

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "e-VerGREEN" E OPERE CONNESSE

COMUNI DI SANTHIÀ (VC) E CARISIO (VC)

Potenza energetica impianto: 76.6 MWp

Proponente

EG EDO S.R.L.
VIA DEI PELLEGRINI 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 11616350960 - PEC: egedo@pec.it

EG Edo S.R.L.
Via dei Pellegrini, 22
20122 Milano (MI)
P. IVA/C.F. 11616350960

Progettazione

DOTT. FOR. MAURIZIO PREVIATI
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 TORINO (TO)
P.IVA 10189620015 - PEC: envicons@legalmail.it



Collaboratori

DOTT.SSA FOR. ARIANNA GIOVINE

--
--



Coordinamento progettuale

DOTT. FOR. EDOARDO PIO IURATO
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 TORINO (TO)
P.IVA 10189620015 - PEC: envicons@legalmail.it

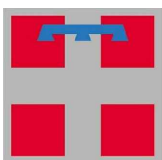
Titolo Elaborato

Relazione agronomica

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
Definitivo	FTV22CP05-AMB-R-13	--	--	15/04/2022	--

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	15/04/2022	--	DFAG	DEPI	ENF



Relazione agronomica

Preambolo	2
1. Agrivoltaico	3
1.1. Principi della soluzione agrivoltaica	5
2. Quadro normativo italiano.....	9
3. L'agricoltura in Piemonte e focus in ambito vercellese	11
3.1. Contesto socio-economico e analisi di contesto regionale	11
3.2. Focus vercellese.....	12
4. Inquadramento climatico nella macroarea di progetto	18
5. Ubicazione dell'intervento.....	23
6. Aspetti pedo-agronomici del sito.....	29
7. Le logiche e gli attori di progetto	33
8. Progetto di sviluppo Agrivoltaico.....	34
8.1. Componente fotovoltaica	34
8.2. Componente agronomica	37
8.2.1. Coltivazioni erbacee di pieno campo	40
8.2.1.1. Soia	40
8.2.1.2. Frumento tenero	41
8.2.2. Erbaio da foraggio	41
8.2.3. Attività apistica.....	44
8.2.4. Allevamento elicicolo	46
9. Precision farming e monitoraggio agronomico.....	50
10. Risultati attesi - Indicazioni economiche preliminari.....	52
10.1. Analisi preliminare costi/ricavi - coltivazione della soia.....	52
10.2. Analisi preliminare costi/ricavi - coltivazione del frumento tenero	53
10.3. Analisi preliminare costi/ricavi – coltura foraggera.....	54
10.4. Analisi preliminare costi/ricavi - allevamento elicicolo.....	55
10.5. Analisi preliminare costi/ricavi – attività apistica	56
10.6. Costi monitoraggio agrometeo.....	57
11. Conclusioni	58
12. Bibliografia.....	59

Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico della società Enfinity Solare S.r.l. – in rappresentanza della EG EDO S.r.l. Sede legale: via dei Pellegrini, 22, 20122 Milano (MI), partita iva e codice fiscale 11616350960 -, al fine di **valutare le potenzialità e gli aspetti tecnico-agronomici finalizzati alla realizzazione dell'impianto *agro-fotovoltaico* (o agrivoltaico) "e-VerGREEN", nel Comune di Santhià (VC)**, con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 76.6 MWp
- Superficie catastale interessata: 140.53 ha
- Superficie di impianto recintata: 103.73 ha
- Superficie destinata alle attività agricole: 134.81 ha
- Classificazione architettonica: impianto a terra
- Ubicazione: Regione Piemonte; Provincia di Vercelli; Comune di Santhià → area di impianto e parte delle opere di rete; Comune di Carisio → parte delle opere di rete.
- Particelle superficie catastale disponibile: F.7 P.1, 2, 10, 45 – F.8 P.1, 25, 27, 28, 70, 82, 105, 121, 134, 154, 162 – F.9 P.9, 21, 165, 166, 168, 169, 170, 176, 177 – F.10 P.1, 2, 86, 88, 90 – F.12 P.285, 294
- Particelle superficie di impianto recintata: F.7 P.1 – F.8 P.1, 25, 70, 82, 121, 134, 154, 162 – F.9 P.21, 169 – F.10 P.1, 2, 86, 88, 90
- Ditta committente: EG EDO S.r.l.

L'elaborato è finalizzato a:

1. **introdurre il concetto di *agrivoltaico***;
2. **descrivere l'area di intervento** progettuale;
3. **illustrare gli interventi di carattere agronomico-ambientale previsti dal progetto** in ottica di uso plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo
4. **delineare gli accorgimenti gestionali da adottare.**

Tale documento costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di VIA Nazionale, di cui all'Art.23 D. Lgs.152/2006.

1. Agrivoltaico

Nell'ambito del Green Deal europeo, nel settembre 2020 la Commissione Europea ha 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 ad una quota di almeno il 32% da fonti rinnovabili;
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

Ciò comporta la necessità di rivedere al rialzo gli obiettivi nazionali del PNIEC¹. In questa prospettiva sarà fondamentale il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico (dato 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 costi e alla crescita dei volumi produttivi dei moduli e dispositivi connessi, la rende un valido sostituto delle fonti fossili nella generazione di energia elettrica. Invece dei 51.000 MW di potenza previsti dal PNIEC, si dovrà salire almeno a 65.000 MW: un incremento di circa 44.000 MW rispetto ai 20.865 MW installati in Italia a fine 2019. I nuovi scenari, quindi, impongono di triplicare la potenza di fotovoltaico installata in Italia entro il 2030. Il principale fattore limitante delle installazioni, però, è legato alla disponibilità di superfici, considerando che il progressivo aumento della popolazione mondiale (che si suppone supererà i 9 Miliardi nel 2050 (Gerland et. al, 2014)), porta con sé - oltre all'incremento di domanda in termini di energia -, anche un aumento della domanda in termini di cibo e, quindi, di terre coltivabili.

Le soluzioni agrivoltaiche, che consistono nell'installazione di grandi impianti fotovoltaici a terra progettati in modo da consentire la contestuale coltivazione dell'area sottostante, costituiscono una valida risposta a questo apparente conflitto (considerando inoltre che per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030 occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra 30.000-40.000 ettari - valore comunque inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale Nazionale Italiana). È ormai fondamentale, di fatto, utilizzare tecnologie 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 (Legambiente, 2020).

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"**².

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, tuttavia, costituisce una **valida opportunità alternativa anche nei confronti dei sistemi agricoli intensivi in un'ottica di maggior sostenibilità di lungo termine e rappresenta una concreta possibilità per una progressiva riduzione d'emissione di inquinanti ambientali per tutto il comparto**. Si è stimato, infatti, che l'agricoltura intensiva risulta essere una fonte significativa di emissioni, responsabile - nel 2015 - del 6,9% delle emissioni totali di gas serra (risultando la terza fonte di emissioni di gas serra dopo il settore energetico e quello industriale³).

Esistono svariati sistemi che consentono di combinare la produzione agricola con altri sistemi produttivi, vedasi, ad esempio, i sistemi agroforestali che prevedono la coltivazione di colture arboree ed erbacee sulla stessa superficie su piani differenti. È ampiamente provato, infatti, come l'utilizzo simultaneo di una stessa superficie, con finalità plurima, consenta di aumentare il Rapporto di Suolo Equivalente (Land Equivalent Ratio, LER⁴, Figura 1) rispetto all'impiego della stessa superficie per un'unica produzione (Fraunhofer, 2020; Valle et al., 2017).

¹ 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.

