disponibile nel terreno e sfuggire alla "stretta"⁴⁶, inoltre, la sua precocità permette di fornire già in primavera nuovi foraggi da insilare sfruttando autunno e inverno per il loro sviluppo e rendere possibile e tempestive le semine di secondo raccolto.

Per la proposta avanzata si è ipotizzata la produzione di foraggio. Questo cereale è esteso come alimento per tutte le specie allevate (il kg di orzo è unità di misura alimentare di riferimento per antonomasia, corrispondente ad 1 U.F. (unità foraggera)⁴⁷ ed è caratterizzato da un elevato valore energetico e da un equilibrato rapporto proteina/energia. In questo caso può essere utilizzata sia la granella (produzione di concentrato) sia la granella insieme alle altre parti vegetali (foraggio "trinciato"). Da sottolineare anche quanto indicato dalle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal MiTE (MiTE, 2022) nelle quali l'orzo viene definito "coltura adatta" in quanto un'ombreggiatura moderata causata dai pannelli non ha quasi alcun effetto sulle rese.



Figura 35. Campo coltivato a orzo.⁵⁹

FAVINO

Il favino (*Vicia faba subsp. eu-faba var minor* Peterm. Em. Harz.) è una specie appartenente alle Fabacee i cui semi sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700 g); si utilizzano per seminare erbai e sovesci (poiché fanno risparmiare seme, rispetto alle altre varietà) e anche come concentrati per l'alimentazione del bestiame (Figura 36). La specie è impiegata anche per la produzione di foraggio (fresco o secco); la paglia di fava ha un valore nutritivo superiore a quella di frumento, steli e le foglie raggiungono i valori nutritivi massimi in fase di piena fioritura. Per il presente progetto è stata scelta in quanto **specie foraggera** e miglioratrice delle condizioni del suolo. Il favino assolve al meglio la sua funzione miglioratrice in particolare nei terreni argillosi, pesanti e non interessati da fenomeni di ristagno idrico; non tollera il freddo

⁵⁹ <https://i0.wp.com/www.naturalmia.it/wp-content/uploads/2015/09/orzo-1.jpg>

intenso né la siccità prolungata, per cui in Veneto è utilizzata come una pianta autunnale. Il suo ciclo biologico è assai variabile in rapporto al tipo, al momento di semina e alle condizioni ambientali, nel progetto proposto verrà coltivata con un ciclo mediamente breve.



Figura 36. Semi di favino⁶⁰

LOIETTO

Lolium multiflorum Lam. Var. *italicum* è una specie erbacea (Figura 37), appartenente alla famiglia delle Graminacee di origine mediterranea; è un'ottima graminacea foraggera soprattutto l'alimentazione degli animali utilizzati per la produzione di latte e derivati; uno studio ha evidenziato come "la presenza di loietto nella dieta delle bovine da latte contribuisca a stabilizzare le caratteristiche sensoriali del latte e conseguentemente quella del formaggio che da questo latte viene prodotto"⁶¹.

Il loietto è facile da impiantare e si adatta a svariate condizioni climatiche e ambientali, è una coltura molto produttiva che, in condizioni pedoclimatiche favorevoli, arriva a produrre 40-50 tonnellate di foraggio verde e 8-10 tonnellate di sostanza secca per ettaro. Il loietto è una specie da sfalcio molto versatile, che si presta a diverse forme di utilizzazione quali foraggio verde per consumo diretto, foraggio da insilare e foraggio da affienare. In ogni caso il prodotto ottenuto viene considerato ottimo e con elevate caratteristiche nutrizionali e, soprattutto, molto appetibile da parte degli animali. La specie, che può avere una durata annuale o biennale, è nota per essere competitiva nei confronti delle malerbe e rispondere molto bene alle concimazioni e alla fertilità del terreno.

⁶⁰ <https://www.agraria.org/coltivazionierbacee/fava.htm>

⁶¹ <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agronomia/2019/02/01/loietto-foraggio-top-per-animale-di-qualita/61608#:~:text=La%20loietta%20%C3%A8%20infatti%20una,insilare%20e%20foraggio%20da%20affienare.>



Figura 37. Particolare di campo coltivato con loietto italico diploide.⁶²

SORGO

Il sorgo (*Sorghum vulgare* Pers. o *Sorghum bicolor* L.) è il quinto cereale per importanza economica dopo grano, riso, mais ed orzo. È una specie che ben si presta ai climi difficili, non richiede grandi quantitativi di acqua ma soprattutto non è esposto alla contaminazione da micotossine. La specie si presta per molteplici usi, fra cui l'alimentazione umana, l'alimentazione zootecnica e per la produzione di biomassa. Al sorgo da biomassa appartengono sia i tipi da fibra, sia i tipi zuccherini: le due tipologie, simili dal punto di vista morfologico, si caratterizzano per avere una elevata efficienza fotosintetica (C4), dote che si esalta particolarmente in ambienti caratterizzati da elevata intensità luminosa ed elevata temperatura, tipici del clima mediterraneo. **Per il progetto si ipotizza l'impiego di sorghi da granella, con destinazione del prodotto all'industria zootecnica.**

Il sorgo ha una composizione chimica molto favorevole all'alimentazione dei monogastrici (simile a quella del mais) che lo rende anche il cereale più energetico in assoluto per il pollame.

Dal 2015 è cresciuto l'interesse per questa specie che rispetto al mais contiene una maggiore quantità di zuccheri, caratteristica che rende il sorgo particolarmente adatto anche per la produzione di biocombustibile. Inoltre, sempre rispetto al mais, ha un miglior rapporto fra input e output, sia dal punto di vista energetico sia dal punto di vista di impatto ambientale (fa registrare una carbon footprint più bassa) (Giunta Regionale-Regione Veneto, 2015). In aggiunta a quanto detto, esistono così tante varietà di sorgo che conferiscono alla specie la capacità di essere scelto per le più disparate condizioni aziendali (Figura 38).



Figura 38: Diverse varietà di sorgo con evidente altezza e portamento differente. Fonte Pari e Santangelo, 2008.⁶³

⁶² <https://www.mediterraneasementi.it/semi/loietto-italico-diploide/>

⁶³ Fonte Pari e Santangelo, 2008.

Si tratta, dunque, di una specie "sostenibile", sia economicamente che a livello ambientale, infatti, richiede pochi fattori produttivi (p.e. basse esigenze idriche; lavorazioni poco profonde; concimazione non necessaria), restituendo notevoli rese, circa, 80 quintali/ettaro⁶⁴. Inoltre, esistono varietà di sorgo che svolgono funzioni ecosistemiche come recupero di suoli salini, denitrificazione delle zone vulnerabili ai nitrati, contrasto del fenomeno erosivo (Rosato, 2020).

Fra le erbacee a ciclo annuale il sorgo, oltre che per le sue rese, suscita sempre più interesse per:

- buona resa;
- caratteristiche di rusticità e adattabilità ambientale;
- rapidità di crescita;
- resistenza allo stress idrico e termico (non richiede irrigazione durante il ciclo di crescita);
- facilità di meccanizzazione alla raccolta;
- minore umidità alla raccolta rispetto al mais.
- semplicità di coltivazione;

Altri aspetti positivi della coltura sono il facile inserimento negli avvicendamenti colturali e la possibilità di utilizzare un parco macchine già presente nelle aziende.

BARBABIETOLA

La barbabietola (*Beta vulgaris* L.) conta un vasto numero di varietà (Figura 39), offrendo la possibilità di coltivare sia varietà adeguate al consumo zootecnico e umano (diretto o previa trasformazione) sia varietà che ben si prestano a produzioni industriali (es zucchero e/o produzione di biogas). Le caratteristiche predominanti della pianta sono strettamente collegate alla destinazione d'uso: radice ben sviluppata e carnosa oppure foglie lucide e saporite nelle varietà da consumo diretto; alta concentrazione di saccarosio nelle varietà da zucchero; ecc. Il gran numero di varietà permette alla specie di adattarsi a condizioni pedoclimatiche differenti e a molteplici realtà aziendali; per il presente progetto **si ipotizza la coltivazione di barbabietola da zucchero**, ma non si esclude la possibilità di ricorrere alla coltivazione di altre varietà, in base alle esigenze aziendali e all'andamento economico delle colture coinvolte nelle rotazioni.



Figura 39. Diverse varietà di barbabietola

⁶⁴ <https://plantgest.imagelinenetwork.com/it/news/2020/01/17/sorgo-continua-a-crescere/65133>

Indipendentemente dalla varietà la barbabietola viene definita come una **coltura da rinnovo** (o sarchiata) rappresentando un'alternativa per ampliare la rotazione agronomica e interrompere la monocoltura (come auspicato dalla PAC 23-27).

Il ciclo biologico della barbabietola è biennale: il primo anno si ha lo sviluppo vegetativo e il secondo lo sviluppo riproduttivo, pertanto, la varietà ipotizzata per il presente progetto (var. *saccharifera* L.) sarà seminata a fine febbraio e raccolta a fine estate (non si avrà lo sviluppo riproduttivo del secondo anno). La sua radice è fittonante, grossa, carnosa, di colore grigiastro. Il fusto è corto ed eretto. Le foglie della parte apicale sono picciolate, cuoriformi alla base, disposte in rosette e di colore verde più o meno intenso.

6.2.3. Operazioni colturali

Una volta realizzato l'impianto fotovoltaico verrà effettuata una prima lavorazione finalizzata a ripristinare le condizioni fisiche del terreno e a creare una condizione atta a garantire il successo delle successive semine, prevedendo una concimazione di fondo facendo ricorso a prodotti in forma organica (pratica in linea con quanto sostenuto dall'SRA4 - Apporto di sostanza organica nei suoli).

Per tutte le fasi successive, si prevede l'adozione di tecniche di lavorazione del suolo in linea con i principi dell'agricoltura conservativa adottando la "minima lavorazione", ove non sia possibile eseguire direttamente la "semina su sodo"⁶⁵, tecniche promosse con la SRA03 della nuova PAC 2023-2027. La **minima lavorazione (Minimum Tillage – MT)** prevede la preparazione del letto di semina di tutte le specie proposte attraverso **un solo passaggio di discatura eseguito con erpice a dischi o una fresatura profonda al massimo cm 15**. Tale operazione garantirà la trinciatura e l'interramento dei residui colturali della specie precedente, delle infestanti estive e l'affinamento delle zone più superficiali del terreno, predisponendolo alla successiva semina. La **semina su sodo (No Tillage – NT)**, invece, prevede che l'operazione sia effettuata su terreni non lavorati, senza bisogno, quindi, né di costose arature né di eventuali ripassi per l'affinamento del terreno, anche attraverso l'impiego di idonee seminatrici su sodo (Figura 40). Effettuare una buona semina su sodo non è un'operazione semplice, e questo tipo di macchinari garantisce che il seme sia alla giusta profondità e soprattutto ben ricoperto per limitare le fallanze. Tale operazione ha come conseguenza un aumento della porosità totale - in particolare della macroporosità- della percolazione, dell'aerazione, della capacità termica, mentre riduce la risalita capillare, migliorando la capacità di trattenere l'acqua rispetto ai terreni arati. Negli ambienti meno piovosi, si è inoltre osservato come la semina su sodo effettuata con leguminose consenta di registrare un incremento di circa 30% rispetto alla semina con aratro (Saia e Badagliacca, 2014) a livello di rese produttive.

⁶⁵ La semina su sodo è un'operazione che presenta non poche variabili, infatti, non è una operazione semplice: bisogna fare molta attenzione al tipo di terreno e alle condizioni di umidità che presenta l'annata.



Figura 40: Particolare di seminatrice su sodo a scopo rappresentativo⁶⁶.

Verranno inoltre impiegate sementi conciate per il biologico, riducendo drasticamente il rischio di propagazione di parassiti fungini.

- **ERBA MEDICA**

La semina del medicaio avverrà idealmente ad inizio autunno, impiegando una **seminatrice combinata** (erpice + seminatrice) trainata da trattrice agricola. La seminatrice pneumatica apporterà una quantità di semente pari a 40-50 kg/ha, garantendo l'interramento della stessa ad una profondità di cm 1-1,5. Verranno impiegate **sementi rizobiate**, ovvero inoculate con colture di batteri specifici capaci di instaurare simbiosi con l'apparato radicale delle piante e avviare il processo di fissazione biologica dell'azoto atmosferico.

Il medicaio sarà gestito con almeno 3 sfalci l'anno avendo cura dello stadio vegetativo della pianta e dell'altezza del taglio, affinché la pianta abbia la possibilità di ricacciare nuovamente dopo lo sfalcio; gli sfalci ipoteticamente saranno effettuati a fine **maggio, giugno e luglio** prelevando il prodotto che potrà essere commercializzato come fieno fresco oppure "affienato" (in questo caso bisognerà far appassire in campo la biomassa per circa 24-48 ore prima di realizzare le rotoballe). Si presume di mantenere l'intera superficie a medicaio per un periodo di almeno 4 anni, monitorando periodicamente (ogni 2 anni) lo stato del medicaio per valutare la sua composizione e operare con un'eventuale trasemina.

Alla fine del ciclo colturale, si prevede di mandare a fiore le piante e raccogliere la semente per le successive semine, in ultimo si potrà effettuare l'interramento delle intere piante (**sovescio totale**) mediante operazione di aratura leggera (15 cm).

⁶⁶ <http://www.soldomacchineagricole.it/seminatrici/37-seminatrice-da-sodo-optima-300.html>

- **PISELLO PROTEICO**

La semina del primo anno (ipotizzabile nel mese di ottobre) avverrà dopo la lavorazione preliminare (svolta un'unica volta), successivamente si farà ricorso alla semina su sodo. La semina va fatta a file distanti circa 0,18-0,25 m con una profondità di circa 50-70 mm (onde ridurre la predazione da parte degli uccelli e roditori) e un investimento di semina mediamente consigliato di 120 semi/m² (per una dose di seme pari a 200-250 kg/ha). Si consiglia di eseguire la raccolta del prodotto (inizio giugno) con umidità non inferiore al 18%, per limitare le perdite in campo (la resa si attesta generalmente sui 45 q/ha). La raccolta si effettua con la tradizionale mietitrebbiatrice da frumento con sfalcio radente il terreno e bassa velocità di avanzamento. La lama va posta a una distanza di 5 cm da terra e l'aspo va inclinato verso la macchina con velocità di rotazione molto bassa. La rotazione del battitore deve essere lenta con distanza battitore-controbattitore di 15-20 mm in ingresso e 8-10 mm in uscita. I residui colturali saranno lasciati in campo, esposti agli agenti atmosferici che ne agevoleranno la decomposizione, e verranno interrati con la semina successiva in modo che i micro e macro elementi in essi contenuti siano più facilmente assimilabili dal suolo, consentendo di arricchire il pool di sostanza organica e sostanze nutritive.

- **ORZO**

La semina (seconda metà del mese di ottobre) verrà preceduta da una minima lavorazione, e sarà effettuata con macchina capace di eseguire in un unico passaggio anche la rullatura e, qualora necessaria la concimazione (in base ai dati raccolti dal monitoraggio, vedasi Capitolo 7).

Verrà impiegata una quantità di circa 150 kg/ha di semente, per garantire una densità di cariossidi seminate di 400/m² a cui corrisponde una densità di 600 spighe/m². La quantità sarà modulata in base alla destinazione produttiva. A seconda delle esigenze di mercato la raccolta sarà effettuata una volta raggiunta la fase di maturazione lattea o quella cerosa. Fasi di maturazione in cui gli steli si presentano ancora verdi e vanno sfalciati a circa 10 centimetri da terra al fine di non imbrattare il foraggio con polvere e terra, e prevenire contaminazioni. Anche le attrezzature meccaniche per la trinciatura dovranno essere impostate al fine di realizzare frammenti dalla lunghezza di 2 centimetri circa, dimensione ottimale per i successivi processi di fermentazione e conservazione.

I cereali raccolti a maturazione lattea presentano tenori di sostanza secca intorno al 30% con rese di 12-14 tonnellate per ettaro. Il contenuto di amido è di circa il 10%, per una digeribilità stimata intorno al 64-65%. Al salire del grado di maturazione, passando a quella cerosa, aumenta il tasso di amido, fino a più del 20%, ma anche quello di fibre. Il tenore di sostanza secca infatti aumenta sino al 35% circa e di concerto anche le rese, le quali si possono attestare intorno alle 16-17 tonnellate per ettaro.

Grazie alla possibilità di essere raccolti in momenti diversi e a differente grado di maturazione, i cereali da foraggio offrono ottime prestazioni sia per la produzione di insilati in purezza, sia per la realizzazione di miscele con insilati.

- **FAVINO**

Per la semina, ipotizzata a ottobre, si utilizzerà una quantità di seme tale da assicurare circa 40-60 piante per metro quadro; le quantità di seme dipendono dal peso dello stesso, in genere oscillano sui 200-300 kg/ha. Si consiglia una semina su file distanti 0,35-0,40 m, a una profondità di circa 40-50 mm; sembra che con una semina profonda gli attacchi di orobanche⁶⁷ diminuiscano, in ogni caso si consiglia il trattamento del seme con prodotti concianti biologici per proteggere le piantine dagli attacchi di *Rhizoctonia*, *Pythium* e

⁶⁷ Fanerogama parassita che grazie agli austori (false radici) si lega alle radici del favino sottraendo linfa.

Phytophthora. L'operazione di semina verrà effettuata con l'utilizzo di apposita macchina capace di seminare direttamente in terreni non lavorati, occupati in superficie da residui di colture in avvicendamento. La raccolta dei semi secchi si fa quando la pianta è completamente secca (ipoteticamente a fine maggio); il favino si raccoglie mediante mietitrebbiatrice opportunamente regolata.

In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca; inoltre, si stima che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto dell'ordine di 40-50 kg/ha.