² Demofonti- 4 Agosto 2021- Gdl Agro-fotovoltaico. <https://www.italiasolare.eu/eventi/>

³ <https://www.controlsecurityambiente.com/inquinamento-causato-dalle-coltivazioni-agricole-intensive/>

⁴ 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>

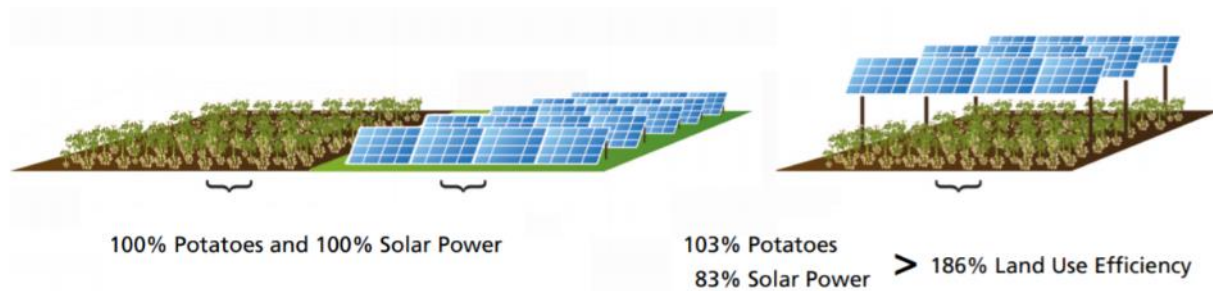


Figura 1. Aumento del LER attraverso l'utilizzo combinato della superficie (Fraunhofer,2020).

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 che l'agrivoltaico aumenta l'efficienza d'uso del suolo consentendo la simultanea coltivazione e produzione di energia, sfruttando la sinergia tecno-ecologica-economica dei due sistemi. Secondo uno studio dell' ENEA ("Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile"), infatti, gran parte del terreno al di sotto dei pannelli solari (80-90%) può essere lavorato con le comuni macchine agricole. Il restante 10-20% non è comunque sprecato perché può essere sfruttato in altri modi (e.g. coltivazione di orti, realizzazione di pascoli, e tutte quelle attività che non impiegano macchinari di grandi dimensioni) o semplici tare da poter valorizzare a livello ambientale⁵.

L'agrivoltaico può rappresentare, quindi, una *"nuova possibilità in ambito agricolo laddove, tramite modelli "win-win", si possano esaltare le sinergie tra produzione agricola e generazione di energia"* (M. Iannetta, responsabile della Divisione ENEA di Biotecnologie e Agroindustria). A giudizio degli scriventi, per quanto di propria competenza, **l'agrivoltaico rappresenta un'interessante opportunità per l'Italia poiché consente di garantire la compatibilità tra la produzione agricola e la produzione energetica attraverso nuove tecnologie, nel rispetto delle norme vigenti - a tutela del territorio, del paesaggio, delle comunità locali e delle loro attività -, con benefici in termini di sostenibilità ambientale, economica e sociale (e ricambio generazionale in agricoltura).**

In conclusione di trattazione, quindi, si riporta una sintesi dei risultati raggiungibili con questo tipo di approccio progettuale (Marrou H. et al.,2013; Weswelek A. et al.,2019):

- **sinergia di risultati:** è possibile conseguire esiti produttivi superiori alla semplice somma dei risultati raggiungibili singolarmente da produzione agricole ed energetiche isolate (i.e. indice LER (*Land Equivalent Ratio*) superiore all'unità);
- **ottimizzazione della scelta colturale:** attraverso una razionale ed efficace identificazione di soluzioni agro-zootecniche e ambientali capaci di manifestare la piena espressione del risultato produttivo atteso;
- **diversificazione del sistema agro-ecologico:** attraverso l'adozione di regimi non convenzionali (quali biologico, agricoltura conservativa, agricoltura sostenibile) finalizzati al raggiungimento di obiettivi di compatibilità ambientale e sostenibilità ecologica sommati a indirizzi di "diversificazione verde" ("*greening*") mediante la realizzazione di elementi d'interesse ecologico ("*ecological focus area*") ed elementi caratteristici del paesaggio. Tale soluzione ambirebbe a costituire una "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:** L. n. 108/2021, Green deal e PNIEC;
- **creazione di un nuovo modello tradizionale:** grazie alla gamma di miglioramenti ambientali, alla rifunzionalizzazione agro-ecologica e all'adozione di un design impiantistico in grado di coniugare con successo la disponibilità delle risorse con le esigenze della società attuale. L'aspirazione ambirebbe alla definizione di "nuovo modello tradizionale", capace di limitare le inefficienze di sistemi agricoli fragili e rafforzare la solidità economica territoriale con filiere innovative stabili e diversificate.

⁵ <https://www.futuraenergie.it/2021/03/08/agrovoltico-i-vantaggi-del-fotovoltaico-in-agricoltura/>

1.1. Principi della soluzione agrivoltaica

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 a costituire un modello funzionalmente unitario di attività agricole (e.g. coltivazione e/o pascolamento e/o allevamento) e di generazione elettrica da fonte solare.**

L'associazione tra l'installazione di pannelli fotovoltaici e contestuali coltivazioni sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger and Zastrow, 1982) e **attualmente - in Italia e nel mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo sistema.**

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

- incremento d'efficienza d'uso del suolo;
- incremento d'efficienza d'uso dell'acqua (e contenimento dei consumi idrici);
- miglioramento dello stoccaggio dell'acqua piovana e rallentamento del ciclo dell'acqua;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- generazione di fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori e consolidamento delle produzioni agrarie;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi.

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



Figura 2. Illustrazione del funzionamento di un sistema agrivoltaico (Fraunhofer, 2020).

Le soluzioni tecnologiche finora adottate per questo tipo di impianti (Figura 3), hanno visto l'adozione di soluzioni diversificate tra le quali si citano, per esempio: **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 non di punta; **iii)** sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse più o meno spazializzati in relazione a soluzioni di miglior compromesso.

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, 2020); Sistema Agrovoltaico® (<https://remtec.energy/agrovoltaico>).

Con specifico riferimento all'utilizzo di sistemi a inseguimento (i.e. *tracker*), peraltro, è possibile effettuare forme di regolazione sull'inclinazione dei pannelli in grado di tener conto non solo dell'ottimale produzione energetica, ma anche di esigenze culturali (e.g. quantità di radiazione solare necessaria in specifiche fasi fenologiche della coltura sottostante) e per specifiche operazioni meccaniche (Figura 4).

Sono documentati, inoltre, 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).

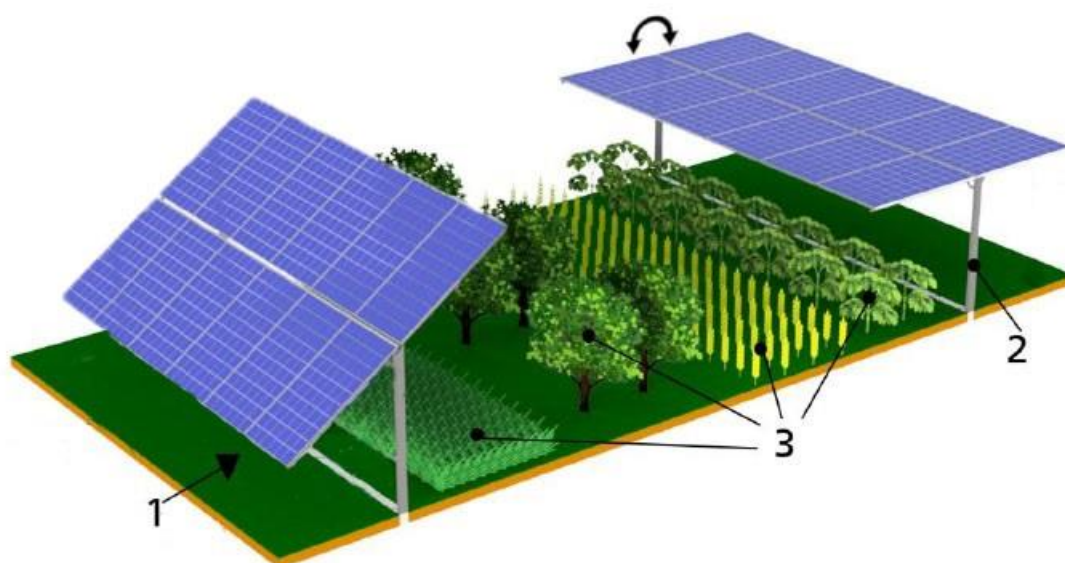


Figura 4. Esempio di sistema agrivoltaico: 1=Area coltivabile; 2=Palo di sostegno del modulo fotovoltaico; 3=Esempi di diverse colture (modificato da Fraunhofer ISE).

Per quanto concerne elementi quali irraggiamento, temperatura dell'aria, e umidità del suolo (Figura 5), alcuni studi condotti hanno rilevato come la presenza di pannelli fotovoltaici possa arrivare a creare alcune variazioni microclimatiche con esternalità utili a fini agro-produttivi (Armstrong et.al 2016), 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.
- **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 estiva (specie in ottica futura, nell'ipotesi di aggravio di tale aspetto in relazione ai dinamismi causati dai cambiamenti climatici (e.g. incremento di frequenza di periodi siccitosi)).
 - ➔ La riduzione dell'evaporazione di acqua dal terreno, in particolare, consente un più efficace utilizzo della risorsa idrica del suolo.

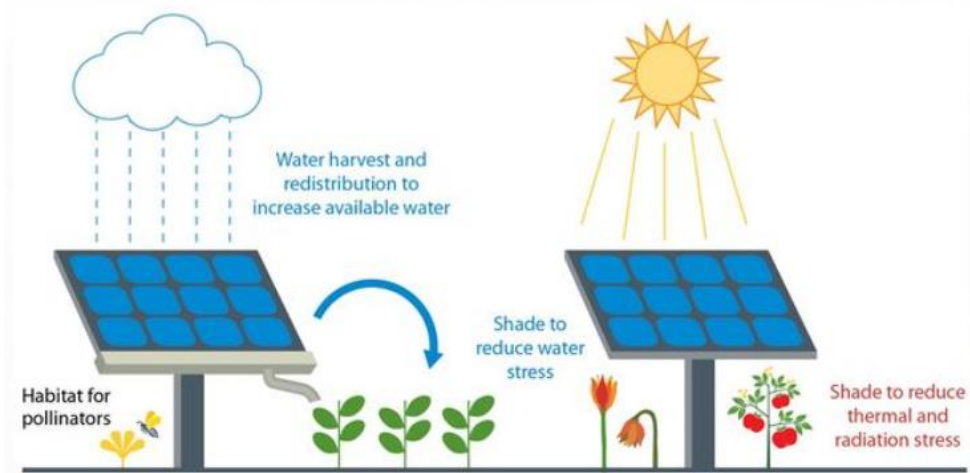


Figura 5. I benefici per le colture in un sistema agrivoltaico (InSPIRE/Project | Open Energy Information (openei.org).

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

L'installazione dei pannelli su suoli agricoli in ambienti aridi mostra effetti molto positivi in ragione della protezione da una radiazione eccessiva e della riduzione dell'evapotraspirazione.

Non esiste quindi uno standard di sviluppo univoco, ma ci sono diverse variabili che vanno analizzate in base alla situazione locale quali:

- l'ubicazione geografica dell'impianto,
- il tipo di coltura (anche tenuto conto delle coltivazioni tipiche e/o tradizionali locali),
- il tipo di terreno,
- la conformazione del territorio.

“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 Sostenibile).

Per quanto riguarda l'Italia, studi recentemente condotti 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). Nel caso del frumento, ad esempio, sono stati registrati incrementi produttivi nelle annate siccitose (ma 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) indica, per il grano duro coltivato sotto pannelli (installati a densità minore (rispetto al fotovoltaico tradizionale) per consentire la coltivazione), solo un -13 % in sostanza secca e un -8% di raccolto rispetto a un contesto ordinario. Tali delta vengono giudicati “non significativi” nell'insieme delle cose, soprattutto considerato il valore aggiunto economico e ambientale offerto dalla produzione energetica.

Per quanto riguarda il mais la produzione risulta leggermente inferiore in sistemi agrivoltaici in condizioni di risorsa idrica non limitante e addirittura superiore in condizioni di stress idrico (Amaducci et.al, 2019).

Per altre coltivazioni sperimentate in impianti agrivoltaici, Schindele et al., 2021 riportano esempi di coltivazione in Germania di patate, frumento, orzo primaverile, barbabietola, porri, sedano, trifoglio e leguminose.

L'Enel⁶ ha attualmente in corso diversi progetti in Grecia, Spagna e Italia in cui si stanno sperimentando i risultati ottenibili per erbe aromatiche, fiori, prati polifiti e varie colture ortive, tra cui anche leguminose.

Guardando oltre confine, vale la pena evidenziare come la Francia sia stato il primo paese EU a implementare, nel 2017, addirittura un sistema di supporto economico per l'installazione di sistemi agrivoltaici.

Oltreoceano, invece, il Giappone (nel 2013) ha promulgato una legge che consente l'installazione di pannelli fotovoltaici in contesti agricoli a patto di garantire l'utilizzo dell'80% della superficie a fini agricoli. In Cina (Xue, 2017) tra il 2015 e il 2017 si stima siano stati installati 4.0 GWp di sistemi agrivoltaici. La Corea del Sud, nel 2016, ha installato 100 kWp agrivoltaici con coltivazioni di riso, soia, cavolo e altri vegetali⁷.

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

⁶ <https://www.enelgreenpower.com/it/media/news/2021/02/agri-fotovoltaico-nuove-soluzioni>

⁷ <https://greendealflow.com/agrovoltaico-the-new-no-limit-photovoltaics>

2. Quadro normativo italiano

Come meglio illustrato nello SIA sviluppato per la presente istanza, le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) e, tra queste, in particolare, il fotovoltaico, rivestono ormai un ruolo chiave nella “transizione energetica” volta al contenimento del c.d. *Global Warming* e della necessaria progressiva decarbonizzazione del processo di produzione di energia.

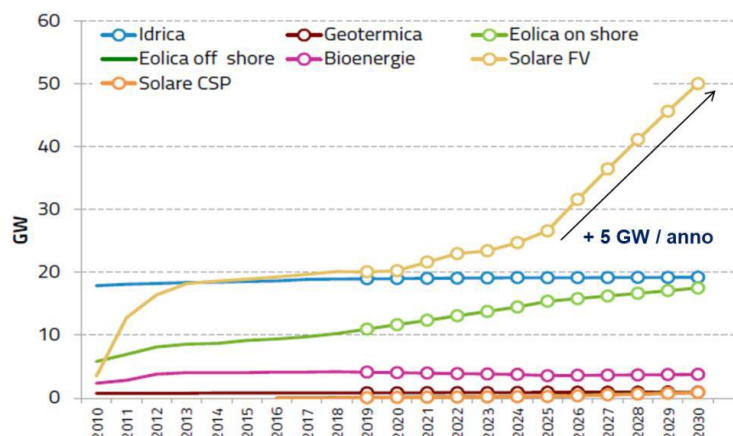


Figura 6. Stima prospettica dell'incremento atteso di installazione di impianti di produzione energetica da FER. Fonte: PNIEC.

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”. Si consideri che al 2030, in un’ipotesi di ubicazione su suolo di 35 GW di impianti solari, si renderà necessaria una superficie complessiva inferiore allo 0.5% della superficie agricola totale nazionale. A tal proposito, viene sottolineato come “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”.

Questo importante risultato sancisce, finalmente, la celebrazione di **due elementi essenziali** (quanto controversi e spesso strumentalizzati):

1. gli impianti fotovoltaici utility-scale non comportano forme di “consumo” del suolo (intesa come funzione di abitabilità e nutrizione), al punto che il suolo è in grado di mantenere e addirittura migliorare la propria fertilità;
2. 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.

Tuttavia, nonostante l’evidente potenzialità, il framework normativo risulta oggi ancora piuttosto frammentario, talvolta discordante e oggetto di un particolare dinamismo. Tale affermazione è tanto vera se si considera che è ancora al vaglio una definizione condivisa e condivisibile di “Impianto agrivoltaico”.