- **LOIETTO**

Si consiglia di effettuare la semina autunnale (ottobre) con una seminatrice apposita - dotata di multifresa per garantire la trinciatura e l'interramento dei residui della coltura precedente. La semina viene effettuata in autunno, cosicché le piante possano usufruire delle piogge autunno-vernine. Si ipotizza di seminare file distanti 15-20 cm, ad una profondità di circa 1-2 cm, impiegando una dose di sementi pari a 50 kg/ha.

Il momento più adatto all'insilamento è quando circa il 10% delle piante ha sviluppato la spiga, in questo momento di ha un tenore maggiore di proteine, zuccheri e la fibra è più digeribile, pertanto, lo sfalcio verrà effettuato a fine aprile. Si rende necessario un preappassimento di circa un giorno in campo, poiché si potrebbero venire a creare problemi durante la conservazione dato l'alto contenuto di umidità. Una volta che la coltura sarà terminata i residui colturali saranno lasciati in campo e sarà seminata a successiva coltura ad aprile.

- **SORGO**

La semina del sorgo è programmata a fine aprile/maggio, onde evitare i ritorni di freddo tipici di marzo e inizio aprile, di cui soffrirebbe. La semina sarà effettuata con la tecnica della semina su sodo e sarà effettuata a file distanti 0,40-0,50 m circa, utilizzando una quantità di seme sufficiente ad assicurare un popolamento di 15-30 piante a m²(100-150 kg/ha di seme) a una profondità di 20-30 mm (massimo 40). In concomitanza all'operazione di semina si procederà con una concimazione organica con una quantità di letame pari a 150 quintali/ha.

La raccolta della granella del sorgo, eseguita con le stesse mietitrebbiatrici da frumento (Figura 41), deve avvenire nel momento corrispondente alla maturazione cerosa. La produzione media del sorgo, nell'areale considerato, risultata 67,7t/ha di biomassa fresca e 18,5t/ha di biomassa secca (28,5% contenuto medio di sostanza secca).

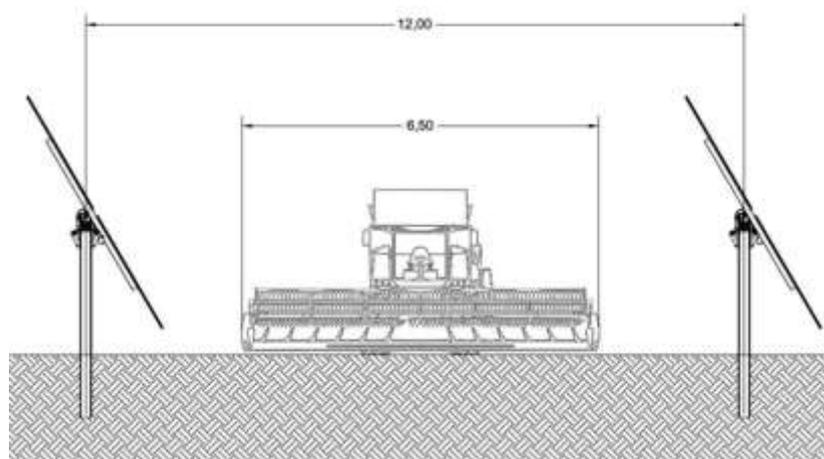


Figura 41. Dettaglio delle strutture fotovoltaiche e della mietitrebbia dedicata alla raccolta delle colture.

- **BARBABIETOLA**

La barbabietola è una coltura da rinnovo e pertanto lascia il terreno alle colture successive ricco e soffice. In estate, subito dopo la raccolta della coltura precedente, sarà preparato il letto di semina attraverso l'affinamento dello strato superficiale. Dopo aver preparato un buon letto di semina, interrando i residui della coltura precedente insieme ad altro concime organico, si proseguirà con la semina. Nell'areale considerato si ipotizza una semina a fine febbraio, su file distanti 40 cm e a una profondità di 1-2 cm. La distanza dei semi sulla fila va stabilita tenendo conto che l'investimento da perseguire è di circa 10 piante a m². Ad ettaro si impiegano circa 10 kg di semente. Al fine di ottenere radici di pezzatura uniforme è necessario prevedere operazioni di diserbo meccanico in post emergenza e eventuale diradamento. In termini di fabbisogno idrico, nell'areale in oggetto si ipotizza che le precipitazioni possano apportare il quantitativo idrico necessario ;non si esclude la necessità a ricorrere a irrigazioni di soccorso.

Il momento per raccogliere la barbabietola da zucchero è quando nella radice si è accumulata la massima quantità di zucchero (in questo caso settembre) e prevede l'estirpo completo della pianta.

Le radici verranno impiegate negli zuccherifici, mentre la parte epigea potrà essere utilizzati come foraggio; la resa media italiana è di oltre 400 q.li/ha contenenti il 16% di zucchero (pari a 65 q.li/ha di zucchero pronto), ma sono frequenti rese più elevate.

6.2.4. Gestione delle superfici

Al fine di impostare una gestione agronomica sostenibile si farà ricorso a tecniche agronomiche che garantiranno un **minor impatto ambientale** rispetto a quelle utilizzate in agricoltura tradizionale.

Nella fattispecie la **gestione agricola sarà di tipo biologico** la presenza delle strutture necessarie alla realizzazione degli impianti agrivoltaici non ostacola infatti le pratiche agricole prescritte nei protocolli di produzione biologica e verranno dichiarate le sole superfici coltivabili (calcolate come meglio esplicitato nei successivi capitoli). Come descritto il suolo sarà gestito con tecniche prescritte dall'**agricoltura conservativa** e verranno impiegati strumenti in linea con i dettami dell'**agricoltura di precisione**.

La rotazione proposta prevede la coltivazione di un gran numero di fabacee, tali colture assumono un ruolo cruciale nelle aziende biologiche poiché contribuiscono a migliorare il bilancio azotato, la fertilità del suolo e la diversificazione colturale da un lato e fornendo alimenti zootecnici indispensabili dall'altro. Inoltre, l'impostazione della rotazione garantirà la **copertura costante del suolo** attraverso sia la presenza costante di specie sul terreno (erba medica) sia attraverso i residui colturali (della rotazione), contribuendo così a rallentare il fenomeno erosivo e di catturare, in caso di pioggia, gli elementi nutritivi solubili che in caso contrario andrebbero persi per lisciviazione; aumentare la biodiversità e garantire la continua conversione dell'energia solare in sostanza organica. È importante sottolineare inoltre che, un terreno coperto e non eccessivamente lavorato si oppone al fenomeno negativo dell'ossigenazione che comporta una rapida degradazione della sostanza organica presente nel terreno.

L'impatto ambientale della conduzione proposta sarà minimo in quanto il presente progetto non prevede interventi irrigui se non interventi di "irrigazione di soccorso" e garantirà **un minor impatto in termini di emissioni inquinanti** grazie alle minime lavorazioni, alla programmazione e razionalizzazione degli interventi in base alla coltura considerata, nel rispetto dei principi ecologici, economici e tossicologici anche attraverso l'impiego di supporti informativi.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 63 di 114

Si prevede l'introduzione dell'utilizzo di un **Decision Support System (DSS)** agricolo (argomento approfondito maggiormente al capitolo 7), al fine di garantire il corretto monitoraggio delle produzioni e un uso più razionale delle risorse.

Qualora, in base allo sviluppo vegetativo delle colture e ai risultati del monitoraggio, dovessero risultare necessari interventi di **fertilizzazione** si farà ricorso a **prodotti permessi in agricoltura biologica e derivanti dalle aziende locali**. Tale soluzione appare pienamente **in linea con i principi dell'economia circolare**, infatti, permette di valorizzare materiali di scarto e sottoprodotti di diverse lavorazioni, afferenti al settore agroindustriale e non solo. Si farà ricorso, pertanto, a **letame, pollina** (prodotto ottenuto dal riciclaggio per trattamento industriale delle deiezioni degli allevamenti avicoli), **borlande** liquide o secche⁶⁸ (residuo del processo di fermentazione e distillazione di materiali zuccherini, ad esempio barbabietola e canna da zucchero, vinacce, patate e cereali). Si specifica che le quantità di prodotto sarà modulata con oculatezza nel rispetto di criteri generali di utilizzazione riportati nelle normative di settore, oltre che in base ai dati raccolti con il monitoraggio agronomico. La distribuzione sarà evitata nei giorni di pioggia e nei giorni immediatamente successivi, scongiurando rischi di lisciviazione dei nitrati e percolazione degli stessi verso gli strati più interni di terreno e nelle falde sottostanti.

Grazie all'avvicendamento proposto insieme alla gestione ipotizzata si verrà a creare un circolo virtuoso in cui le specie godranno del mutuo beneficio, inoltre, è previsto un **miglioramento della struttura del terreno**, della sua disponibilità organica e della capacità di trattenere acqua.

La struttura dello strato attivo sarà migliorata sia dall'azione meccanica derivante dalla crescita delle radici delle colture scelte (che hanno caratteristiche differenti in termini di capacità di approfondimento) sia dall'apporto di sostanza organica derivante dalla biomassa lasciata sul suolo a fine ciclo colturale che, insieme alla presenza della componente fotovoltaica, concorrerà anche all'**aumento del quantitativo idrico presente nel suolo**.

In aggiunta a quanto finora esposto, la biomassa lasciata in campo permetterà di **contrastare il fenomeno dell'erosione** che, come illustrato nel paragrafo 5.3, è intensificato dallo sfruttamento intensivo di suoli per l'agricoltura, associato all'eliminazione sistematica di barriere naturali.

⁶⁸ Poiché si prevede di aderire al protocollo di produzione biologica le borlande, come espressamente riportato nella legislazione vigente, non saranno prodotte con l'utilizzo di sali ammoniacali.

7. Precision farming e monitoraggio agronomico

Come già accennato, le superfici saranno condotte seguendo i principi dell'agricoltura di precisione (AP)⁶⁹, le cui definizioni (Pisante, 2013) riguardano l'adozione di tecniche che consentono di:

- migliorare l'apporto di input attraverso l'analisi di dati raccolti da sensori e la relativa elaborazione con strumenti informativi (DSS⁷⁰, meglio descritti più avanti), che, gestendo la variabilità temporale, permettono di dosare al meglio l'impiego di input (acqua, prodotti fitosanitari e concimi);
- garantire la tracciabilità del prodotto utilizzando tecnologie informatiche per la registrazione dei dati di campo;
- impiegare "macchine intelligenti" in grado di modificare la propria modalità operativa all'interno delle diverse aree.

I DSS integrano l'andamento meteorologico, lo sviluppo fenologico delle colture e algoritmi matematici per fornire all'utente informazioni per la gestione della coltura e dei trattamenti di difesa, consentendo così un'ottimale programmazione delle operazioni, un risparmio in termini di trattamenti fitosanitari, di calcolare correttamente i volumi di adacquamento e il numero di interventi.

A livello nazionale esistono delle "Linee Guida per lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione in Italia"⁷¹, redatte a cura del Gruppo di Lavoro nominato con DM n. 8604 dell'1/09/2015 e pubblicate nel settembre 2017 da parte del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Allegato al DM 33671 del 22/12/2017), che costituiscono uno specifico approfondimento sull'innovazione tecnologica in campo agricolo, illustrando le metodologie da attuare per la realizzazione dell'Agricoltura di Precisione. Tali Linee Guida sono state utilizzate come modello di riferimento nella predisposizione del modello di gestione di monitoraggio del progetto.

Considerata la realtà aziendale, si prevede di agire introducendo:

- una stazione agrometeorologica dotata di sensori standard per la misurazione di temperatura del suolo e dell'aria, quantità di pioggia, velocità e direzione del vento, umidità del suolo e dell'aria, radiazione solare totale, evapotraspirazione e bagnatura fogliare (Figura 42);
- impiego di un supporto informativo (Decision Support System, DSS, Figura 42) per la registrazione delle operazioni di campo, la consultazione e l'elaborazione dei dati meteo per garantire un utilizzo razionale degli input agronomici. La registrazione dei dati di produzione, se integrata con il DSS, consente la compilazione in tempo reale dei dati necessari per il quaderno di campagna⁷².

Si esclude al momento l'integrazione dei dati di posizionamento dei macchinari con il DSS.

⁶⁹ Agricoltura che impiega strumenti, tecnologie e sistemi informativi allo scopo di supportare il processo di assunzione di decisioni in merito alla produzione dei raccolti (Gebbers e Adamchuk, 2010)

⁷⁰ DSS sono sistemi informatici che raccolgono, organizzano, interpretano e integrano in modo automatico le informazioni provenienti in tempo reale dal monitoraggio dell'«ambiente coltura» (attraverso sensori o attività di monitoraggio). I DSS analizzano questi dati per mezzo di avanzate tecniche di modellistica e, sulla base degli output dei modelli, generano una serie di allarmi e supporti alle decisioni.

⁷¹ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12069>

⁷² Il Quaderno di campagna o Registro dei trattamenti, come indicato al comma 3 dell'art. 42 del DPR n. 290/01, è un registro obbligatorio per tutte le aziende agricole che utilizzano prodotti fitosanitari per la difesa delle colture agrarie che riporta cronologicamente l'elenco dei trattamenti eseguiti sulle diverse colture oppure, in alternativa, una serie di moduli distinti, ciascuno relativo ad una singola coltura.

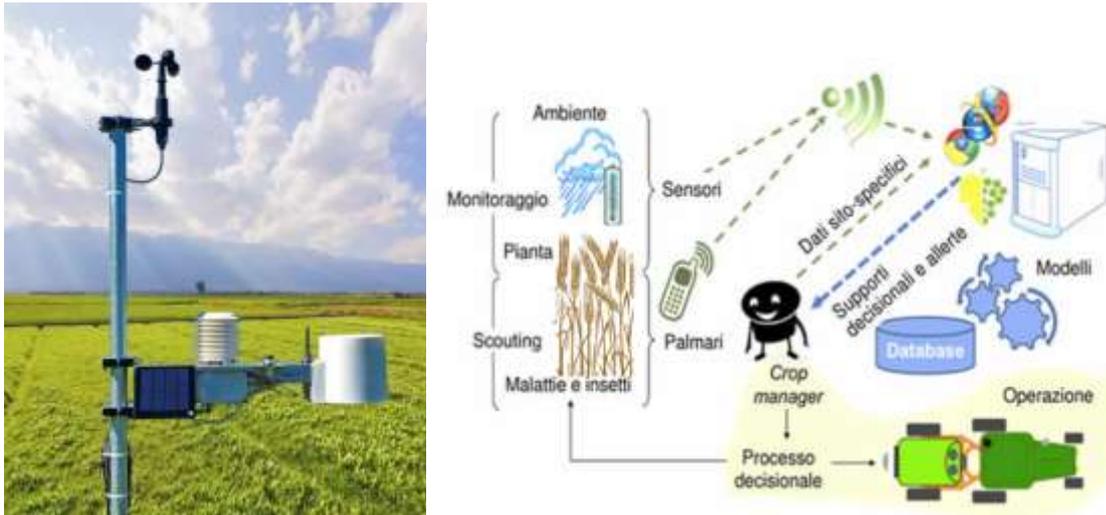


Figura 42. Stazione agrometeorologica e schema di flusso dei DSS

L'installazione della stazione agrometeorologica è conforme a quanto indicato dalle "Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia" (Unitus, 2021). Per poter controllare lo stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale biota, nonché la sua evoluzione nello spazio e nel tempo è, infatti, di fondamentale importanza la conoscenza dei parametri ambientali. A tale scopo l'ubicazione e il tipo di stazione verranno eletti nel rispetto dei parametri (Figura 43) indicati dal WMO (WMO, 2018) che definisce i quattro criteri necessari per ottenere delle misurazioni di qualità:

- utilizzare stazioni meteorologiche automatiche;
- utilizzare sensori di qualità elevata;
- installare i sensori in siti idonei, con una corretta altezza dal suolo ed esposizione;
- garantire un elevato standard di supervisione (manutenzione, ispezione e calibrazione dei sensori).

Strumento	Altezza installazione	Localizzazione
Termo/igrometro	da 1.70 a 2.00 metri	Superficie erbosa obbligatoria, esposizione schermo solare a Sud, distanza da eventuali edifici, almeno 10 metri.
Pluviometro	Alla medesima altezza del sensore di temperatura/umidità.	In campo aperto, lontano almeno 10 metri da ostacoli verticali, quali edifici o alberi che ne impediscano l'accumulo della pioggia o neve soprattutto in caso di precipitazioni trasversali.
Radiazione Solare.	Oltre i 2,00 metri	Alla sommità del palo dove sarà installata la stazione meteorologica.
Anemometro	Da 2.50 a 10.00 metri di altezza.	Anch'esso in campo aperto, alla sommità del palo e comunque non oltre i 10 metri di altezza, lontano da ostacoli verticali per almeno 10 metri.
Schermatura consigliata	-	Schermo solare passivo(5 o 8 piatti Davis) o ventilato o capannina.

Figura 43. Caratteristiche dei sensori e dei siti (WMO, 2018).

La stazione verrà posizionata all'interno di uno dei lotti in conformità con quanto appena indicato.

La raccolta dei dati meteo avverrà durante la fase di esercizio dell'impianto (corso d'opera).

La scelta del DSS da impiegare verterà, in particolare, sull'identificazione di un sistema in grado di fornire gli indici di rischio per le malattie delle colture scelte per la proposta progettuale. Attraverso il DSS sarà possibile monitorare:

- la registrazione delle concimazioni effettuate con l'indicazione dei prodotti specifici e delle relative titolazioni; la definizione delle quantità di concime da applicare in funzione del tipo di

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 66 di 114

terreno, dell'andamento meteorologico, della resa attesa e del processo colturale; l'ottimizzazione delle tempistiche;

- la registrazione delle produzioni ottenute, utile anche per la creazione di un database relativo alla coltivazione in un sistema agrivoltaico di pieno campo su un periodo di 25-30 anni;
- lo sviluppo di patologie, riducendo il numero di interventi.