Finora la diffusione di questo tipo di impianti è stata limitata dall’esclusione dal sistema di incentivi, 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”**.

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

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.

Gli incentivi statali (D.Lgs 28 del 21 marzo 2011), sono stati estesi anche agli impianti fotovoltaici in ambito agricolo che:

- utilizzino soluzioni innovative;
- siano sollevati da terra (in modo da non compromettere l’attività agricola);
- abbiano sistemi di monitoraggio che consentano di verificarne l’impatto ambientale.

L’art. 31 della legge n. 108 del 29 luglio 2021 (conversione del DL 77/2021 “Decreto Semplificazioni”) modifica infatti l’art. 65 della legge n. 27 del 24 marzo 2012 (conversione, con modificazioni, del DL n. 1 del 24 gennaio 2012) che al comma 1 escludeva l’accesso agli incentivi statali agli impianti fotovoltaici collocati in aree agricole, introducendo dopo il comma 1-ter i seguenti commi:

“1-quater. Il comma 1 non si applica agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, e 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.

1-quinquies. L’accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1 è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio 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.

1-sexies. Qualora dall’attività di verifica e controllo risulti la violazione delle condizioni di cui al comma 1-quater, cessano i benefici fruiti.”

Pur in assenza di una definizione precisa, al momento risulta quindi possibile identificare come agrivoltaici, impianti FV che:

- 1. siano ubicati su suolo agrario (o su fabbricati rurali a uso produttivo);**
- 2. garantiscano e supportino l’uso agricolo e/o zootecnico del suolo consentendo la continuità delle attività preesistenti ovvero la ripresa delle stesse;**
- 3. contribuiscano a ottimizzare l’utilizzo del suolo, aumentandone l’efficienza complessiva;**
- 4. prevedano sistemi di monitoraggio degli impatti sulle colture;**
- 5. comportino ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali e ambientali.**



Figura 7. Esempi di progetti agrivoltaici a differente valenza (i.e. ortofrutticola, foraggera, mellifera e zootecnica).

Vale la pena, infine, citare il proliferare di recenti **sentenze di Tribunali Amministrativi Regionali che, suffragando la sostenibilità e il valore di progetti agro-energetici integrati, stanno contribuendo alla loro diffusione e alla loro corretta interpretazione in sede analitico-autorizzativa** ([...] *Tale nuovo modello è tanto più valido nella misura in cui contribuisce a produrre energia pulita da fonti rinnovabili, salvaguarda le produzioni agricole locali, tutela maggiormente il territorio, agisce positivamente sulla riduzione delle emissioni inquinanti, collabora a ridurre quindi gli impatti dei sempre più evidenti mutamenti climatici, aiuta ad affrontare e limitare il problema dell’aumento dei costi di produzione dell’energia che sta aggredendo, proprio in questi mesi, i redditi delle famiglie e delle imprese, minacciandone la sopravvivenza stessa* [...]).

3. L'agricoltura in Piemonte e focus in ambito vercellese

3.1. Contesto socio-economico e analisi di contesto regionale

Dall'analisi del rapporto annuale “*Piemonte Rurale 2021*”, a cura dell'Osservatorio Rurale, emerge chiaramente come **il contesto socio economico attuale sia caratterizzato da profondi mutamenti del comparto agricolo indotti sia dalla crisi economica** (connessa per lo più con l'evento pandemico da Covid19), **sia dalle sfide imposte dai sempre più evidenti cambiamenti climatici** (connessi con il riscaldamento globale) **e, non ultimo, dall'incremento significativo del costo dell'energia e delle materie prime.**

In particolare, come si legge nel rapporto, la crisi economica causata dalla pandemia ha avuto ripercussioni negative su quasi tutti i settori della società. Come descritto nella relazione annuale sull'andamento socio-economico e territoriale della Regione realizzata dall'IRES Piemonte, la contrazione del PIL regionale nel 2020 (-9.4%) è risultata paragonabile, nei suoi effetti, a quella successiva alla crisi finanziaria del biennio 2007-08 (-10.4% in due anni). L'andamento congiunturale nel corso dell'anno ha, tuttavia, seguito un esito molto diverso rispetto al biennio citato, andando di pari passo con le diverse fasi della diffusione della pandemia nel nostro paese. Il periodo più critico è stato il secondo trimestre del 2020 a cui ha fatto seguito una forte ripresa nel terzo trimestre, attenuata, sul finire dell'anno, dalla ripresa del contagio. Nel 2021, il persistere della diffusione dei contagi - con la cosiddetta terza ondata -, e le conseguenti chiusure da parte del governo, hanno rallentato la ripresa economica (che si è poi manifestata con forza grazie alla realizzazione della campagna vaccinale su larga scala). Va comunque notato come il persistere di ondate epidemiche successive non abbia provocato effetti sull'economia paragonabili allo shock iniziale della primavera 2020. Ciò anche per una maggior capacità di adattamento delle produzioni alle nuove condizioni, fra le quali hanno pesato sia una maggior capacità di gestione degli approvvigionamenti (rispetto alla prima fase della pandemia), sia l'acquisizione di una maggior flessibilità (ad esempio attraverso un più diffuso utilizzo di tecnologie digitali) per consentire operazioni a distanza e il ricorso al lavoro agile.

Analizzando i vari aspetti dalla crisi, la principale causa scatenante gli effetti qui descritti è riconducibile (direttamente e indirettamente) alle chiusure imposte dal governo nazionale per contenere la propagazione dell'epidemia; tale scelta, ancorchè obbligata, ha inevitabilmente provocato contrazioni sia sul lato dell'offerta (calo delle produzioni industriali) sia su quello della domanda (ridotta mobilità, chiusure di molti servizi e calo dei consumi). In seguito, si è verificato il peggioramento del clima di fiducia; questo a causa sia dell'incertezza di fondo, sia della contrazione dei redditi. Le misure messe in atto dalle principali istituzioni, che hanno raggiunto un volume pari al 6,6% del PIL nel 2020 (a cui si aggiungono le misure adottate nella prima parte del 2021 pari al 4% del PIL), hanno riguardato il sostegno alle attività produttive (soprattutto attraverso interventi sulla fiscalità e ristori per perdite di fatturato), e la tutela dei posti di lavoro a rischio (con lo “stop ai licenziamenti” e la cassa integrazione in deroga). Conseguenza diretta della contrazione dei consumi (prima riconducibile alle misure restrittive imposte alla mobilità delle persone, che ha colpito inizialmente i settori del turismo, della ristorazione e delle attività culturali e sportive; poi dovuta alla compressione dei redditi, soprattutto per le famiglie le cui fonti economiche dipendevano dai settori più colpiti), è stato un aumento inusuale del tasso di risparmio che, distribuito iniquamente, si è generato soprattutto nelle famiglie con redditi più elevati.

Con riferimento alle esportazioni, il dato piemontese evidenzia anche qui una sensibile contrazione (-12.2%), più rilevante rispetto al dato medio nazionale, con impatti significativi nei settori dei mezzi di trasporto, dei prodotti siderurgici connessi con i settori produttivi, del tessile e dell'abbigliamento. Il settore dell'export alimentare, invece, ha mostrato nel complesso una buona tenuta.

In estrema sintesi, quindi, **anche se il settore agroalimentare ha subito il blocco di alcune attività produttive soltanto nei primi mesi dell'anno**, in seguito alle decisioni governative per il contenimento della pandemia, **i grandi cambiamenti che hanno riguardato le abitudini della popolazione hanno avuto notevoli ripercussioni per la maggior parte delle aziende agricole.**

La permanenza forzata tra le mura di casa per la maggior parte della popolazione (con picchi nei mesi di maggior diffusione del virus) ha spinto fortemente la spesa domestica, premiando produzioni e aziende ben posizionate su questi mercati (e.g. alimenti essenziali come farine e uova) e dando nuova forza a canali di vendita precedentemente in difficoltà (e.g. macellerie tradizionali).

Sul fronte delle esportazioni le chiusure della ristorazione hanno penalizzato le produzioni con maggiore vocazione per questo canale di vendita. Su tutti si segnalano le difficoltà del settore enologico (in particolare per le aziende cosiddette “monocanale”).

La spinta verso l’alto dei prezzi delle materie prime e delle commodity agricole ha messo sotto pressione tutti i settori zootecnici (per i quali tali prodotti rappresentano “fattori di produzione” (e voci di costo rilevanti)). Più preoccupante la situazione nel **comparto lattiero caseario**, in cui prevale una modalità di allevamento intensivo con forte ricorso all’acquisto di mangimi. Secondo Ismea, la produzione di 100 kg di latte, ad aprile 2021, sarebbe costata ben 30€/kg a fronte di un prezzo all’origine di 36€/kg. Nei mesi seguenti il prezzo medio è salito leggermente fino a 38.5€/kg (rilevazione latte crudo Lombardia a cura di Clal.it).

Nel 2020 i “**settori vegetali**” hanno risentito meno dell’impatto della pandemia di Covid-19 facendo registrare - a fine anno - una perdita economica più contenuta rispetto alla zootecnia (-1.6%). Tuttavia, in tale ambito, le condizioni meteo-climatiche 2021 (caratterizzate da gelate tardive e estate siccitosa) non hanno agevolato la ripresa. I danni più gravi hanno coinvolto i frutteti del saluzzese riducendo drasticamente il raccolto di pere, kiwi, pesche, susine e albicocche (tutte in calo di oltre il 30% con punte del 70% per alcune piantagioni di pere). Il settore cerealicolo, viceversa, sta vivendo mesi di grandi turbolenze legate ad una forte ripresa della volatilità dei mercati internazionali delle materie prime con sbalzi sui prezzi anche a doppia cifra percentuale. La coltivazione del riso ha confermato le superfici rilevate nel 2020 (+0.3%) attestandosi a circa 116’000 ettari coltivati mentre la campagna 2021 è stata segnata negativamente dai fattori climatici con un leggero ritardo nella fase vegetativa e un aumento delle problematiche legate alle infestanti.

La congiuntura negativa sopradescritta, tuttavia, non sembra aver influenzato la dinamica relativa al numero di aziende agricole che prosegue in un trend calante leggermente attenuato rispetto alle annate precedenti.

Al terzo trimestre del 2021 il numero rilevato da Movimprese in Piemonte è di 50’381, pari a -0.4% rispetto allo stesso periodo del 2020 (il 2.1% in meno rispetto al 2019). L’impatto della pandemia è stato più evidente nel comparto dell’industria alimentare, probabilmente a causa dei maggiori oneri in materia di sanificazione e organizzazione dei processi produttivi. In questo settore si può notare una flessione più marcata nel secondo trimestre del 2020 seguita, però, da un lieve recupero nel primo periodo del 2021.

3.2. Focus vercellese

La provincia di Vercelli si caratterizza per ambienti naturali e condizioni climatico-edafiche molto differenti, i quali determinano ambiti agricoli altrettanto eterogenei.

Volendo fare un rapido excursus, nell’Alta Valsesia e Val Sessera si trovano le ampie zone dei pascoli – anche di alta quota - con piccoli, ma numerosi, allevamenti zootecnici, mentre, nella Bassa Valsesia, i suoli e il clima creano condizioni ideali per le produzioni vitivinicole (e.g. colline di Gattinara; prealpi Biellesi). Nella Baraggia, la coltivazione cerealicola e risicola risultano predominanti (grazie anche alla ricchezza in acqua e ai larghi comprensori irrigui serviti dai numerosi consorzi). L’ortofrutta si sviluppa principalmente nella zona di Borgo d’Ale e Saluggia, mentre nella zona di Crescentino, si trovano le maggiori produzioni zootecniche da carne e lattiero-casearie. L’apicoltura rappresenta una buona realtà “ubiquitaria” della provincia, con oltre 6’000 alveari (ancorché caratterizzata da piccole e piccolissime realtà (i.e. circa 500), talvolta a vocazione prettamente amatoriale).

Secondo quanto riportato nel “6° Censimento Generale dell’agricoltura in Piemonte”⁹ - attualmente ultimo censimento disponibile -, **al 2010 la provincia di Vercelli era al quarto posto tra le province piemontesi per Superficie Agricola Totale (SAT) e Superficie Agricola Utilizzata (SAU), con la quasi totalità della superficie agricola disponibile coltivata (rapporto SAU/SAT del 94.5%).** Inoltre, tra le colture più praticate spiccavano i seminativi, con il 54.9% delle aziende provinciali specializzate nella coltivazione del riso (Figura 9).

⁹ <https://www.istat.it/it/files//2013/02/Agricoltura-Piemonte.pdf>

	2010		
	Aziende (N.)	SAU (ha)	SAT (ha)
Torino	14.249	227.165	263.691
Vercelli	2.677	106.214	128.569
Novara	2.643	62.986	70.098
Cuneo	24.847	313.071	417.116
Asti	8.767	67.708	83.531
Alessandria	10.723	161.701	201.408
Biella	1.897	27.449	34.318
Verbano-Cusio- Ossola	1.345	44.484	100.277
Piemonte	67.148	1.010.780	1.299.008

Figura 8. Aziende, SAU e SAT per provincia - anno 2010¹⁰.

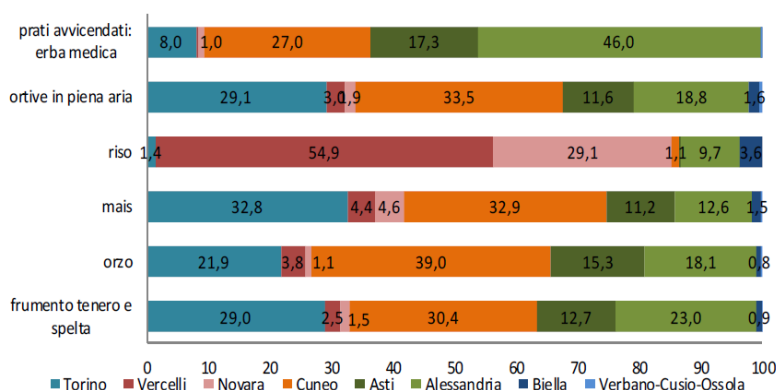


Figura 9. Valori percentuali delle aziende a seminativo suddivise per tipologia di coltivazione e provincia - anno 2010¹¹.

Guardando a dati più recenti¹², la provincia di Vercelli, al 2021, presentava una SAU totale di circa 101'300 ettari, a fronte di una SAT di circa 125'100 ha; tra le principali colture presenti sul territorio provinciale, emergono la coltivazione dei **cereali** (Figura 10), che da soli superano l'80% delle superfici coltivate, e delle **foraggere sia permanenti che temporanee** (rispettivamente 10% e 5.1%), seguite, poi, dalle **coltivazioni industriali** - e.g. soia, girasole, colza (2.3%).

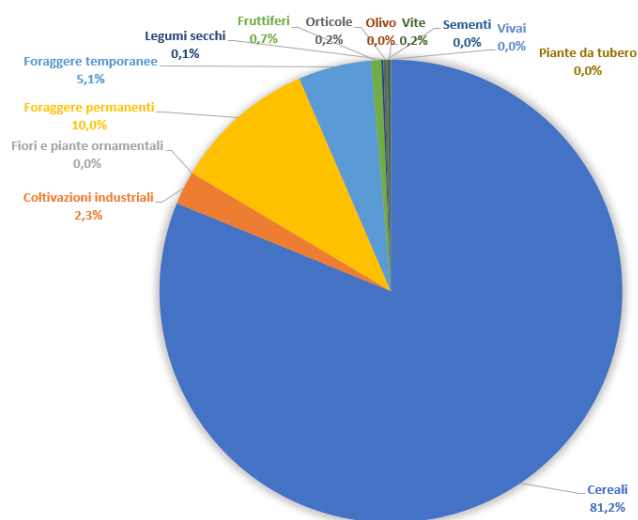


Figura 10. Ripartizione percentuale delle principali colture sul suolo agricolo della provincia di Vercelli – anno 2021. Fonte: Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte.