L'integrazione, tra i dati meteo registrati in campo e l'elaborazione dei dati da parte del DSS e le analisi ad opera di un tecnico specializzato serviranno per orientare al meglio le decisioni agronomiche, favorendo quindi:

- l'utilizzo sostenibile dei prodotti (prodotti fitosanitari e concimi);
- l'individuazione del momento migliore di intervento in campo;
- la registrazione delle produzioni e la tracciabilità del prodotto;
- il monitoraggio delle produzioni ottenibili in un sistema agrivoltaico.

Infine, per tutte le colture previste, la registrazione delle produzioni ottenute porterà alla creazione di un database relativo alla coltivazione in un sistema agrivoltaico di pieno campo su un periodo di 25-30 anni. L'analisi di questi dati contribuirà quindi anche ad aumentare le conoscenze utili ad individuare le colture più adatte a tale sistema produttivo in condizioni agroambientali analoghe a quelle del sito di intervento.

8. Analisi economica

8.1. Continuità dell'indirizzo produttivo

Al fine di identificare una soluzione atta a garantire una produzione agricola compatibile con le caratteristiche pedoclimatiche dell'areale e che, al contempo, valorizzasse il territorio e le sue risorse, nella fase di progettazione di un impianto agrivoltaico si presta particolare attenzione:

- alla vocazionalità territoriale;
- **all'andamento economico del comparto agricolo della regione** (analizzate nel Capitolo 4).
- a **garantire la continuità dell'indirizzo produttivo**, in linea con quanto indicato al punto B.1.a delle linee guida del MiTE (vedasi Capitolo 3.1), attraverso la valutazione dell'Orientamento Tecnico Economico (OTE) e la Produzione Standard (PS).

L'OTE può essere definito come un'evoluzione del più abituale concetto di *indirizzo produttivo* e si basa sul concetto di affinità che ciascuna attività agricola presenta con le altre.

A seconda del livello di dettaglio è possibile distinguere un **OTE generale**, un **OTE principale** e un **OTE particolare**, secondo la categorizzazione riportata in Figura 44:

OTE generali	OTE principali	OTE particolari		
Aziende specializzate - produzioni vegetali				
1 Aziende specializzate nei seminativi	15 Aziende specializzate nella coltivazione di cereali e di piante oleaginose e proteaginose	151 Specializzate nei cereali (escluso il riso) e piante oleose e proteiche		
		152 Risicole specializzate		
		153 Combinazioni di cereali, riso, piante oleose e piante proteiche		
		161 Specializzate nelle piante sarchiate		
		162 Combinazioni di cereali, oleaginose, proteiche e sarchiate		
		163 Specializzate in orti in pieno campo		
	16 Aziende specializzate in altre colture a seminativi	164 Specializzate nella coltura di tabacco		
		165 Specializzate nella coltura di cotone		
		166 Con diverse colture di seminativi combinate		
		2 Aziende specializzate in ortofloricoltura	21 Aziende specializzate in ortofloricoltura da serra	211 Specializzate in orticoltura da serra
				212 Specializzate in floricoltura e piante ornamentali da serra
				213 Specializzate in ortofloricoltura mista da serra
	22 Aziende specializzate in ortofloricoltura all'aperto		221 Specializzate in orticoltura all'aperto	
			222 Specializzate in floricoltura e piante ornamentali all'aperto	
			223 Specializzate in ortofloricoltura mista all'aperto	
	23 Aziende specializzate in altri tipi di ortofloricoltura		231 Specializzate nella coltura dei funghi	
232 Specializzate in vivai				
233 Specializzate in diverse colture ortofloricole				
3 Aziende specializzate nelle colture permanenti	35 Aziende specializzate in viticoltura	351 Vinicole specializzate nella produzione di vini di qualità		
		352 Vinicole specializzate nella produzione di vini non di qualità		
		353 Specializzate nella produzione di uve da tavola		
		354 Viticole di altro tipo		
	36 Aziende specializzate in frutticoltura e agrumicoltura	361 Specializzate produzione frutta fresca (esclusi agrumi, f. tropicale e f. a guscio)		
		362 Specializzate produzione di agrumi		
		363 Specializzate produzione di frutta a guscio		
		364 Specializzate produzione di frutta tropicale		
		365 Specializzate produzione mista di frutta fresca, agrumi, f. tropicale e f. a guscio		
		370 Specializzate in olivicoltura		
38 Aziende con diversa combinazione di colture permanenti	380 Con diversa combinazione di colture permanenti			

Figura 44. Schematizzazione degli OTE secondo RICA. Fonte : <https://rica.crea.gov.it/tabella-degli-ote-validi-a-partire-dall-esercizio-contabile-2010-25.php>

La **PS** corrisponde al valore monetario medio ponderato della produzione agricola lorda totale (cioè, comprendente oltre al prodotto principale anche eventuali prodotti secondari).

Per la valutazione dell'OTE aziendale dello stato di fatto, si è fatto riferimento ai valori di Produzione Standard, calcolati dal RICA per la Regione Veneto⁷³ e riferite all'annualità 2017. Di seguito, in Tabella 5/Tabella 7, sono riportate le PS delle colture prese in considerazione, coltivate nelle precedenti annate agrarie:

Tabella 5. Estratto della Tabella delle Produzioni Standard - Anno 2017 della Regione Veneto - Colture stato di fatto

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Veneto	C1120T	D02	Frumento duro	2.016	EUR/ha
Veneto	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	784	EUR/ha
Veneto	I1120T	D27	Girasole	917	EUR/ha

Per il calcolo della PS delle superfici oggetto di intervento, si è utilizzato il dato riferito alla superficie recintata del futuro impianto agrivoltaico, di estensione pari a **61,50 ha** (Tabella 6).

Tabella 6. Produzioni standard delle superfici oggetto di intervento relative all'arco temporale 2018-2022. Le superfici sono quelle indicate dai conduttori e riportate in Tabella 2)

	Coltura	Sup. ha	PLV €/ha	PLV aziendale
2019	Erba medica	61,50	784	48238,8
	Erba medica	36,90	784	28943,3
2020	Frumento duro	24,60	2016	49590,5
	Erba medica	36,90	784	28943,3
2021	Girasole	24,60	917	22568,6
	Erba medica	27,68	784	21707,5
2022	Girasole	33,83	917	31031,9
	Erba medica	43,05	784	33767,2
2023	Frumento duro	18,45	2016	37192,9
			TOTALE (5 anni)	301.984 €
			Media annua	60.397 €
			Media annua/ha	982 €

Le superfici considerate, condotte nel quinquennio passato, hanno potuto esprimere una PS media annua pari a **982€/ha/anno**.

Come esposto nel paragrafo 6.2.1, la proposta progettuale prevede una **rotazione quadriennale** con assenza di ristoppio: nel corso degli anni si alterneranno, colture depauperanti (orzo, loietto), colture miglioratrici (erba medica, pisello e favino) e colture da rinnovo (sorgo e barbabetola).

Le colture inserite nella rotazione proposta fanno parte del medesimo OTE dello stato di fatto, ovvero, "seminativi", viene, pertanto, **mantenuto il medesimo indirizzo produttivo fra lo stato di fatto e la proposta agronomica avanzata**, in linea con quanto indicato al punto B.1.a delle linee guida del MiTE (capitolo 9).

⁷³ <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>

Per la valutazione dell'OTE aziendale della proposta progettuale, si è fatto riferimento ai valori di Produzione Standard, calcolati dal RICA per la Regione Veneto⁷⁴ e riferite all'annualità 2017. In Tabella 7 di seguito sono riportate le PS delle colture prese in considerazione per la proposta progettuale:

Tabella 7. Estratto della Tabella delle Produzioni Standard - Anno 2017 della Regione Veneto - Colture proposta progettuale

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Veneto	P1000T	D09A	Leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	2.573	EUR/ha
Veneto	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	784	EUR/ha
Veneto	C1300T	D04	Orzo	1.254	EUR/ha
Veneto	C1600T_C1700T_C1900T	D08	Altri cereali da granella (sorgo, miglio, panico, farro, ecc.)	1899,33	EUR/ha
Veneto	C1120T	D02	Frumento duro	2.016	EUR/ha
Veneto	G9100T_G9900T	D18B	Altre foraggere avvicendate	585	EUR/ha
Veneto	R2000T	D11	Barbabietola da zucchero	2.980	EUR/ha

Per il calcolo della PS delle superfici dell'impianto agrivoltaico si è considerata la capacità produttiva della sola "Area Agricola" all'interno delle 6 aree recintate dell'impianto agrivoltaico (Figura 45), calcolata come meglio descritto nel capitolo 9 a cui si rimanda e esplicitate in Tabella 8:



Figura 45. Individuazione e numerazione delle sei aree recintate dell'impianto agrivoltaico "Adria Bellombra".

⁷⁴ <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>

Tabella 8. Valori considerati per il calcolo delle superficie agricola di progetto.

	1	2	3	4	5	6	TOT
Superficie recintata (m ²)	314352	108896,2	28014,86	62608,9	51755,9565	49388,657	615016,572
n° stringhe	1026	346	81	206	138	153	1950
Lunghezza stringa (m)	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	
Larghezza area non interessata dalle colture (m)	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	
Fasce non agricole stringhe (m ²)	59457,73	20051,05	4694,031	11937,91	7997,238	8866,503	113004,45
Inverter (m ²)	283,5	94,5	21	52,5	36,75	42	530,25
Cabine e locali tecnici e tare (m ²)	4096,335	29,52	/	14,76	512,0586	14,76	4667,4332
Superficie Non Agricola (m²)	63837,56	20175,07	4715,031	12005,17	8546,0466	8923,263	118202,133
Superficie agricola TOT (m²)	250514,5	88721,1	23299,83	50603,74	43209,9099	40465,394	496814,438

La voce "Superficie Agricola TOT" è stata ottenuta sottraendo da ciascuna area recintata la superficie occupata dai locali tecnici, dagli inverter, dalle vasche di laminazione e dalla superficie non interessata dalle colture, quest'ultima calcolata moltiplicando il numero di stringhe per la loro lunghezza lineare per la voce "larghezza area non interessata dalle colture" (vedasi Capitolo 9, Figura 47), corrispondente alla larghezza minima della proiezione al suolo delle strutture energetiche (con i tracker inclinati di 60°).

La **superficie agricola** destinata all'avvicendamento colturale proposto risulta quindi di **49,68 ha** di cui 25,05 ha per il fondo nord e 24,63 ha per il fondo sud. Tali superfici sono state utilizzate per il calcolo della PS del progetto nella seguente Tabella 9:

Tabella 9. Produzioni standard delle superfici oggetto di intervento relative alla proposta progettuale

	Coltura	Sup. ha	PLV €/ha	PLV aziendale
1° anno	Erba medica	25,05	784	19649,1
	Pisello	24,63	2573	63360,7
2° anno	Erba medica	25,05	784	19649,1
	Orzo	24,63	1254	30888,2
3° anno	Erba medica	25,05	784	19649,1
	Favino	24,63	2573	63360,7
4° anno	Erba medica	25,05	784	19649,1
	Loietto	20,31	585	11880,8
	Sorgo	20,31	1899,33	38573,5
	Barbabietola da zucchero	4,32	2980,32	12877,9
	TOT (4 anni)			299538,2
	Media annua			74884,547
	Media annua/ha			1217,6021

La PS delle superfici condotte come da proposta avanzata risulta pari a circa **1.217 €/ha/anno**. Si specifica che tale valore medio è stato calcolato dividendo il valore medio annuo delle PS per l'intera superficie recintata (61,50 ha) e non per la sola superficie agricola (49,68 ha), tale scelta scaturisce dalla volontà di confrontare la condizione attuale (ante operam) e la situazione proposta post operam sulla stessa superficie.

La proposta progettuale garantirà quindi un aumento di poco più del 23% della PS attualmente esprimibile dalla superficie oggetto di studio. Nel seguente capitolo è esposta l'analisi degli utili "costi e ricavi" delle singole attività agricole relative alla rotazione biennale proposta.

8.2. Analisi costi e ricavi della rotazione proposta

In Tabella 10 viene riportata l'analisi "costi e ricavi" delle superfici destinate alla coltivazione di specie seminate in avvicendamento (vedasi paragrafo 6.2.2). Per i valori di produzione, vendita e i costi delle diverse operazioni si è fatto riferimento sia al preziario regionale, sia alla bibliografia di settore. In virtù dell'ombreggiamento parziale dovuto all'installazione dell'impianto fotovoltaico e delle tecniche agronomiche a basso impatto ambientale previste (semina su sodo e coltivazione in asciutto) sono state considerate rese pari al **70%** di quelle riportate in letteratura. Questa scelta potrà essere valutata - agronomicamente ed economicamente - anche nell'ottica di raccogliere informazioni utili per contribuire alla valutazione di specie agricole che possano coesistere al meglio nel contesto agrivoltaico.

L'analisi è stata effettuata considerando la superficie agricola analogamente a quanto riportato in Tabella 8.

Tabella 10. Analisi economica estimativa per la rotazione colturale ipotizzata.

COSTI 1° ANNO				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Erpicatura (2 passaggi)	ha	60,00 €	99,22	5.953,20 €
Concimazione	ha	50,00 €	49,61	2.480,50 €
Contributo consorzio	ha	120,00 €	49,61	5.953,20 €
Acquisto sementi erba medica	kg	3,30 €	1002	3.306,60 €
Semina erba medica	ha	70,00 €	25,05	1.753,50 €
Sfalcio e trasporto medica (3 sfalci)	ha	450,00 €	25,05	11.272,50 €
Acquisto sementi pisello	kg	1,50 €	4926	7.389,00 €
Semina su sodo pisello	ha	100,00 €	24,63	2.463,00 €
Raccolta e trasporto pisello	ha	166,00 €	24,63	4.088,58 €
TOTALE				44.660,08 €
COSTI 2° ANNO				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Contributo consorzio	ha	120,00 €	49,61	5.953,20 €
Sfalcio e trasporto medica (3 sfalci)	ha	450,00 €	25,05	11.272,50 €
Concimazione medicaia (K, P)	ha	50,00 €	25,05	1.252,50 €
Acquisto sementi orzo	kg	1,00 €	3694,5	3.694,50 €
Semina su sodo combinata	ha	150,00 €	24,63	3.694,50 €
Mietitrebbiatura e trasporto orzo	ha	170,00 €	24,63	4.187,10 €
TOTALE				30.054,30 €

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"

E-RLAO

Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico

rev 00

01/04/2024

Pagina 72 di 114

COSTI 3° ANNO

Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Contributo consorzio	ha	120,00 €	49,61	5.953,20 €
Sfalcio e trasporto medica (3 sfalci)	ha	450,00 €	25,05	11.272,50 €
Concimazione medicaio (K, P)	ha	50,00 €	25,05	1.252,50 €
Trasemina erba medica	kg	3,30 €	501,00 €	1.653,30 €
Semina erba medica	ha	70,00 €	25,05	1.753,50 €
Acquisto sementi favino	kg	1,00 €	4926	4.926,00 €
Semina su sodo favino	ha	100,00 €	24,63	2.463,00 €
Raccolta e trasporto favino	ha	166,00 €	25,05	4.158,30 €
TOTALE				33.432,30 €

COSTI 4° ANNO

Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Contributo consorzio	ha	120,00 €	49,61	5.953,20 €
Sfalcio e trasporto medica (3 sfalci)	ha	450,00 €	25,05	11.272,50 €
Concimazione medicaio (K, P)	ha	50,00 €	25,05	1.252,50 €
Acquisto sementi loietto	kg	3,50 €	1015,45045	3.554,08 €
Semina su sodo combinata	ha	150,00 €	20,309009	3.046,35 €
Mietitrebbiatura e trasporto loietto	ha	170,00 €	20,309009	3.452,53 €
Acquisto sementi sorgo	kg	1,50 €	3046,35135	4.569,53 €
Semina	ha	70,00 €	20,309009	1.421,63 €
Epicatura e concimazione	ha	126,00 €	20,309009	2558,94 €
Acquisto concimi	ha	50,00 €	20,309009	1015,45 €
Mietitrebbiatura e trasporto sorgo	ha	230,00 €	20,309009	4671,07 €
Semente	ha	400,00	4,32	1728,40
Epicatura e concimazione	ha	126,00 €	4,32	544,44 €
Semina di precisione	ha	80,00 €	4,32	345,68 €
Acquisto concimi	ha	150,00 €	4,32	648,15 €
Sarchiatura e concimazione	ha	100,00 €	4,32	432,10 €
Difesa biologica	ha	150,00 €	4,32	864,20 €
Raccolta carico e trasporto	ha	335,00 €	4,32	1447,53 €
TOTALE				48.778,27 €
COSTI TOTALI				
TOTALE				156.924,95 €

RICAVI				
Anno-Coltura	Produzione (t/ha)	Produzione Totale (t)	Prezzo di vendita (€/t)	Totale (€)
1-Erba medica (3 sfalci/anno)	8	200,4	250	50.100,00 €
1-Pisello	3,2	78,8	280	22.068,48€
2-Erba medica (3 sfalci/anno)	8	200,4	250	50.100,00 €
2-Orzo	3,5	86,2	220	18.965,10 €
3-Erba medica (3 sfalci/anno)	8	200,4	250	50.100,00 €
3-Favino	2,8	69,0	400	27.585,60 €
4-Erba medica (3 sfalci/anno)	8	200,4	250	50.100,00 €
4-Loietto	6,3	27,2	170	4.627,78 €
4-Sorgo	4,2	85,3	160	13.647,65 €
4-Barbabietola	30,8	133,1	65	8.650,62 €
TOTALE				295.945,24 €

REDDITO ATTESO 4 ANNI			
Totale costi	156.924,95 €	Costo medio ha/anno	790,79 €
Totale ricavi	295.945,24 €	Ricavo medio ha/anno	1.491,36 €
UTILE	139.020,29 €	Reddito medio ha/anno	700,57 €

L'utile totale atteso nell'arco temporale considerato (tale fase avrà una durata di 4 anni) ammonta a **139.020,29 €** corrispondenti a circa **700,57€ annui/ha** considerando una superficie di 49,61 ha, corrispondenti alla superficie agricola totale dell'impianto agrivoltaico.