¹⁰ <https://www.istat.it/it/files//2013/02/Agricoltura-Piemonte.pdf>

¹¹ <https://www.istat.it/it/files//2013/02/Agricoltura-Piemonte.pdf>

¹² Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte (<https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/anagrafe-agricola-data-warehouse>)

Dal punto di vista delle specie coltivate, **tra i cereali spicca il riso, che rappresenta l'85.5% della produzione complessiva, seguito dal mais (11.4%), mentre tra le coltivazioni industriali l'89.7% della produzione viene ottenuto dalla soia.**

In particolare, per quanto riguarda il riso due risultano essere le tipologie più diffuse nel vercellese.

1. La DOP “Riso di Baraggia Biellese e Vercellese”, che comprende un territorio di circa 25'000 ha. Attualmente vi sono circa 10 aziende che lo producono.
2. Riso di qualità superiore, promosso dalla Camera di Commercio di Vercelli; marchio che offre particolari garanzie di qualità al consumatore poiché il prodotto è sottoposto ad analisi chimiche e merceologiche previste in un apposito disciplinare che stabilisce i parametri di qualità.

Per quanto concerne la **zootecnia**, il comparto provinciale mostra una varietà nella consistenza del bestiame, sia in termini di numerosità sia di specie animali¹³. Si contano circa 782'000 capi, di cui **quasi il 95% è rappresentato da volatili da cortile e conigli**, mentre i suini raggiungono un valore del 2.9%, i bovini e bufalini l'1.3% e i caprini ed ovini lo 0.4% (Figura 11).

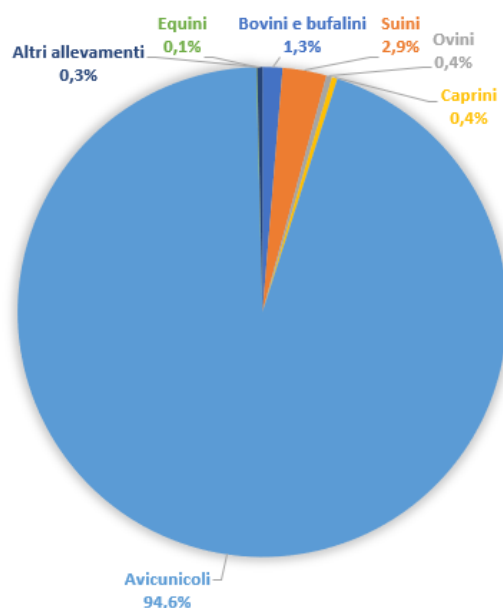


Figura 11. Ripartizione percentuale della consistenza del bestiame nella provincia di Vercelli – anno 2021. Fonte: Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte.

Per quanto riguarda, invece, l'**apicoltura**, il Piemonte si classifica al terzo posto tra le regioni italiane per numero di apicoltori – circa 6'900 su un totale nazionale di circa 68'300 – e tra le province regionali quella di Vercelli con 511 apicoltori si colloca tra le ultime posizioni insieme a quelle di Biella, Novara e Verbano Cusio Ossola¹⁴ (Figura 12).

Inoltre, si può osservare come **nel territorio provinciale prevalgono gli apiari nomadi** – apiari spostati periodicamente dagli apicoltori per seguire determinate fioriture – **di ape ligustica, allevata con metodi convenzionali** (Figura 13).

¹³ Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte (<https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/anagrafe-agricola-data-warehouse>)

¹⁴ Anagrafe Nazionale Zootecnica – Statistiche – Patrimonio Zootecnico – Apicoltura – Attività di Apicoltura e Apiari - Report (https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-pbi/45). Si precisa che il numero di apicoltori rappresenta il numero di attività di apicoltura con apiari ubicati nello specifico territorio; tuttavia, poiché un apicoltore può avere apiari in diversi Comuni, il numero indicato per una Regione non corrisponde alla somma degli apicoltori nei Comuni di competenza, così come il totale nazionale non corrisponde alla somma degli apicoltori nelle diverse Regioni.

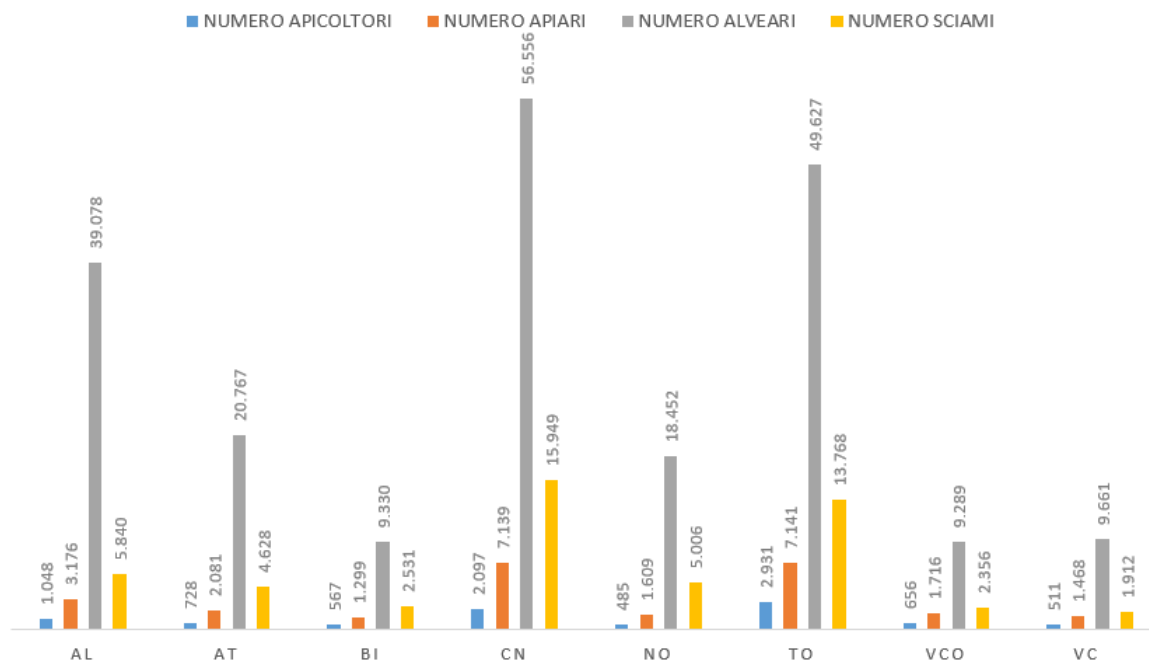


Figura 12. Consistenza del numero di apicoltori, apiari, alveari e sciame suddivisi per provincia in Regione Piemonte – anno 2021. Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica.

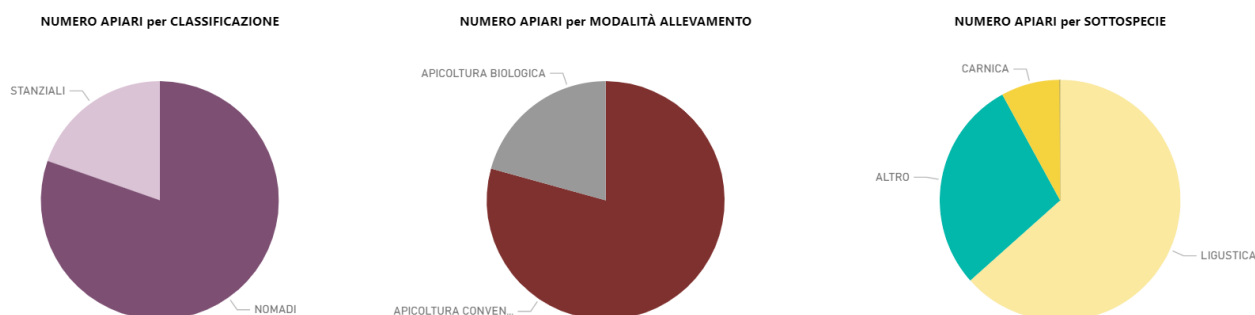


Figura 13. Consistenza apiari della provincia di Vercelli per caratteristiche produttive – anno 2021. Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica.

Invece, a livello di **certificazioni dei prodotti agroalimentari**¹⁵, che rappresentano un indicatore di particolare interesse in relazione allo sviluppo della *green economy*¹⁶, due sono quelle principali:

- **DOP (Denominazione di Origine Protetta)** → prodotti per i quali sia la materia prima, sia la trasformazione, l’elaborazione e la stagionatura si riferiscono a un territorio determinato (che conferisce caratteristiche particolari e inimitabili a una specialità alimentare);
- **IGP (Indicazione Geografica Protetta)** → prodotti per i quali la materia prima e/o la trasformazione e/o l’elaborazione e/o la stagionatura si riferiscono a un territorio determinato che conferisce caratteristiche particolari. Il collegamento fra prodotto e area geografica può consistere, in questo caso, anche semplicemente nella reputazione di cui gode e, in tal senso, la materia prima può talvolta essere acquisita fuori dall’area delimitata.

¹⁵ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2090>

¹⁶ Modello teorico di sviluppo economico che prende in considerazione l’attività produttiva valutandone sia i benefici derivanti dalla crescita, sia l’impatto ambientale provocato dall’attività di trasformazione delle materie prime. In particolare essa è una forma economica in cui gli investimenti pubblici e privati mirano a ridurre le emissioni di carbonio e l’inquinamento, ad aumentare l’efficienza energetica e delle risorse, a evitare la perdita di biodiversità e conservare l’ecosistema – Dizionario Treccani.

Le caratteristiche dei prodotti DOP e IGP dipendono, quindi, totalmente o in parte dal territorio di produzione, inteso come ambiente climatico, pedologico, con i suoi fattori storico-economici, sociologici e culturali¹⁷. Secondo l'elenco dei Prodotti DOP, IGP e STG del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (aggiornato al 04/08/2021), a livello regionale la provincia di Vercelli si colloca al terzo posto dopo Cuneo e Torino, a pari merito con Alessandria e Asti (Figura 14) per numero di prodotti DOP e IGP registrati. Tra questi si annoverano il Riso di Baraggia Biellese e Vercellese DOP, il Gorgonzola DOP, la Nocciola del Piemonte IGP e la Toma Piemontese DOP.

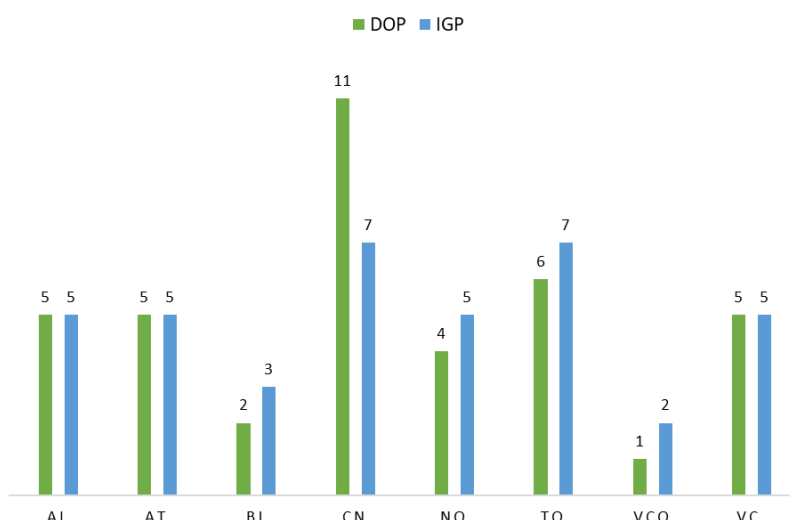


Figura 14. Prodotti DOP e IGP in Piemonte suddivisi per provincia - anno 2021. Fonte: Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali.

Infine, con circa **7'045 ha coltivati a biologico** nel 2021, la SAU biologica della provincia di Vercelli rappresenta circa il 14% di quella regionale. Di questi, il 62.3% è destinato a colture cerealicole, seguite dalle piante industriali con il 14% (e.g. soia, girasole, colza). Le altre colture biologiche rappresentative sono le foraggere avvicendate (10.2%) e i prati permanenti e i pascoli (9.3%)¹⁸.

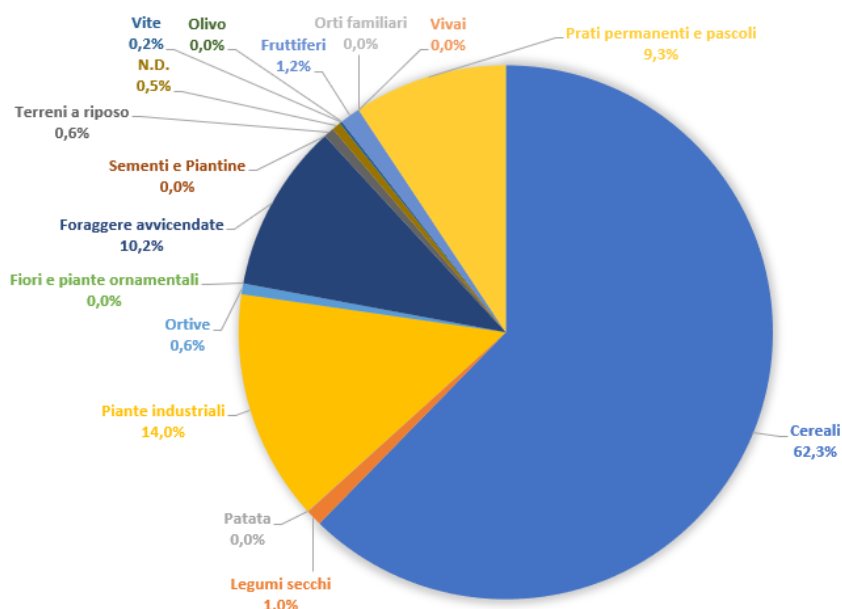


Figura 15. Distribuzione percentuale delle superfici biologiche per i principali orientamenti produttivi - anno 2021. Fonte: Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte.

¹⁷ Fonte: "Granda e Green", Green economy in Provincia di Cuneo da: I QUADERNI DELLA FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI CUNEO; quaderno n.21; a cura di Ires Piemonte; giugno 2014.

¹⁸ Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte (<https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/anagrafe-agricola-data-warehouse>)

Entrando ora nel merito dell'**industria manifatturiera** provinciale, "se nella prima parte del 2021 è proseguito il recupero dell'attività industriale, avviatosi dall'estate dello scorso anno e sostenuto sia dalla ripresa della domanda interna sia dall'incremento delle esportazioni, nel trimestre ottobre-dicembre tale dinamica, pur con dati ancora positivi, si è parzialmente indebolita. Il rallentamento è riconducibile principalmente alla scarsità di alcune materie prime e di semilavorati, con conseguenti difficoltà di approvvigionamento per molti settori, nonché al rincaro di trasporti ed energia"¹⁹. In particolare, nel periodo ottobre-dicembre la variazione della produzione industriale della provincia di Vercelli è aumentata del +4.8% rispetto allo stesso periodo del 2020 (Figura 16), attestandosi poco al di sotto della media regionale (+6.8%) ma risultando comunque l'ultima tra le province piemontesi.

In particolare, il settore che ha mostrato una maggiore crescita è stato quello del tessile-abbigliamento (+10.2%), seguito dalla metalmeccanica (+9.4%) e dalle altre industrie manifatturiere (+3.5%). Risulta, invece, essere stata la chimica l'unico settore con un dato lievemente negativo (-1.8%).