8.3. Analisi preliminare dei costi di monitoraggio agronomico

Come indicato nel capitolo 7, per monitorare l'andamento produttivo ed il mantenimento dell'attività agricola proposta si prevede l'installazione di una stazione agrometeorologica in campo integrata a un DSS per la quale si stimano i costi indicati in Tabella 11, ottenuti ipotizzando una vita dell'impianto di 25 anni, il costo della strumentazione e la relativa manutenzione e la licenza per il DSS. È stato inoltre considerato il costo di un agronomo senior che sarà il responsabile dell'analisi e dell'integrazione dei dati, anche attraverso la redazione di report specifici.

Nelle diverse fasi di monitoraggio si prevede la figura di un Agronomo che monitori i dati rilevati in campo (monitoraggi, stato fitosanitario, fenologia, operazioni di campo), i risultati produttivi ottenuti, fornisca indicazioni tecniche di conduzione anche attraverso la redazione di report periodici, per un impegno totale di circa 3 giorni l'anno.

Tabella 11. Analisi economica per il monitoraggio agronomico.

		ATTIVITÀ			TOT €	
		MONITORAGGIO METEOROLOGICO	RACCOLTA/GESTIONE/ANALISI DATI DSS	MONITORAGGIO QUALIQUANTITATIVO DELLE PRODUZIONI		
FASE PROGETTUALE *	Ante Operam	Installazione stazione meteo € 3.500,00	-	-	3.500,00	
	Corso d'Opera	-	-	-	-	
	Post Operam	Fase di esercizio	Manutenzione stazione e licenza SW DSS € 31.250,00	Agronomo** € 13.125,00	Agronomo** € 13.125,00	57.500,00
		Fase di dismissione	-	-	-	-
TOTALE					61.000,00	

*è stato considerato un agronomo Senior per un costo giornaliero di 350€/giorno.

9. Conformità alle Linee Guida del MiTE

In questo capitolo si analizza la conformità del progetto rispetto alle Linee Guida del MiTE illustrate nel paragrafo 3.1. L'analisi è stata sviluppata per confermare la rispondenza dell'impianto rispetto delle condizioni A, B e D2, identificati dal MiTE quali requisiti minimi che un progetto come quello proposto deve possedere per essere definito "agrivoltaico". Per la realizzazione del progetto non si intende accedere ad alcun tipo di contributo statale né agli incentivi del PNRR, riservati agli agrivoltaici "avanzati".

Al fine di agevolare la comprensione si riporta di seguito la modalità di calcolo dei parametri utilizzati per la valutazione per il progetto proposto:

- **Superficie di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}):** è stata considerata l'area riferibile alla somma di tutte le superfici delle strutture fotovoltaiche proiettate ortogonalmente al terreno. Il numero di stringhe installate in ciascuna tessera (Figura 46) è stato moltiplicato per l'area proiettata della singola stringa, ottenuta graficamente ed includendo la proiezione dei moduli, delle cornici, delle staffe di sostegno e dei motori dei tracker.



Figura 46. Rappresentazione delle strutture fotovoltaiche utilizzate.

- **Superficie totale di un sistema agrivoltaico (S_{tot}):** per ottenere tale parametro si è fatto riferimento alla superficie delle singole tessere che compongono la totalità del Sistema Agrivoltaico proposto.
 - **Tessere:** le tessere sono state identificate considerando la proiezione ortogonale dei tracker inclinati di 90° (massima superficie proiettata, ovvero con i moduli paralleli al suolo) oltre ad un offset di ogni stringa di valore pari al "gap" (7,00 m).

- Superficie agricola:** per ciascuna tessera, l'area effettivamente utilizzata per l'attività agricola è stata calcolata sottraendo alla *Superficie Totale* la "**superficie non agricola**" ottenuta sommando l'area occupata dai locali tecnici e dagli stradelli e delle fasce pari alle porzioni di superficie immediatamente prossime ai pali di sostegno. A tal fine è stata considerata una fascia pari alla minima superficie proiettata delle strutture energetiche (tracker inclinati di 60°) ottenuta moltiplicando una larghezza pari a **m 2,82** per la lunghezza totale delle stringhe (Figura 47).

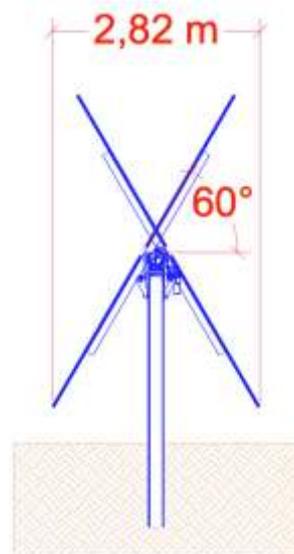
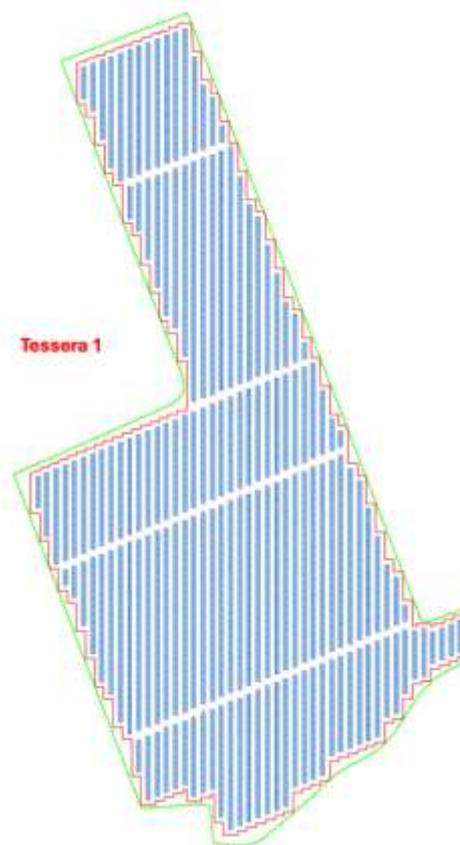


Figura 47. Strutture energetiche utilizzate poste a 60°.

L'impianto agrivoltaico proposto risulta quindi composto da **6 tessere**, rappresentate nel seguente keyplane (Figura 48). A seguire si riportano le valutazioni effettuate per ciascuna tessera:



- Area recintata
- Tessera
- Pannelli fotovoltaici



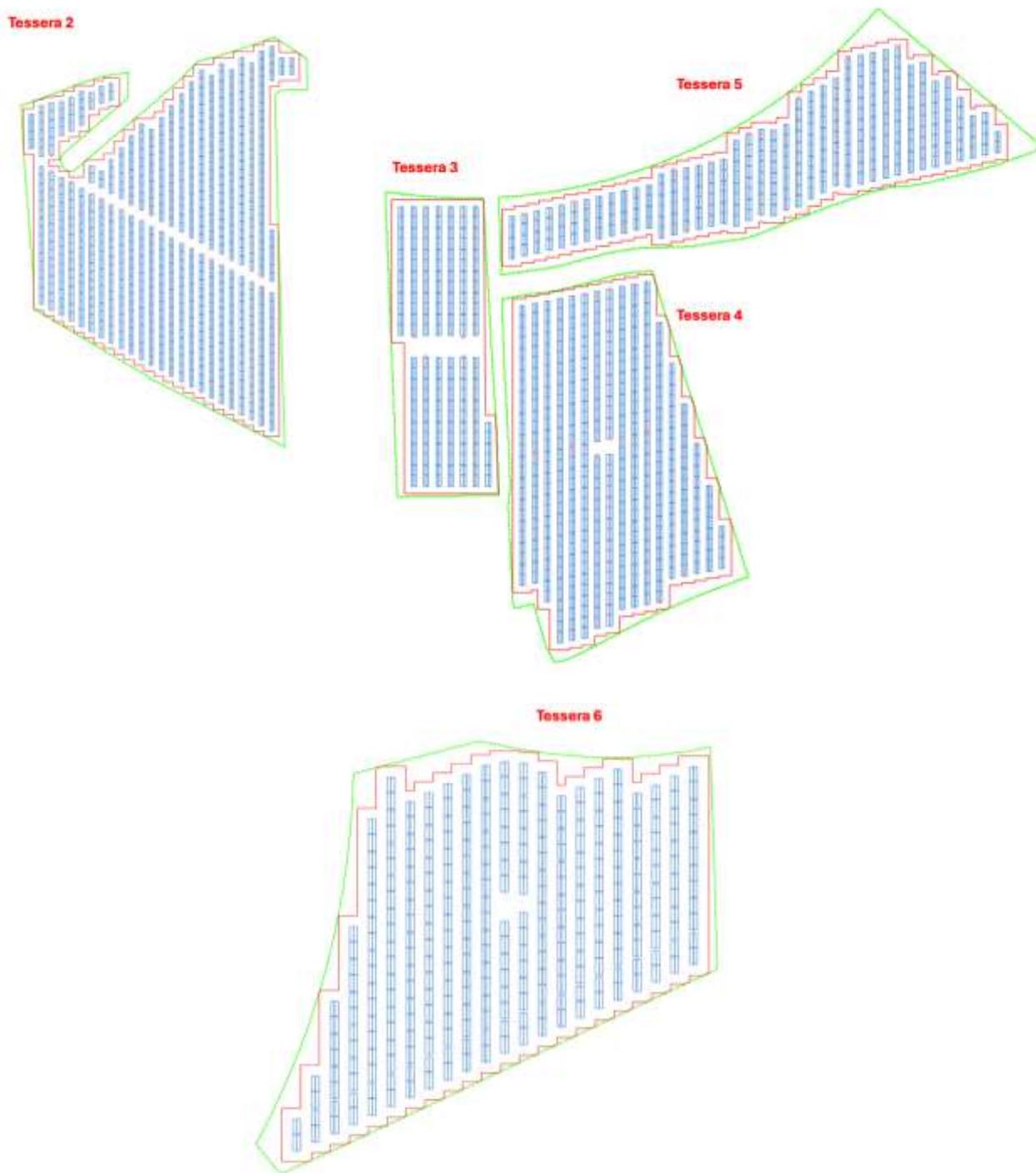


Figura 48. Distribuzione spaziale delle tessere della proposta agrivoltaica.

- **Requisito A - L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"**

L'impianto è stato progettato in modo tale da non compromettere lo svolgimento dell'attività primaria, garantendo al contempo una sinergia della stessa con l'attività di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. In Tabella 12 si riportano le specifiche delle tessere considerate.

Tabella 12. Calcoli per la verifica di conformità al Requisito A delle Linee Guida del MiTE

	Tessera 1	Tessera 2	Tessera 3	Tessera 4	Tessera 5	Tessera 6
Superficie Tessera (Stot) (mq)	287266,10	99989,90	24780,83	57239,03	42670,81	44614,85
n° Stringhe	1026	346	81	206	138	153
Lunghezza Stringa (m)	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55
Larghezza fascia non coltivabile (m)	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82
Superficie fascia non coltivabile (mq)	59457,73	20051,05	4694,03	11937,91	7997,24	8866,50
Locali tecnici e inverter (mq)	372,06	132,12	81,84	71,76	39,90	60,36
Tare	0,00	0,00	0,00	0,00	75,90	0,00
Superficie Non Agricola Tessera (mq)	59829,79	20183,17	4775,87	12009,67	8113,03	8926,86
Superficie Agricola Tessera (mq)	227436,32	79806,73	20004,96	45229,36	34557,77	35687,98
A.1 Rapporto S _{agr} /Stot %	79,2	79,8	80,7	79,0	81,0	80,0
Superficie proiettata Stringa (mq)	101,06	101,06	101,06	101,06	101,06	101,06
Sup. TOT proiettata Stringhe (mq)	103687,56	34966,76	8185,86	20818,36	13946,28	15462,18
A.2 LAOR % (Spv/Stot)	36,1	35,0	33,0	36,4	32,7	34,7

○ **A.1 Superficie minima coltivata ($S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$):**

Il prosieguo dell'attività agricola sarà garantito su una superficie agricola di:

- Tessera 1: S_{agr} 227436,32 m² pari al **79,2%** della S_{tot} Tessera 1 (287266,10 m²)
- Tessera 2: S_{agr} 79806,73 m² pari al **79,8%** della S_{tot} Tessera 2 (99989,90 m²)
- Tessera 3: S_{agr} 20004,96 m² pari al **80,7%** della S_{tot} Tessera 3 (24780,83 m²)
- Tessera 4: S_{agr} 45229,36 m² pari al **79,0%** della S_{tot} Tessera 4 (57239,03 m²)
- Tessera 5: S_{agr} 34557,77 m² pari al **81,0%** della S_{tot} Tessera 5 (42670,81 m²)
- Tessera 6: S_{agr} 35687,98 m² pari al **80,0%** della S_{tot} Tessera 6 (44614,85 m²)

Volendo quindi esprimere un **valore medio** relativo all'impianto, la **superficie agricola risulta pari al 79,5% della superficie totale**, valore assolutamente in linea con i parametri richiesti dal MiTE.

Si specifica inoltre che l'attività agricola proseguirà anche al di fuori delle superfici delimitate dalle tessere (entro, comunque, l'area recintata pari a ha 61,50) su una superficie netta pari a **49,61 ha**.

○ **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio $\leq 40\%$):**

Il progetto Agrivoltaico proposto è caratterizzato da una configurazione (distanza tra i moduli, tipologia dei moduli, tipologia delle strutture di sostegno di tipo "tracker", ecc.) tale da garantire la continuità dell'attività agricola. Le scelte progettuali e la componente fotovoltaica impiegata, le cui caratteristiche tecniche sono riassunte nel Capitolo 6.1 e più ampiamente indicate negli elaborati tecnici, garantirà il soddisfacimento di tale requisito.

Nello specifico:

- Tessera 1: S_{pv} 103687,56 m² pari al **36,1%** della S_{tot} Tessera 1 (287266,10 m²)
- Tessera 2: S_{pv} 34966,76 m² pari al **35,0%** della S_{tot} Tessera 2 (99989,90 m²)
- Tessera 3: S_{pv} 8185,86 m² pari al **33,0%** della S_{tot} Tessera 3 (24780,83 m²)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 79 di 114

- Tessera 4: S_{pv} 20818,36 m² pari al **36,4%** della S_{tot} Tessera 4 (57239,03 m²)
- Tessera 5: S_{pv} 13946,28 m² pari al **32,7%** della S_{tot} Tessera 5 (42670,81 m²)
- Tessera 6: S_{pv} 15462,18 m² pari al **34,7%** della S_{tot} Tessera 6 (44614,85 m²)

Il valore di **LAOR medio (Land Area Occupation Ratio Medio)** per l'impianto proposto, trattandosi di un impianto costituito da quindici tessere, esso risulta pari a **35,4%**.

- **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**

Come più volte descritto, l'impianto agrivoltaico è stato progettato per perseguire l'obiettivo di realizzare una condizione di integrazione tra il sistema agricolo ed il sistema di produzione di energia elettrica, massimizzando il potenziale produttivo dei due sottosistemi.

Nello specifico:

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

Come precedentemente esposto, la proposta progettuale garantirà il prosieguo dell'attività agricola sulle superfici in disponibilità del proponente. Nell'analisi economica - esplicitata nel capitolo 8 - è espressa la produttività delle superfici in termini di Produzione Standard (PS): l'attività ipotizzata garantirà una **PS media 1208,89 €/ha/anno** a fronte di una PS di 982 €/ha/anno relativa alla conduzione dei cinque anni precedenti. La proposta progettuale garantirà quindi il **un incremento del 23% della PS attualmente esprimibile dalla superficie oggetto di studio.**

Nel capitolo 8.2 è stata invece redatta un'analisi degli utili "costi e ricavi" delle attività agricole previste sulle superfici agrivoltaiche.

Per il monitoraggio relativo all'esistenza e resa della coltivazione saranno di supporto i documenti di contabilità che dimostrino la presenza della coltivazione agraria, nonché la registrazione dei fascicoli aziendali e delle relazioni agronomiche previste (vedasi capitolo 7) riferite esclusivamente alle particelle all'interno dell'area recintata.

Si prevede inoltre l'impiego di un DSS per la registrazione delle rese ottenute nel corso del progetto, che potrà rappresentare un ulteriore database utile a dimostrare tale continuità.

- **B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato**

Il presente progetto garantirà il mantenimento dell'attuale indirizzo produttivo, riferibile alla coltivazione di seminativi avvicendati.

- **B.2 Producibilità elettrica minima**

Considerando che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico risulta pari a 56,97 GWh/anno, corrispondente a **0,92 GWh/ha/anno** (considerando l'area recintata pari a 61,50 ha) e che un impianto ottimizzato per la produzione di energia elettrica (pitch m 10,00) che utilizzi la stessa tecnologia può garantire una produttività di 62,09 GWh/anno (pari a **1,00 GWh/ha/anno** sulla medesima superficie), il sistema proposto risulta in grado di garantire il **91,75%** della producibilità di un impianto fotovoltaico classico idealmente realizzabile sulla stessa area (vedasi **ALLEGATO 1 - Simulazione producibilità impianto AGV e ALLEGATO 2 - Simulazione producibilità impianto FV standard**).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 80 di 114

- **Requisito D ed E - i sistemi di monitoraggio**

L'attività di monitoraggio è necessaria a garantire la continuità dell'attività agricola proposta, nello specifico, per rispettare i requisiti minimi è necessario implementare il D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola.

La produttività dell'impianto e le condizioni microclimatiche verranno monitorate annualmente attraverso l'utilizzo di una stazione agrometeorologica e di un DSS. Si prevede inoltre che i risultati siano elaborati in una relazione tecnica asseverata da parte di un professionista abilitato.

10. Conclusioni

Data la ormai improrogabile necessità di cambiare paradigma produttivo dell'energia, puntando a produzioni sostenibili da fonti rinnovabili, e dalla crescente richiesta di terreno, per far fronte all'aumento della popolazione e della conseguenziale richiesta di cibo, diventa necessaria l'**ottimizzazione delle superfici**, combinando i vantaggi della produzione di energia e l'utilizzo del terreno libero fra le strutture per l'attività agricola. L'obiettivo principale perseguito durante la progettazione dell'impianto proposto è stato quello garantire l'integrazione sinergica delle strutture per la produzione di energia rinnovabile nel contesto dell'attività agricola.

La proposta progettuale consentirà di:

- **assicurare la continuità produttiva alle superfici oggetto di intervento**, come esposto nel capitolo 5, l'area individuata per la realizzazione dell'impianto ricade in un "ambiente agrario"; la proposta qui avanzata garantisce la continuità della conduzione agricola in atto introducendo interventi volti al mantenimento miglioramento della struttura chimico-fisica del terreno;
- **mantenere la possibilità di accedere al sostegno della PAC** vista la prosecuzione dell'attività agricola, come auspicato dal CREA nelle "Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico" per l'esame del D.L. 17/2022 prima della conversione in legge (vedere capitolo 3);
- **sfruttare positivamente le conoscenze esistenti e più aggiornate**, che testimoniano come la presenza della componente energetica di progetto comporti spesso miglioramenti per le colture sottostanti in termini di riduzione della radiazione incidente, con conseguente riduzione dell'evapotraspirazione e quindi condizioni più favorevoli per lo sviluppo, nonché in termini di riparo offerto dalle strutture contro i venti e gli eventi meteorici spesso estremi e imprevedibili;
- assicurare l'introduzione di una **gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo "agro-energetico"**; tale aspetto risulta premiale per l'attuale conduttore che intende proseguire l'attività agricola anche in presenza della componente fotovoltaica. Il layout dell'impianto agrivoltaico è stato progettato per consentire la coesistenza e la sinergia della componente agricola con quella energetica: le scelte riguardanti la disposizione delle strutture fotovoltaiche e quelle agronomiche (scelta delle specie, operazioni colturali ecc.) garantiranno la sostenibilità economica e produttiva dell'intero sistema, pur mantenendo autonome e sostenibili le due componenti;
- **concretizzare il mutuo beneficio tra la componente agrivoltaica e l'ecosistema**, in quanto le scelte agronomiche della rotazione colturale, insieme agli interventi di mitigazione (fasce perimetrali arbore-arbustive) descritti nel SIA (Elaborato E-SIA0) contribuiranno a:
 - contrastare la frammentazione dell'ambiente in cui il progetto si inserisce;
 - migliorare l'equilibrio in termini di presenza della fauna;
 - implementare la disponibilità di habitat naturali e ripari per specie animali quali uccelli, roditori, rettili ecc.
- **proporre un'attività agricola da condurre in maniera avveduta nei confronti delle problematiche ambientali**, perseguendo l'adozione di pratiche e tecniche agronomiche che garantiscano un miglior utilizzo del suolo e delle risorse, diminuendo al contempo l'impatto negativo della stessa sulla salute umana, animale e sull'ambiente; si ribadisce che l'adozione delle modalità di conduzione proposte sono in linea con quanto sostenuto e finanziato dalla programmazione della nuova PAC 2023-2027.

Il progetto risulta coerente con la Politica Agricola Comune, la presenza dell'impianto non interferisce di fatto con la possibilità di percepire aiuti in quanto:

- non interferisce con l'attività agricola;
- non utilizza strutture che impediscono l'ordinario ciclo colturale;
- consente il mantenimento di buone condizioni agronomiche e ambientali.

La proposta possiede inoltre gli elementi necessari per il successo di un progetto agrivoltaico (Tabella 13) e, come argomentato nel capitolo 9, **soddisfa pienamente i requisiti minimi definiti dal MiTE nelle Linee Guida per poter definire un impianto "Agrivoltaico"** (Tabella 14).

Tabella 13. Valutazione sintetica del progetto Agrivoltaico Adria Bellombra

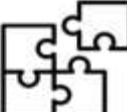
ELEMENTO	DESCRIZIONE	VALUTAZIONE
Clima 	Le condizioni ambientali e del contesto risultano adatte sia alla produzione di energia fotovoltaica che alle colture prescelte	
Configurazione 	La scelta della tecnologia fotovoltaica e la progettazione del layout fotovoltaico è stata effettuata in considerazione: <ul style="list-style-type: none"> • dello stato dei luoghi e delle necessità delle colture che si intendono coltivare • del fatto che il layout influenzerà il microclima in cui si troveranno a crescere le colture • della necessità di consentire il passaggio dei mezzi agricoli 	
Colture 	Sono state selezionate colture adatte e che offrissero varietà compatibili per taglia e produzione alle condizioni agrivoltaiche. Sono inoltre state valutate le potenzialità economiche del progetto proposto.	
Compatibilità 	Il layout della componente fotovoltaica è scaturito dal confronto tra società proponente, proprietario dei fondi, attuale conduttore e eventuale contoterzista incaricato di effettuare le operazioni sui terreni interessati. Il progetto che soddisfa sia le esigenze delle produzioni agricole sia quelle relative alla produzione di energia. 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. La soluzione finale offre inoltre la possibilità per soluzioni di coltivazione alternative.	
Collaborazione 	Il progetto oltre ad essere stato concepito con la collaborazione di tutti gli attori, prevede attività di monitoraggio in corso d'opera che costituiranno importante mezzo di comunicazione anche in corso d'opera.	

Tabella 14. Tabella Conformità del progetto alla definizione di "agrivoltaico"

REQUISITO	DESCRIZIONE	VALUTAZIONE
A. L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"	La soluzione proposta adotta 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.	
A.1 Superficie minima coltivata $S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$	L'impianto proposto risulta avere una $S_{agricola} \geq 0,7$ per tutte le tessere, nello specifico la $S_{agricola}$ media è pari a 0,79	
A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR – Land Area Occupation Ratio $\leq 40\%$):	Il valore di LAOR medio per l'impianto proposto è in tutti i casi (trattandosi di un impianto costituito da più tessere) inferiore al 40%, nello specifico il LAOR medio pari a 35,4% .	
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	Il progetto proposto consente il mantenimento della destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, massimizzando il potenziale produttivo dei due sottosistemi	
B.1.a Esistenza e resa della coltivazione	Per il monitoraggio relativo all'esistenza e resa della coltivazione saranno di supporto: <ul style="list-style-type: none"> • documenti di contabilità che dimostrino la presenza della coltivazione agraria; • fascicoli aziendali; • relazioni agronomiche; • impiego di un DSS per la registrazione delle rese. 	
B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato	Il presente progetto garantirà il mantenimento dell'indirizzo produttivo attualmente in corso, ovvero seminativi avvicendati.	
B.2 Producibilità elettrica minima la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard	Il sistema proposto risulta in grado di garantire il 91,75 % della producibilità di un impianto fotovoltaico classico idealmente realizzabile sulla stessa area.	
D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	Gli strumenti di monitoraggio in progetto (l'utilizzo DSS e la redazione di relazione tecnica) andranno a costituire un importante database utile a dimostrare la continuità delle produzioni agricole	

Il progetto nel suo complesso sin dalla fase di progettazione ha inteso sviluppare il binomio agricoltura-energia, al fine di applicare il c.d. *Sustainable Agriculture Concept*, volto a garantire la compatibilità della componente fotovoltaica e delle pratiche agricole in progetto, atte a contribuire non solo al mantenimento, ma anche al miglioramento della produzione agricola derivante dalle stesse rispetto ad una conduzione tradizionale.

A completamento di quanto descritto, vale la pena richiamare alcuni aspetti trattati nello SIA (al quale si rimanda per tutti gli approfondimenti) relativi alla componente suolo e risorse naturali che vanno ad integrare i benefici sopraesposti quali:

- a livello progettuale-realizzativo le opere sono state concepite senza l'uso di materiali cementizi e/o bituminosi, fatto salvo per i soli basamenti delle aree di trasformazione AT/MT e delle cabine di trasformazione di campo, che saranno rimossi a fine vita;
- l'impianto non sarà fonte di emissioni significative: né di tipo acustico/luminoso (fatta salva l'illuminazione automatica di emergenza), né di tipo climalterante, inquinante o polveroso;
- l'area di progetto sarà protetta dalle intrusioni involontarie attraverso una ordinaria recinzione perimetrale. Tale recinzione, tuttavia, sarà dotata di varchi per il passaggio della fauna di piccola e media taglia al fine di consentirne la libera circolazione;

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 84 di 114

- il progetto prevede la messa a dimora di fasce di mitigazione perimetrali di tipo arboreo/arbustivo, che contribuiranno all'inserimento armonico del progetto nel paesaggio.

Il progetto proposto è quindi caratterizzato in senso positivo da molteplici parametri degni di menzione, quali:

- l'utilizzo di moduli fotovoltaici ad alta efficienza;
- la configurazione spaziale studiata ad hoc per le specifiche esigenze colturali;
- l'attenzione all'integrazione paesaggistica dell'impianto agrivoltaico, perseguito con le misure di mitigazione messe in atto meglio largamente argomentate nello SIA e nella relazione paesaggistica (elaborato E-RPG0).

Bibliografia

Agostini A., Colauzzi M., Amaducci S. (2021) Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. *Applied Energy* 281: 116102

Amaducci S., Yin X., Colauzzi M., 2018. Agrivoltaic system to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy* 220 (2018) 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>

An J., Liu J., Liang Y., Ma Y., Chen C., Cheng Y., Peng P., Zhou N., Zhang R., Addy M., Chen P., Liu Y., Huang G., Rena D., & Ruan R. (2020). Characterization, bioavailability and protective effects of phenolic-rich extracts from almond hulls against pro-oxidant induced toxicity in Caco-2 cells. *Food Chemistry*, 322, Article 126742.

ANIE (2022). Position Paper Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI – 18 maggio 2022. <https://anierinnovabili.anie.it/position-paper-sistemi-agro-fotovoltaici-18-maggio-2022/?contesto-articolo=/notizie#.Y2JRMnbMI2w>.

Armstrong A., Ostle N.J., Whitaker j. (2016). Solar Park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ. Res. Lett.* 11 :074016

Aroca-Delgado, R., Perez-Alonso, J., Jesus Callejon-Ferre, A. & Velazquez-Marti, B. (2018) Compatibility between crops and solar panels: an overview from shading systems. *Sustainability* 10, 743

ARPAV, in collaborazione con il Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente e la Regione Veneto (2018). “Carta dei suoli della provincia di Rovigo”. <https://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/carta-dei-suoli-della-provincia-di-rovigo>

Camera dei deputati, 2023. Servizio studi. Le politiche pubbliche italiane. Le fonti rinnovabili. <https://documenti.camera.it/leg19/dossier/pdf/PP003AP.pdf>

Chatzipanagi, A., Taylor, N. and Jaeger-Waldau, A. (2023) Overview of the potential and challenges for Agri-Photovoltaics in the European Union., EUR 31482 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, ISBN 978-92-68-02431-7, doi:10.2760/208702, JRC132879.

Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard Y (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy* 36: 2725-2732.

Edouard S., Combes D., Van Iseghem M., Ng Wing Tin M., Escobar-Gutiérrez A. J. (2023). Increasing land productivity with agriphotovoltaics: Application to an alfalfa field, *Applied Energy*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261922014647>

EEA (2023). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2021 and inventory report 2023. Submission to the UNFCCC Secretariat. <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-2>

Fraunhofer ISE (2020) Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>

Gauthier M, Pellet D, Monney C, Herrera JM, Rougier M, Baux A. (2017) Fatty acids composition of oilseed rape genotypes as affected by solar radiation and temperature. *Field Crop Res* 212:165–174. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.07.013>.

Giunta Regionale- Regione Veneto (2015). Matrici di origine agricola alternative al mais per la produzione del biogas. n.prot. 339859.

Goetzberger and Zastrow, 1982. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy* 1:55–69.

GSE (2022). Rapporto Statistico 2020 - Energia da Fonti Rinnovabili in Italia https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Rapporto%20Statistico%20GSE%20-%20FER%202020.pdf

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 86 di 114

Hassanpour Adeh E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. PLoS ONE 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>

Herrick J.E., Abrahamse T. (2019). Land Restoration for Achieving the Sustainable Development Goals; A think piece of the International. Resource Panel; United Nations Environment Programme: Nairobi, Kenya.

Hussain, T., Tan, B., Yin, Y., Blachier, F., Tossou, M. C., & Rahu, N. (2016). Oxidative stress and inflammation: What polyphenols can do for us? Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 7432797.

IEA (2023), Global Energy and Climate Model, IEA, Paris <https://iea.blob.core.windows.net/assets/2b0ded44-6a47-495b-96d9-2fac0ac735a8/WorldEnergyOutlook2023.pdf>.

IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report_ Full Volume. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf

Izquierdo N.G., Aguirrezábal L.A.N., Andrade F.H., Geroudet C., Valentinuz O., Pereyra Iraola M. (2009). Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. Field Crop Res 114:66–74. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.007>.

Legambiente, (2021). Il clima è già cambiato. Le città e le reti di fronte alla sfida dell'adattamento climatico. <http://www.legambiente puglia.it/images/citta-clima-2021/Citta-Clima-2021-report.pdf>

Legambiente, 2020. Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare. <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/agrivoltaico.pdf>.

Li, Y. R., Li, S., & Lin, C. C. (2018). Effect of resveratrol and pterostilbene on aging and longevity. BioFactors, 44(1), 69–82.

Macknick J., Hartmann H., Barron-Gafford G., Beatty B., Burton R., Seok Choi C., Davis M., Davis R., Figueroa J., Garrett A., Hain L., Herbert S., Janski J., Kinzer A., Knapp A., Lehan M., Losey J., Marley J., MacDonald J., McCall J., Nebert L., Ravi S., Schmidt J., Staie B and Walston L. (2022). The 5 Cs of Agrivoltaic Success Factors in the United States: Lessons from the InSPIRE Research Study. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-6A20-83566. <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/83566.pdf>.

Mancini F., Nastasi B. (2020). Solar energy data analytics: PV deployment and land use. Energies 13, 417.

Marrou H., Guillioni L., Dufour L., Dupraz C., Wery J. (2013) Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?. Agricultural and Forest Meteorology 177: 117–132

MiTE, Ministero della Transizione Ecologica. (Giugno 2022). Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici. https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf

Pari L., Santangelo E. (2008). Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca Suscace e Faesi. ISBN: 978-88-6134-730-4.

Pisante M. (2013). Agricoltura sostenibile. Edagricole, ISBN 978-88-506-5411-6.

PSP (2022). Piano Strategico Nazionale PAC. Versione del 16/11/2022. https://www.reterurale.it/downloads/PSP_Italia_15112022.pdf

Reasoner M., Ghosh A. (2022). Agrivoltaic Engineering and Layout Optimization Approaches in the Transition to Renewable Energy Technologies: A Review. Challenges 2022, 13, 43. <https://doi.org/10.3390/challe13020043>.

Regione Veneto (2020). Conferenza regionale dell'agricoltura e dello sviluppo rurale in Veneto. <http://www.piave.veneto.it/resource/resolver?resourceId=a1770c3b-ea44-44cd-b2b3-3d29be8909ff/02.pdf>

Regione Veneto (2019). L'agricoltura veneta verso il 2030. Allegato A DGR nr. 1297 del 10 settembre 2019

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 87 di 114

Rosato A.M. (2020). Sorgo da biomassa: la coltura del XXI secolo. Bioenergie – AgroNotizie. <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/bio-energie-rinnovabili/2020/09/23/sorgo-da-biomassa-la-coltura-del-xxi-secolo/67997>

Saia S., Badagliacca G., (2014). Semina su sodo per leguminose e cereali in ambienti caldo-aridi. https://www.mensileagricilia.it/agrisette/35.2014/semina_sodo.pdf

Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., Reise, C., Braun, C., Weselek, A., Bauerle, Petra Högy, a., Goetzberger, A., Weber, E., (2020) Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications, Applied Energy, Volume 265, 114737.

SINAB (2023). BIO in cifre. https://www.sinab.it/sites/default/files/2023-11/151123_Bio%20in%20cifre%202023.pdf

SolarPower Europe (2023): Agrisolar Best Practices Guidelines Version 2.0.

Unitus (2021) Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia. ISBN 978-88-903361-4-0. <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>

Valle B., Simonneau T., Sourd F., Pechier P., Hamard P., Frisson T., Ryckewaert M., Christophe A. (2017). "Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops," Applied Energy, Elsevier, vol. 206(C), pages 1495-1507.

VenetoAgricoltura (2023). Rapporto 2022 sulla congiuntura del settore agroalimentare Veneto. <https://www.venetoagricoltura.org/wp-content/uploads/2023/07/Rapporto-congiuntura-2022-1.pdf>.

Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S, Högy B., (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. Agron. Sustain. Dev. 39, 35 <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>

WMO (2018). Guide to Instruments and Methods of Observation. (WMO-No. 8).

Xue J. (2017). Photovoltaic agriculture - new opportunity for photovoltaic applications in China. Renew Sustain Energy Rev 2017; 73:1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.098>

Yu, C.; Moslehpour, M.; Tran, T.K.; Trung, L.M.; Ou, J.P.; Tien, N.H. Impact of non-renewable energy and natural resources on economic recovery: Empirical evidence from selected developing economies. Resour. Policy 2023, 80, 103221.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 88 di 114

Allegati

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLAO	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 89 di 114

1. Allegato - Simulazione producibilità impianto AGV

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Adria Bellombra

Variant: Agrivoltaico

Tracking system with backtracking

System power: 39.20 MWp

Corcrev - Italy

Author

flyRen Development srl (Italy)



PVsyst V7.3.1

VCO, Simulation date:
18/01/24 09:27
with v7.3.1

flyRen Development srl (Italy)

Project summary

Geographical Site Corcrev Italy	Situation Latitude 45.02 °N Longitude 12.03 °E Altitude 10 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Corcrev Meteonorm 8.1 (1991-2012), Sat=100% - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System Simulation for year no 1	Tracking system with backtracking		
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 180 °	Tracking algorithm Astronomic calculation Backtracking activated	Near Shadings Linear shadings	
System information			
PV Array Nb. of modules 58500 units Pnom total 39.20 MWp	Inverters Nb. of units 101 units Pnom total 33.33 MWac Pnom ratio 1.176		
User's needs Unlimited load (grid)			

Results summary

Produced Energy 56974735 kWh/year	Specific production 1454 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 85.29 %
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10



General parameters

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	Backtracking array
Orientation		Astronomic calculation	Nb. of trackers 1950 units
Tracking plane, horizontal N-S axis		Backtracking activated	Sizes
Axis azimuth	180 °		Tracker Spacing 12.0 m
			Collector width 4.91 m
			Ground Cov. Ratio (GCR) 40.9 %
			Phi min / max. -/+ 60.0 °
			Backtracking strategy
			Phi limits for BT -/+ 65.8 °
			Backtracking pitch 11.9 m
			Backtracking width 4.94 m
Models used		Near Shadings	User's needs
Transposition	Perez	Linear shadings	Unlimited load (grid)
Diffuse	Perez, Meteonorm		
Circumsolar	separate		
Horizon			
Free Horizon			

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	CSI Solar Co., Ltd.	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	CS7N-670TB-AG 1500V	Model	SUN2000-330KTL-H1-ENG
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	670 Wp	Unit Nom. Power	330 kWac
Number of PV modules	58500 units	Number of inverters	101 units
Nominal (STC)	39.20 MWp	Total power	33330 kWac
Modules	1950 Strings x 30 In series	Operating voltage	500-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	36.26 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.18
U mpp	1069 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	33902 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	39195 kWp	Total power	33330 kWac
Total	58500 modules	Number of inverters	101 units
Module area	181722 m²	Pnom ratio	1.18

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor	DC wiring losses
Loss Fraction	1.0 %	Module temperature according to irradiance	Global array res. 0.29 mΩ
		Uc (const) 29.0 W/m²K	Loss Fraction 0.9 % at STC
		Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s	
Serie Diode Loss		LID - Light Induced Degradation	Module Quality Loss
Voltage drop	0.7 V	Loss Fraction 1.5 %	Loss Fraction -0.4 %
Loss Fraction	0.1 % at STC		



PVsyst V7.3.1

VCO, Simulation date:
18/01/24 09:27
with v7.3.1

flyRen Development srl (Italy)

Array losses

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.9 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation

Year no 1
Loss factor 0.4 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year
Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
3.7 days,
3 periods

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 3.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 1.56 % at STC

Inverter: SUN2000-330KTL-H1-ENG

Wire section (101 Inv.) Alu 101 x 3 x 240 mm²
Average wires length 200 m

MV line up to HV Transfo

MV Voltage 20 kV
Average each inverter
Wires Alu 3 x 240 mm²
Length 800 m
Loss Fraction 0.09 % at STC

HV line up to Injection

HV line voltage 36 kV
Wires Copper 3 x 400 mm²
Length 12900 m
Loss Fraction 1.80 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Medium voltage 20 kV

One transfo parameters

Nominal power at STC 3.50 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 8.75 kVA
Iron loss fraction 0.25 % at STC
Copper loss 43.73 kVA
Copper loss fraction 1.25 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 2.29 mΩ

Operating losses at STC (full system)

Nb. identical MV transfos 11
Nominal power at STC 38.49 MVA
Iron loss (24/24 Connexion) 96.22 kVA
Copper loss 481.08 kVA



PVsyst V7.3.1

VC0, Simulation date:
18/01/24 09:27
with v7.3.1

flyRen Development srl (Italy)

AC losses in transformers

HV transfo

Grid voltage 36 kV

Transformer from Datasheets

Nominal power 40000 kVA

Iron Loss (24/24 Connexion) 40.00 kVA

Iron loss fraction 0.10 % of PNom

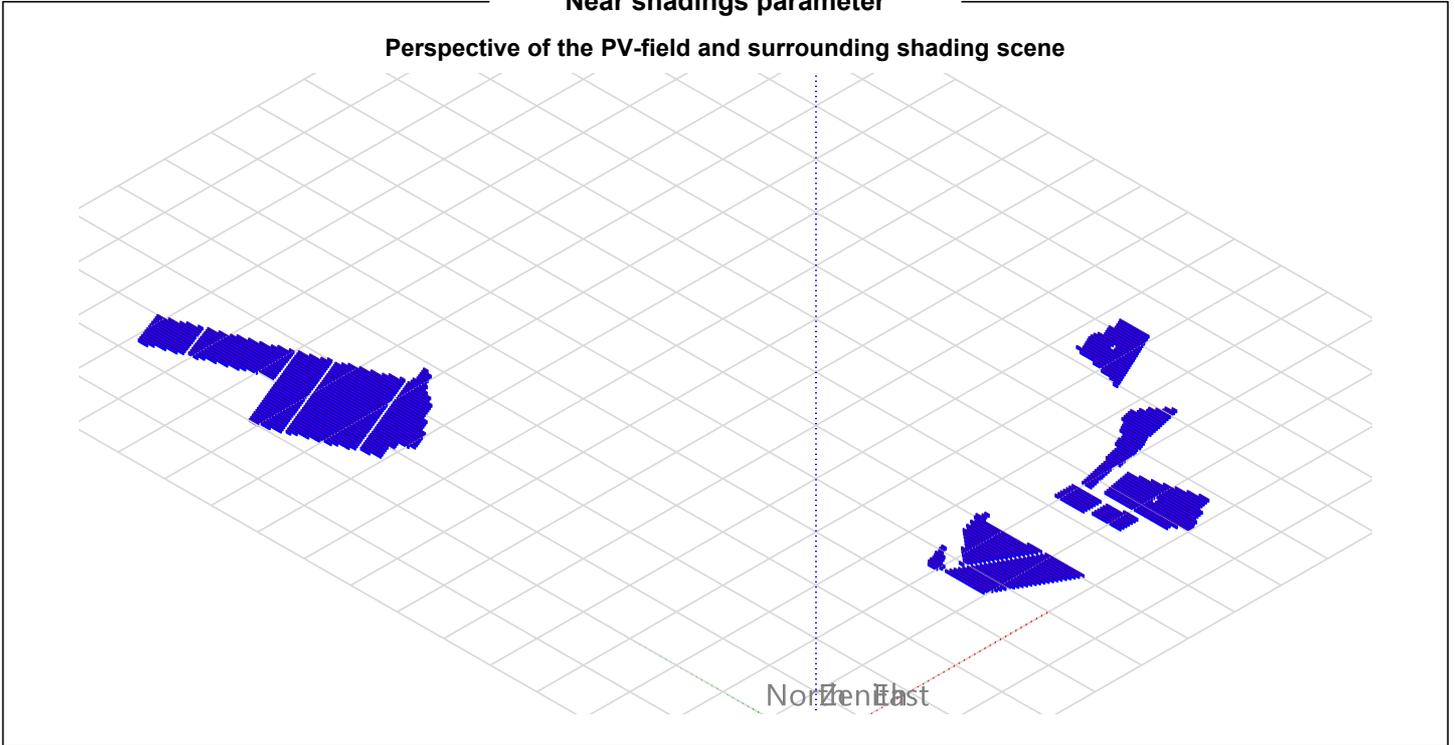
Copper loss 400.00 kVA

Copper loss fraction 1.00 % at PNom

Coils equivalent resistance 3 x 100.00 mΩ

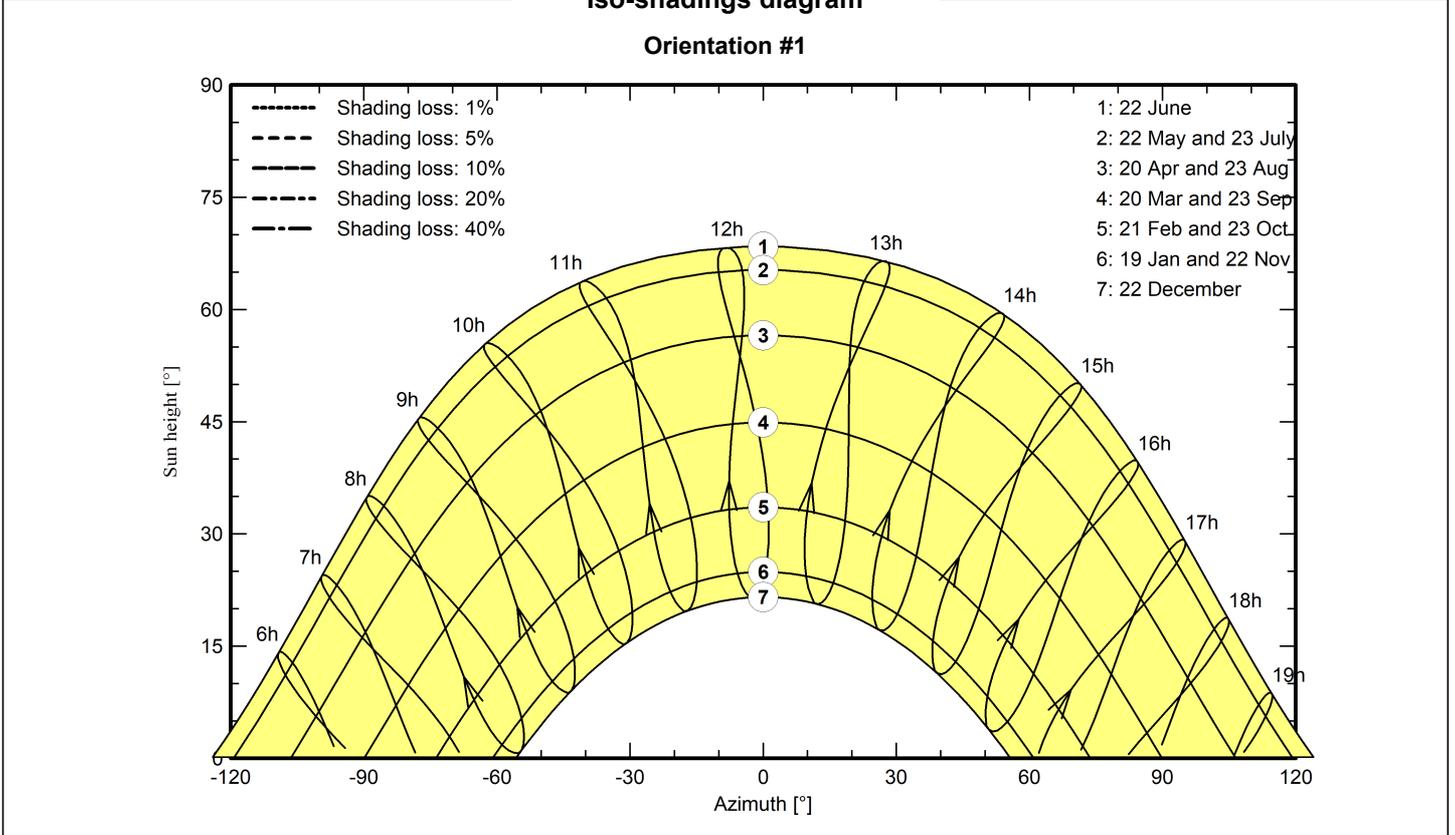


Near shadings parameter



Iso-shadings diagram

Orientation #1





Main results

System Production

Produced Energy 56974735 kWh/year

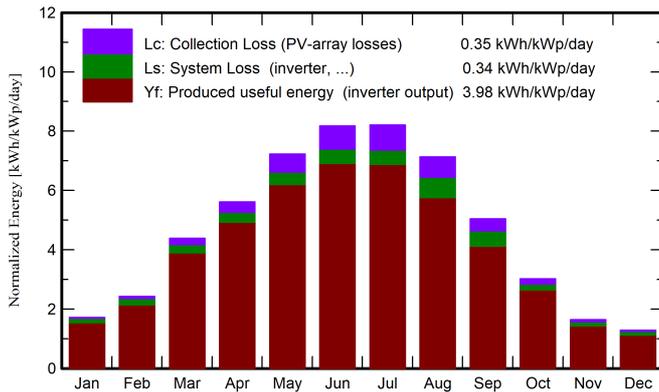
Specific production

1454 kWh/kWp/year

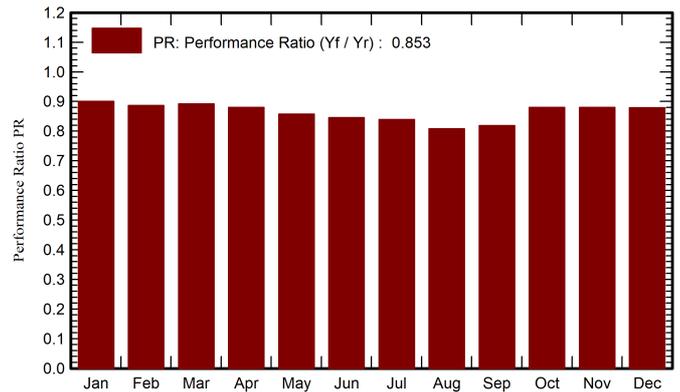
Performance Ratio PR

85.29 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

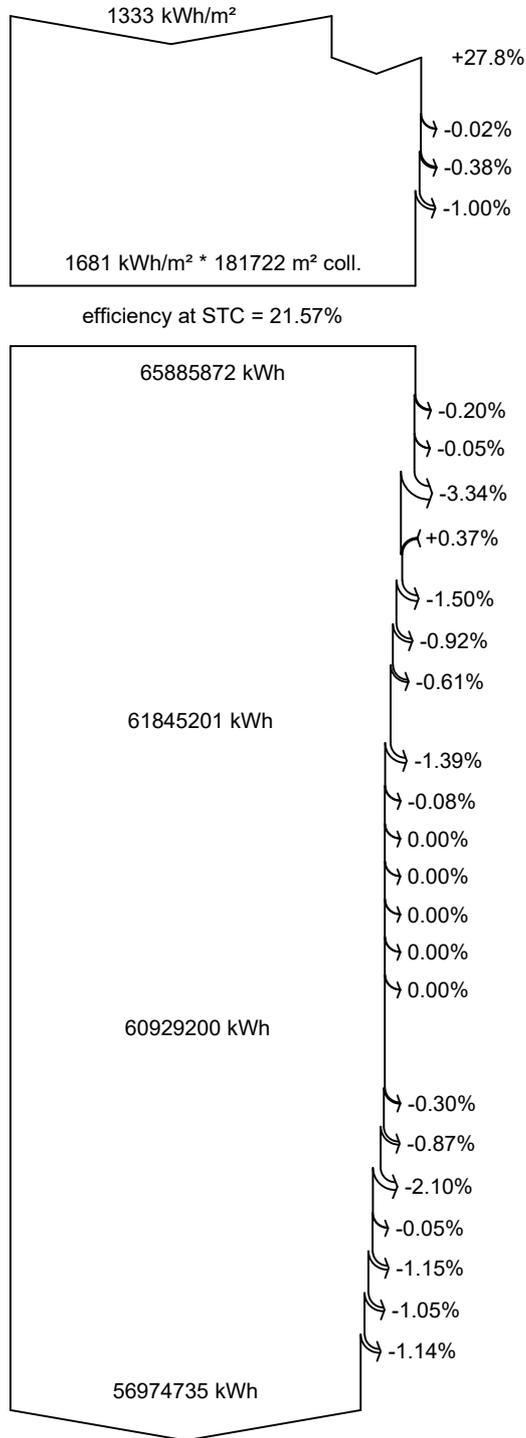
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	40.2	20.34	2.49	53.3	52.4	2054275	1882882	0.901
February	55.1	34.09	4.69	67.9	66.9	2599030	2357567	0.886
March	105.0	49.00	9.73	135.8	133.9	5081958	4747905	0.892
April	133.9	74.36	14.38	168.4	166.1	6201724	5806094	0.880
May	178.2	88.33	19.32	224.1	221.0	8056152	7534536	0.858
June	192.7	84.08	23.46	245.4	242.2	8702866	8129836	0.845
July	198.2	86.62	25.55	254.6	251.3	8954307	8368453	0.839
August	169.7	74.08	24.91	221.2	218.4	7844660	7002326	0.808
September	116.0	53.11	19.64	151.3	149.2	5462545	4854958	0.819
October	74.6	42.43	15.05	93.5	92.1	3460457	3224430	0.880
November	39.5	25.18	9.40	49.1	48.3	1855234	1695159	0.880
December	30.3	16.71	3.84	39.8	38.9	1520375	1370589	0.879
Year	1333.2	648.31	14.43	1704.4	1680.6	61793583	56974735	0.853

Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



Loss diagram

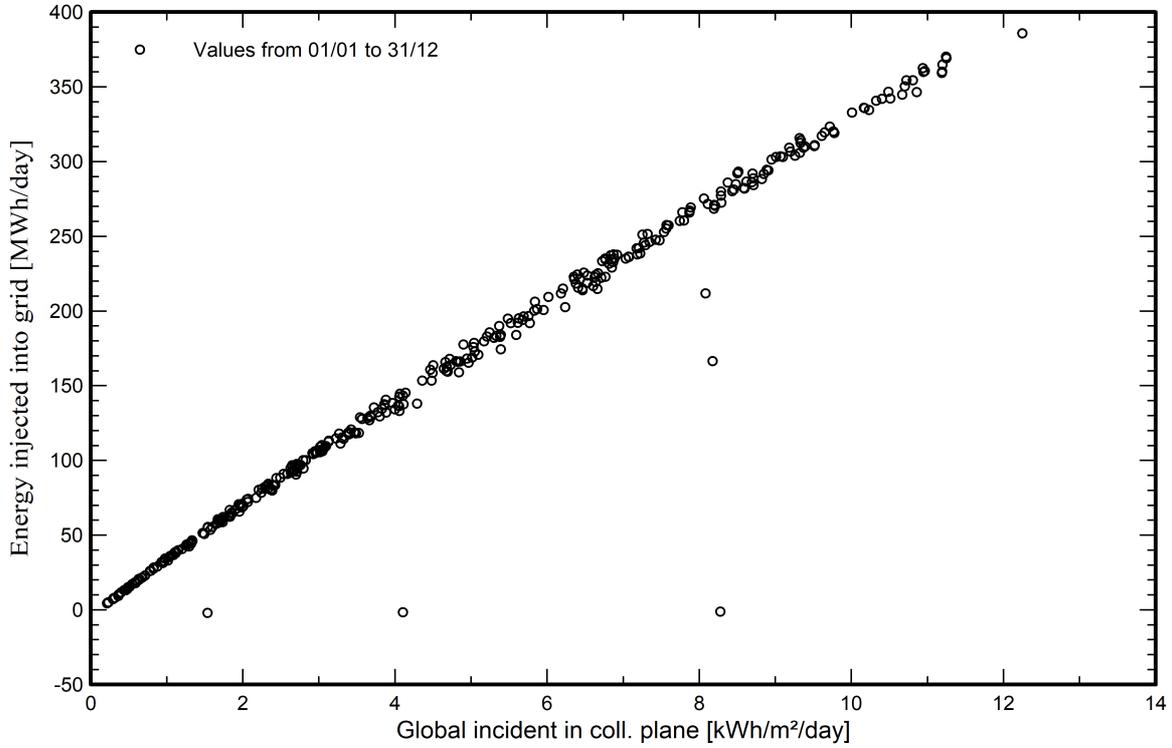


- Global horizontal irradiation**
- Global incident in coll. plane**
- Near Shadings: irradiance loss
- IAM factor on global
- Soiling loss factor
- Effective irradiation on collectors**
- PV conversion
- Array nominal energy (at STC effic.)**
- Module Degradation Loss (for year #1)
- PV loss due to irradiance level
- PV loss due to temperature
- Module quality loss
- LID - Light induced degradation
- Mismatch loss, modules and strings
- Ohmic wiring loss
- Array virtual energy at MPP**
- Inverter Loss during operation (efficiency)
- Inverter Loss over nominal inv. power
- Inverter Loss due to max. input current
- Inverter Loss over nominal inv. voltage
- Inverter Loss due to power threshold
- Inverter Loss due to voltage threshold
- Night consumption
- Available Energy at Inverter Output**
- Auxiliaries (fans, other)
- AC ohmic loss
- Medium voltage transfo loss
- MV line ohmic loss
- High voltage transfo loss
- HV line ohmic loss
- System unavailability
- Energy injected into grid**

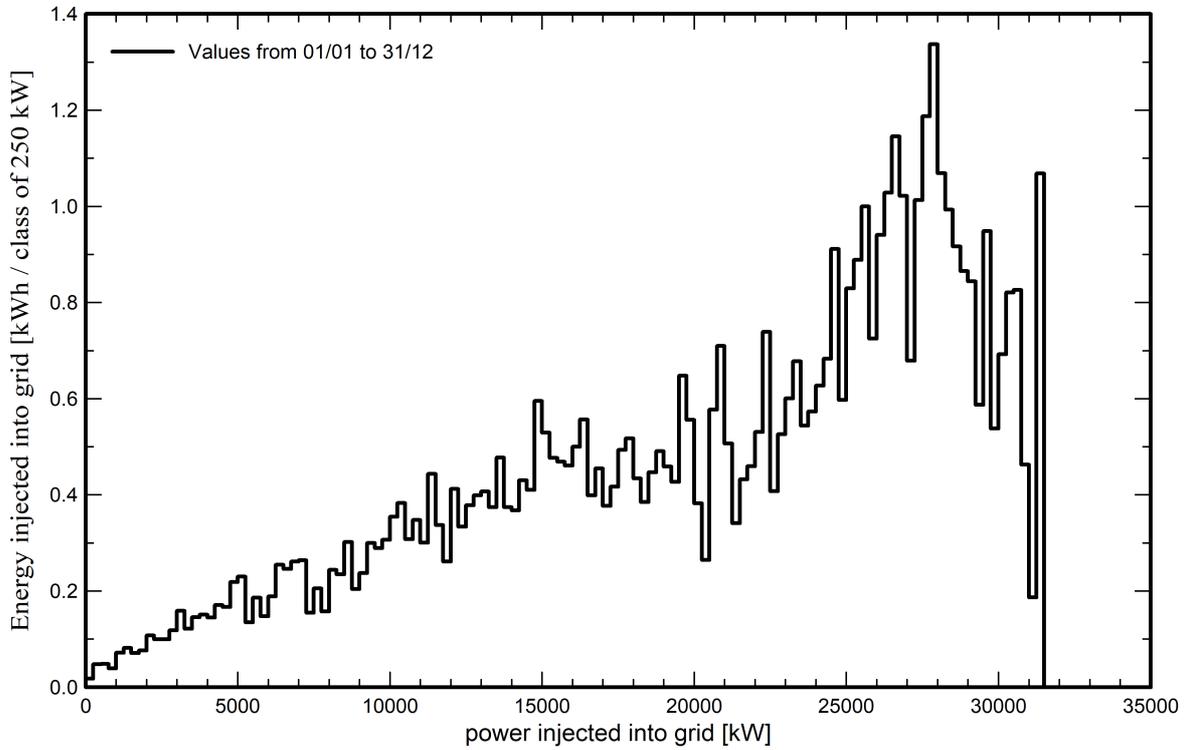


Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

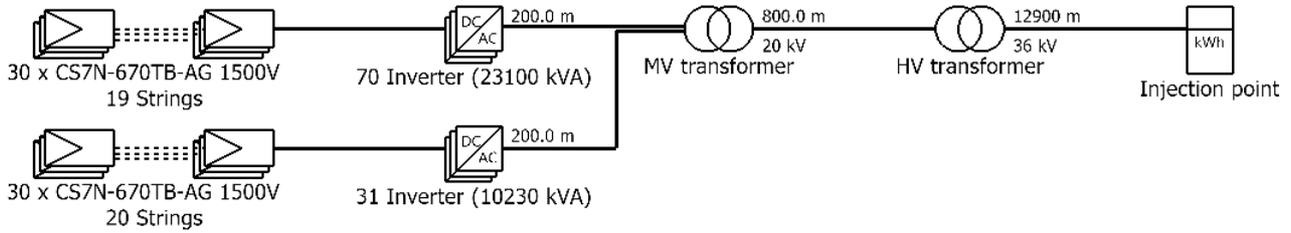




Single-line diagram

PVsyst V7.3.1

VC0, Simulation date:
18/01/24 09:27
with v7.3.1



PV module	CS7N-670TB-AG 1500V
Inverter	SUN2000-330KTL-H1-ENG
String	30 x CS7N-670TB-AG 1500V

Adria Bellombra

flyRen Developmen

VC0 : Agrivoltaico

18/01/24

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 100 di 114

2. Allegato - Simulazione producibilità impianto FV standard

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Adria Bellombra

Variant: Fotovoltaico

Tracking system with backtracking

System power: 44.20 MWp

Corcrev - Italia

Author

flyRen Development srl (Italy)



Project: Adria Bellombra

Variant: Fotovoltaico

PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:22
with v7.4.5

flyRen Development srl (Italy)

Project summary

Geographical Site	Situation	Project settings
Corcrev	Latitude	Albedo
Italia	45.02 °N	0.20
	Longitude	
	12.03 °E	
	Altitude	
	10 m	
	Time zone	
	UTC+1	
Meteo data		
Corcrev		
Meteonorm 8.1 (1991-2012), Sat=100% - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System	Tracking system with backtracking		
Simulation for year no 1			
PV Field Orientation	Tracking algorithm	Near Shadings	
Orientation	Astronomic calculation	Linear shadings : Slow (simul.)	
Tracking plane, tilted axis	Backtracking activated	Diffuse shading	Automatic
Avg axis tilt			
-0.1 °			
Avg axis azim.			
0 °			
System information			
PV Array	Inverters		
Nb. of modules	Nb. of units		
65970 units	117 units		
Pnom total	Pnom total		
44.20 MWp	38.61 MWac		
	Pnom ratio		
	1.145		
User's needs			
Unlimited load (grid)			

Results summary

Produced Energy	62096281 kWh/year	Specific production	1405 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	84.88 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:22
with v7.4.5

flyRen Development srl (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	
Orientation		Astronomic calculation	
Tracking plane, tilted axis		Backtracking activated	
Avg axis tilt	-0.1 °		
Avg axis azim.	0 °		
		Backtracking array	
		Nb. of trackers	2199 units
		Sizes	
		Tracker Spacing	10.0 m
		Collector width	5.07 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	50.7 %
		Phi min / max.	-/+ 55.0 °
		Backtracking strategy	
		Phi limits for BT	-/+ 59.4 °
		Backtracking pitch	10.00 m
		Backtracking width	5.07 m
		Mode	Automatic
Models used		Near Shadings	
Transposition	Perez	Linear shadings : Slow (simul.)	
Diffuse	Perez, Meteonorm	Diffuse shading	
Circumsolar	separate	Automatic	
Horizon		User's needs	
Free Horizon		Unlimited load (grid)	

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	CSI Solar Co., Ltd.	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	CS7N-670TB-AG 1500V	Model	SUN2000-330KTL-H1-ENG
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	670 Wp	Unit Nom. Power	330 kWac
Number of PV modules	65970 units	Number of inverters	117 units
Nominal (STC)	44.20 MWp	Total power	38610 kWac
Modules	2199 string x 30 In series	Operating voltage	500-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	40.89 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.14
U mpp	1069 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	38231 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	44200 kWp	Total power	38610 kWac
Total	65970 modules	Number of inverters	117 units
Module area	204926 m ²	Pnom ratio	1.14

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Loss Fraction	1.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	0.29 mΩ
		Uc (const)	29.0 W/m ² K	Loss Fraction	1.0 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s		
Serie Diode Loss		LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss	
Voltage drop	0.7 V	Loss Fraction	1.5 %	Loss Fraction	-0.4 %
Loss Fraction	0.1 % at STC				



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:22
with v7.4.5

flyRen Development srl (Italy)

Array losses

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.9 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation

Year no 1
Loss factor 0.4 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year
Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
3.7 days,
3 periods

Auxiliaries loss

Proportional to Power 3.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 1.52 % at STC

Inverter: SUN2000-330KTL-H1-ENG

Wire section (117 Inv.) Alu 117 x 3 x 240 mm²
Average wires length 200 m

MV line up to HV Transfo

MV Voltage 20 kV
Average each inverter
Wires Alu 3 x 240 mm²
Length 800 m
Loss Fraction 0.10 % at STC

HV line up to Injection

HV line voltage 36 kV
Wires Copper 3 x 400 mm²
Length 12900 m
Loss Fraction 2.03 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Medium voltage 20 kV

One transfo parameters

Nominal power at STC 3.95 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 10.14 kVA
Iron loss fraction 0.26 % at STC
Copper loss 48.02 kVA
Copper loss fraction 1.22 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 1.97 mΩ

Operating losses at STC (full system)

Nb. identical MV transfos 11
Nominal power at STC 43.40 MVA
Iron loss (24/24 Connexion) 111.55 kVA
Copper loss 528.24 kVA



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
16/02/24 13:22
with v7.4.5

flyRen Development srl (Italy)

AC losses in transformers

HV transfo

Grid voltage 36 kV

Transformer from Datasheets

Nominal power 40000 kVA

Iron Loss (24/24 Connexion) 40.00 kVA

Iron loss fraction 0.10 % of PNom

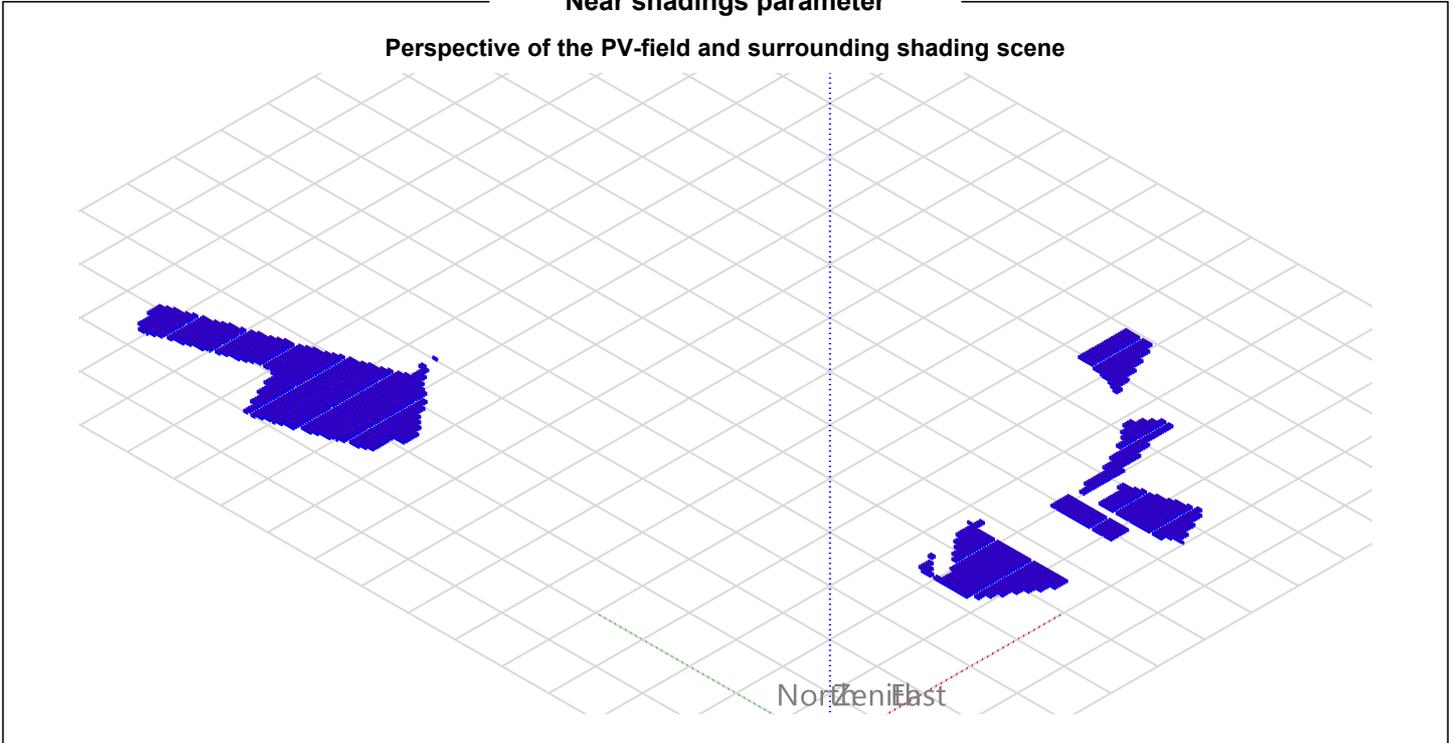
Copper loss 400.00 kVA

Copper loss fraction 1.00 % at PNom

Coils equivalent resistance 3 x 100.00 mΩ

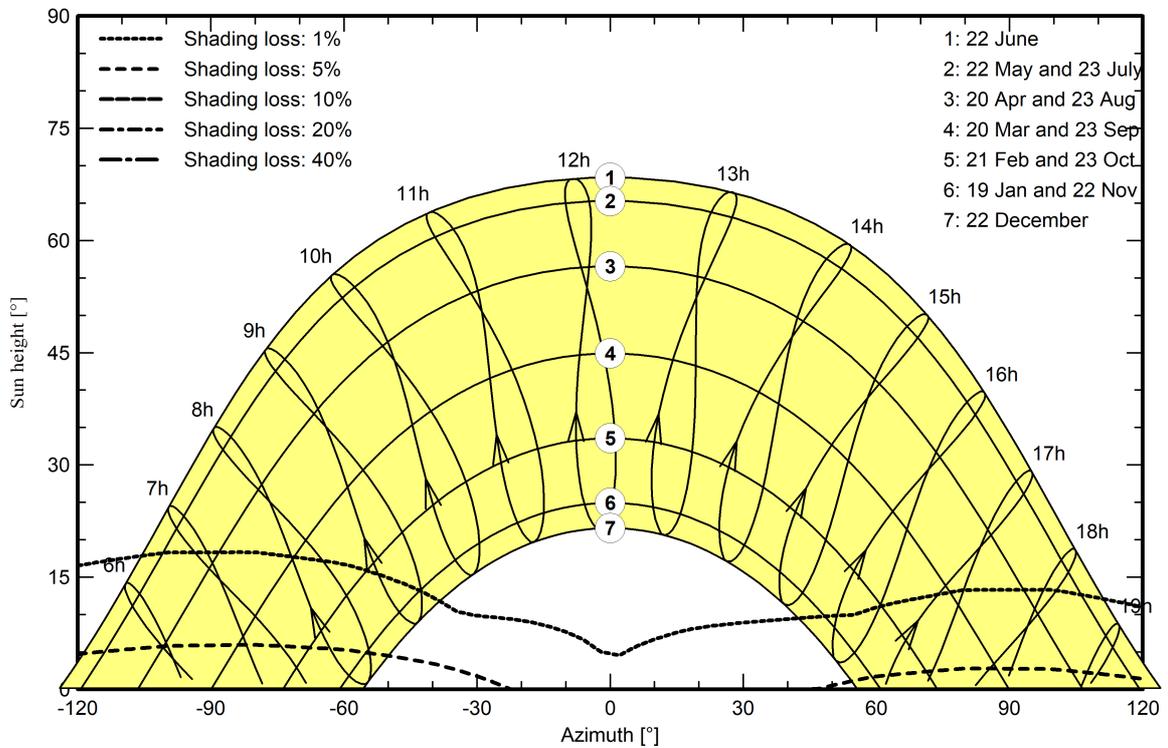


Near shadings parameter



Iso-shadings diagram

Orientation #1





Main results

System Production

Produced Energy 62096281 kWh/year

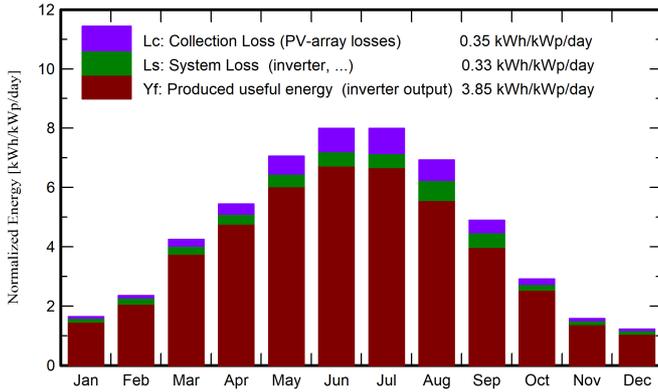
Specific production

1405 kWh/kWp/year

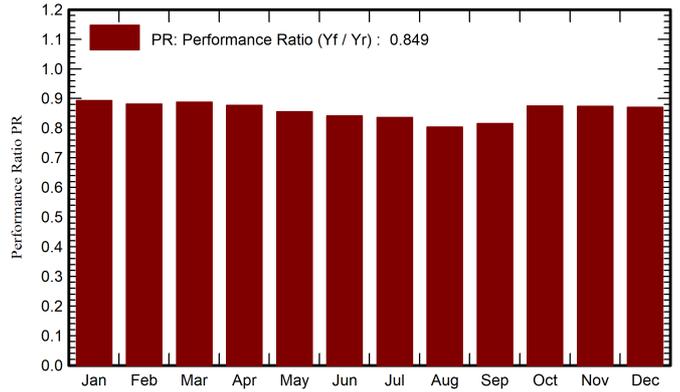
Perf. Ratio PR

84.88 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

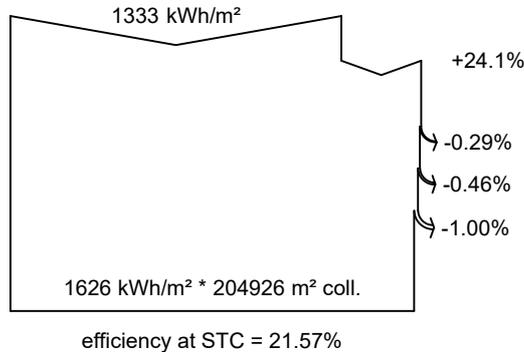
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	40.2	20.34	2.49	50.9	49.7	2197679	2009641	0.892
February	55.1	34.09	4.69	65.8	64.5	2827599	2563035	0.881
March	105.0	49.00	9.73	131.6	129.2	5527952	5158183	0.887
April	133.9	74.36	14.38	163.4	160.6	6768928	6330529	0.876
May	178.2	88.33	19.32	218.8	215.2	8852617	8265743	0.855
June	192.7	84.08	23.46	239.8	236.1	9568812	8923159	0.842
July	198.2	86.62	25.55	247.8	243.9	9807611	9151003	0.835
August	169.7	74.08	24.91	214.8	211.4	8560067	7633306	0.804
September	116.0	53.11	19.64	146.6	144.1	5949750	5283570	0.815
October	74.6	42.43	15.05	90.3	88.5	3751446	3490977	0.875
November	39.5	25.18	9.40	47.5	46.4	2009520	1833150	0.874
December	30.3	16.71	3.84	37.8	36.8	1618061	1453986	0.870
Year	1333.2	648.31	14.43	1655.1	1626.2	67440042	62096281	0.849

Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



Loss diagram

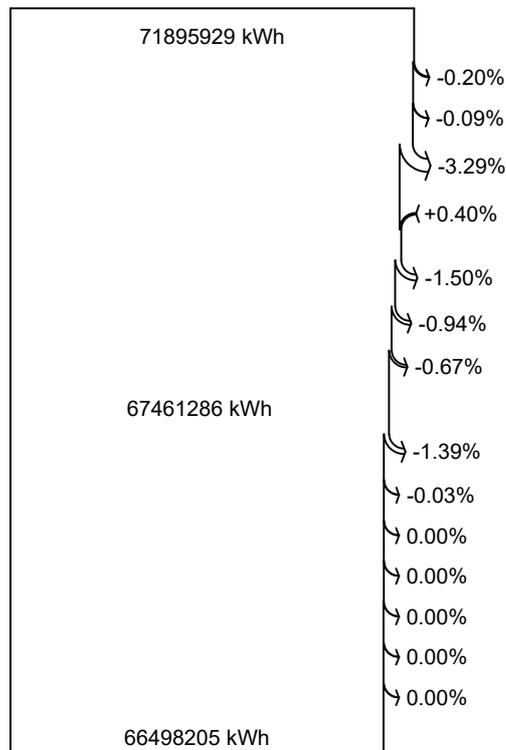


Global horizontal irradiation
Global incident in coll. plane

Near Shadings: irradiance loss
IAM factor on global
Soiling loss factor

Effective irradiation on collectors

PV conversion



Array nominal energy (at STC effic.)

Module Degradation Loss (for year #1)
PV loss due to irradiance level
PV loss due to temperature
Module quality loss

LID - Light induced degradation

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

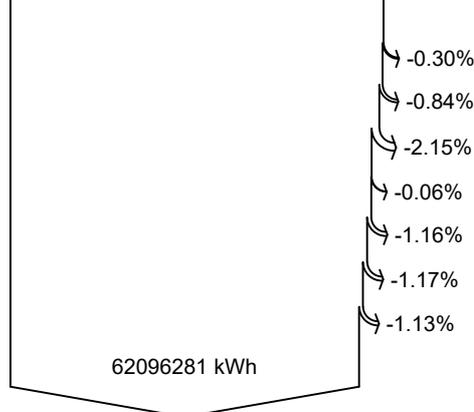
Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Night consumption

Available Energy at Inverter Output



Auxiliaries (fans, other)

AC ohmic loss

Medium voltage transfo loss

MV line ohmic loss

High voltage transfo loss

HV line ohmic loss

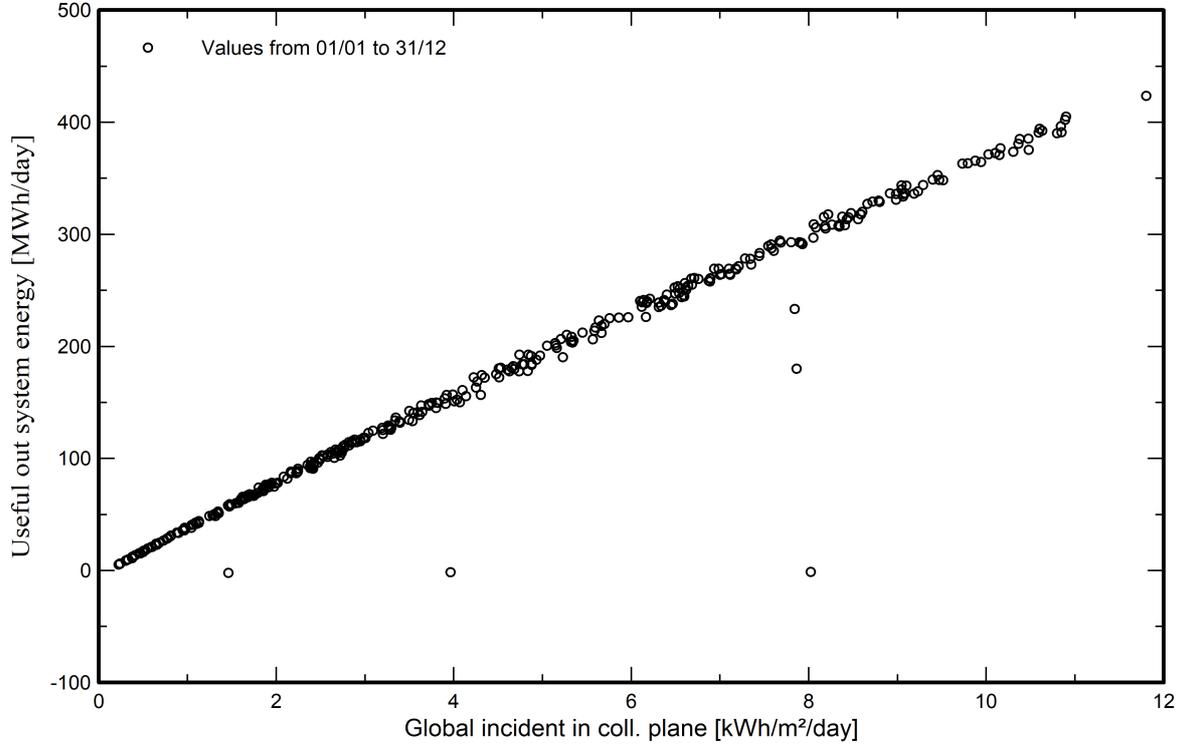
System unavailability

Energy injected into grid

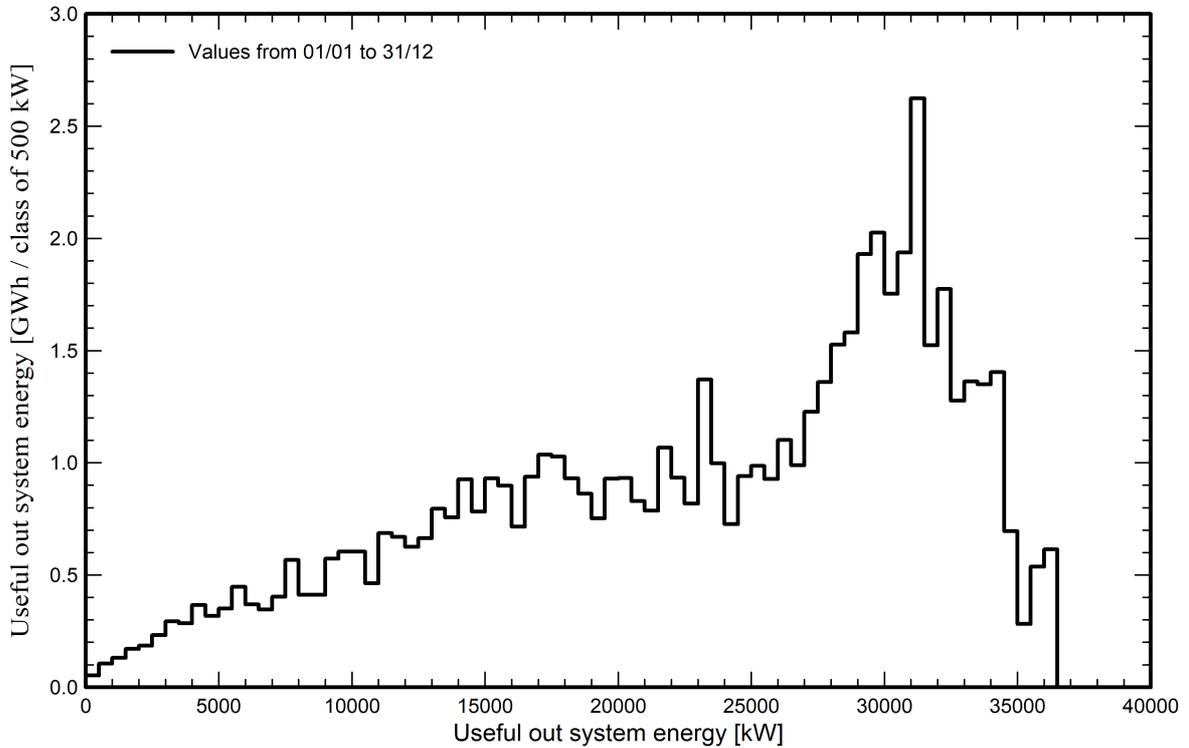


Predef. graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 111 di 114

3. Allegato – Autodichiarazione proprietari

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ
(ai sensi dell'Art. 47 D.P.R. 28.12.2000 n° 445)**

I sottoscritti:

Bellato Alfredo, nato ad Adria, il 22/10/1959 (codice fiscaleBLLLRD59R22A059X) e residente in Adria (Ro), in via Marcanta 13;

Bellato Aldo, nato a Adria, il 10/09/1956 (codice fiscaleBLLLDA56P10A059G) e residente in Adria (Ro), in via Marcanta 15;

Bellato Alberto, nato ad Adria 06/03/1975 (cod.fisc. BLLLR75C06A059S) e residente in Adria via Goresina Superiore 38;

Mancin Lucia, nata a Papozze, il 31/03/1936 (cod.fisc. MNCLCU36C71G323P) e residente in Adria Via Marcanta 13°;

Soc.Agricola Eredi Bellato Arrigo s.s. (p.iva 01587900299) con sede in Adria Via Marcanta 13°

in qualità di proprietari dei fondi rustici distinti in Catasto Terreni in agro nel Comune di Adria (RO) al Fg. 5 P.lle n°: 20 (ad oggi assorbita nella part.39), 25, 36, 37, 39, 40, 41, 42; Fg. 6 P.lla n° 114; Fg. 14 P.lle n°: 94, 95, 96, 97; Fg. 15 P.lle n°: 4, 6, 7, 13, 14, 15, 48, 88, 109, 120; Fg. 16 P.lle n°:25, 27, 28, 29, 40, 41, 43, 47, 48, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 64, 65, 66, 73, 93, 115, 116, 117, 186, 187, 188, 189, 191, 194, 196, 204, 206, 208, 210, 212, 217, 221.

DICHIARANO

- che i suddetti fondi rustici nelle ultime 5 annate agrarie sono stati condotti dalla Società Agricola Agrimedica S.S. di Cestari Giovanni e C. - P.IVA 02447750270, prevedendo una rotazione di erba medica (4-5 anni) e frumento tenero (o soia o sorgo od orzo);
- che gli stessi fondi non sono stati impiegati nelle ultime 5 annate agrarie, per la coltivazione di colture commercializzate come produzioni certificate con "marchi di qualità";
- che le particelle soprannominate sono condotte secondo il regime biologico e certificate da BIOS srl.;
- che le colture praticate sui suddetti fondi sono state:
 - 2019_erba medica 100%
 - 2020_erba medica 60% - grano duro 40% (granella uso umano)
 - 2021_erba medica 60% - girasole 40%(da olio)
 - 2022__erba medica 45% - girasole 55% (da olio)
 - 2023__erba medica 70% - grano duro 30% (granella uso umano)
- _Adria_, il 05/12/2023

Soc. Agr. EREDI BELLATO ARRIGO s.s.
Via Marcanta, 13/A
45011 Adria (RO)
eredi.bellatoarrigo.ss@gmail.com
Partita IVA: 01587900299

I dichiaranti

Alfredo Bellato
Aldo Bellato
Alberto Bellato
Lucia Mancin
Bellato

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "Adria Bellombra"				
E-RLA0	Relazione Agronomica e Progetto Agrivoltaico	rev 00	01/04/2024	Pagina 113 di 114

4. Lettera di intenti

LETTERA DI INTENTI

La Società Agricola Frigato Giovanni di Frigato Giovanni con sede legale in Via Goresina Inferiore, 11 (45013), Bottrighe di Adria (RO), nella figura del legale rappresentante **Frigato Giovanni**, nato a ADRIA, il 07/04/1969 (codice fiscale FRGGNN69D07A059D) e residente in BOTTRIGHE DI ADRIA (RO), in via GORESINA INF. 11_ (di seguito "Conduuttore");

e

SUNCO SUN RED S.R.L. con sede legale in Milano (MI), in Via Melchiorre Gioia, 8, 20124 iscritta al Registro Imprese della Camera di Commercio di Milano Monza Brianza Lodi, C.F. e numero d'iscrizione 12799330969 (di seguito "Società");

il Conduuttore e la Società saranno di seguito congiuntamente definiti le "Parti"

PREMESSO CHE

- la Società deve attivare il procedimento di VIA Nazionale ai sensi dell'art. 23 bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e conseguentemente il procedimento di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art.12 del D.Lgs. 387/2003, volti alla realizzazione dell'Impianto Agrivoltaico "Adria Bellombra" sui fondi rustici distinti in Catasto Terreni in agro nel Comune di Adria (RO) al Fg. 5 P.IIe n°: 20 (ad oggi assorbita nella part.39), 25, 36, 37, 39, 40, 41, 42; Fg. 6 P.IIa n° 114; Fg. 14 P.IIe n°: 94, 95, 96, 97; Fg. 15 P.IIe n°: 4, 6, 7, 13, 14, 15, 48, 88, 109, 120; Fg. 16 P.IIe n°:25, 27, 28, 29, 40, 41, 43, 47, 48, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 64, 65, 66, 73, 93, 115, 116, 117, 186, 187, 188, 189, 191, 194, 196, 204, 206, 208, 210, 212, 217, 221;
- il Conduuttore svolge attività agricola professionale ed è intenzionato a condurre tale attività anche all'interno del perimetro del futuro impianto agrivoltaico di cui sopra;

LE PARTI DICHIARANO CHE

a seguito dell'ottenimento delle Autorizzazioni necessarie alla realizzazione e conduzione dell'impianto, si impegneranno a stipulare un accordo atto a definire il mantenimento dell'attività agricola, certificata come "agricoltura biologica", all'interno dello stesso.

ADRIA, lì 26/02/2024_

La Società

SUNCO SUN RED S.R.L.

Allegati:

Documenti di identità dei firmatari

Il Conduuttore

Frigato Giovanni