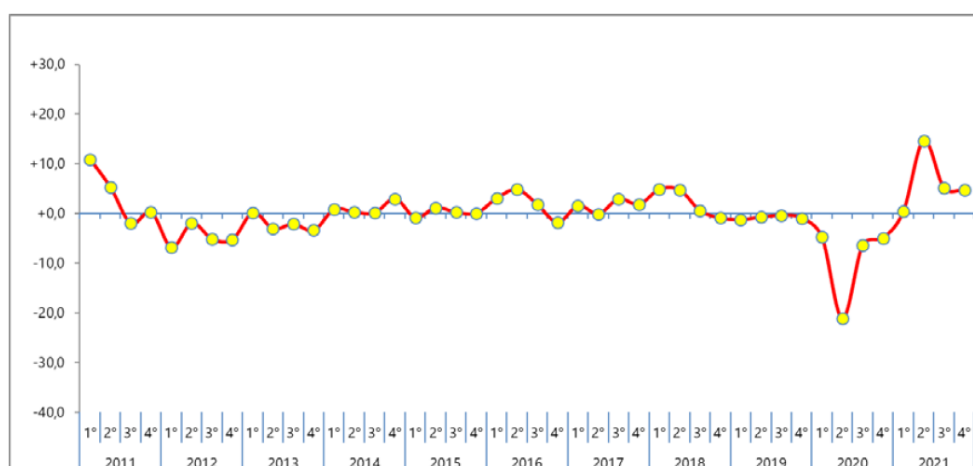


Figura 16. Variazioni percentuali tendenziali annue della produzione industriale della provincia di Vercelli – Serie storica 2011-2021. Fonte: elaborazioni Camera di Commercio Monte Rosa Laghi Alto Piemonte - Indagine congiunturale trimestrale.

A **livello imprenditoriale**, invece, la provincia di Vercelli ha registrato "nel secondo trimestre del 2021, una blanda crescita: il saldo anagrafico delle imprese della provincia è pari, infatti, a +57 unità a fronte delle 180 nuove iscrizioni e 123 cessazioni (nessuna cancellazione d'ufficio nel periodo in esame). Il bilancio tra le imprese iscritte e le imprese cessate si traduce, pertanto, in un tasso positivo, pari a +0.36%. I settori che mostrano maggiore dinamismo, seppure a fronte di bassi numeri assoluti, sono quelli delle costruzioni e degli altri servizi, entrambi attestati al +0.96%. Lo stock di imprese registrate al 30 giugno 2021 ammonta complessivamente a 15'893 unità"²⁰.

Per quanto riguarda le imprese artigiane, nel corso del secondo trimestre, si rilevano 78 iscrizioni e 55 cessazioni (non si registrano cancellazioni d'ufficio), portando il numero di imprese registrate al 30 giugno 2021 a 4'538 unità - contro le 4'515 al 31 marzo 2021 - con un tasso di variazione pari al +0.5%, lievemente inferiore alla media sia piemontese che nazionale, pari rispettivamente a +0.8% e +0.6%²¹.

¹⁹ Comunicato Stampa 10/2022 "Indagine industria manifatturiera" – Camera di Commercio Monte Rosa Laghi - Alto Piemonte (<https://www.pno.camcom.it/chi-siamo/comunicazione/comunicati-stampa-2022>)

²⁰ Comunicato Stampa 1/2022 "Indagine industria manifatturiera" – Camera di Commercio Monte Rosa Laghi - Alto Piemonte (<https://www.pno.camcom.it/chi-siamo/comunicazione/comunicati-stampa-2022>)

²¹ Camera di commercio Vercelli (<http://www.vc.camcom.gov.it/HomePage>)

4. Inquadramento climatico nella macroarea di progetto

Analizzando i **dati relativi al comune di Santhià**, è possibile sintetizzare quanto segue: **i)** la temperatura media annuale è pari a 12.6 °C, **ii)** gennaio è il mese più freddo (T media 2.4 °C) **iii)** luglio è il mese più caldo dell'anno, con una temperatura media di 23.0 °C, infine **iv)** gennaio è anche il mese più secco, con 64 mm di pioggia²². In termini di precipitazioni, invece, il cumulato medio annuale si attesta normalmente sui 1196 mm, con una distribuzione mensile maggiore in autunno e in primavera e un minimo nel periodo estivo.

Il dettaglio delle temperature e delle precipitazioni viene riportato nella Figura 17.

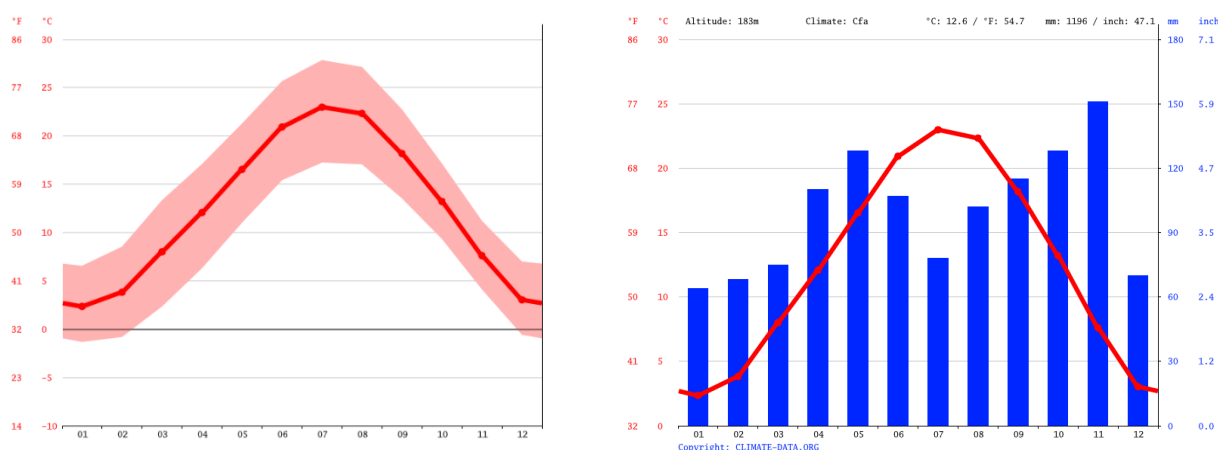


Figura 17. Temperature e Precipitazioni medie mensili a Santhià (VC).

Dall'analisi della localizzazione delle stazioni elettroniche costituenti la rete meteorologica del Piemonte²³, nel comune di Santhià non risulta essere presente nessuna stazione; tuttavia, a circa 7 km Nord, nel Comune di Massazza, è presente una stazione in località Cascina Artiglia (codice stazione 272), i cui dati sono stati utilizzati, come rappresentativi, per la caratterizzazione del clima. In particolare, nel 2021, **i giorni piovosi totali dell'anno sono stati 55**, mentre **il quantitativo pluviometrico giornaliero massimo assoluto è stato registrato in data 20/09, con 108.4 mm (nella media rispetto ai massimi assoluti registrati nel corso dell'ultimo decennio, che si sono attestati tra 28 e 156 mm/giorno)**²⁴. **La precipitazione cumulata annuale del 2021**, riportata in Figura 18, mostra un valore di piovosità decisamente inferiore alla media (i.e. 600-700 mm), con un deficit pluviometrico del 18% rispetto alla norma del trentennio 1971-2000²⁵. In contrapposizione, a riprova dell'estrema variabilità, nella Figura 19 si riportano le precipitazioni cumulate annuali del 2019 per il quale è stato registrato un quantitativo pluviometrico nella media (con circa 1000-1100 mm nella zona selezionata per l'installazione dell'impianto in oggetto).

In assenza di uno studio specifico sulle serie storiche disponibili, dalla semplice analisi dei dati di piovosità dell'ultimo decennio, non si ravvisa alcun trend evidente sui quantitativi complessivi annuali, viceversa appare evidente una estrema variabilità inter-annuale con range che vanno, grossomodo, dai 600 ai 1400 mm.

²² <https://it.climate-data.org/europa/italia/piemonte/santhia-13539/>

²³ https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html

²⁴ https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html

²⁵ https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/clima/rapporti-di-analisi/annuale_pdf/anno_2021.pdf

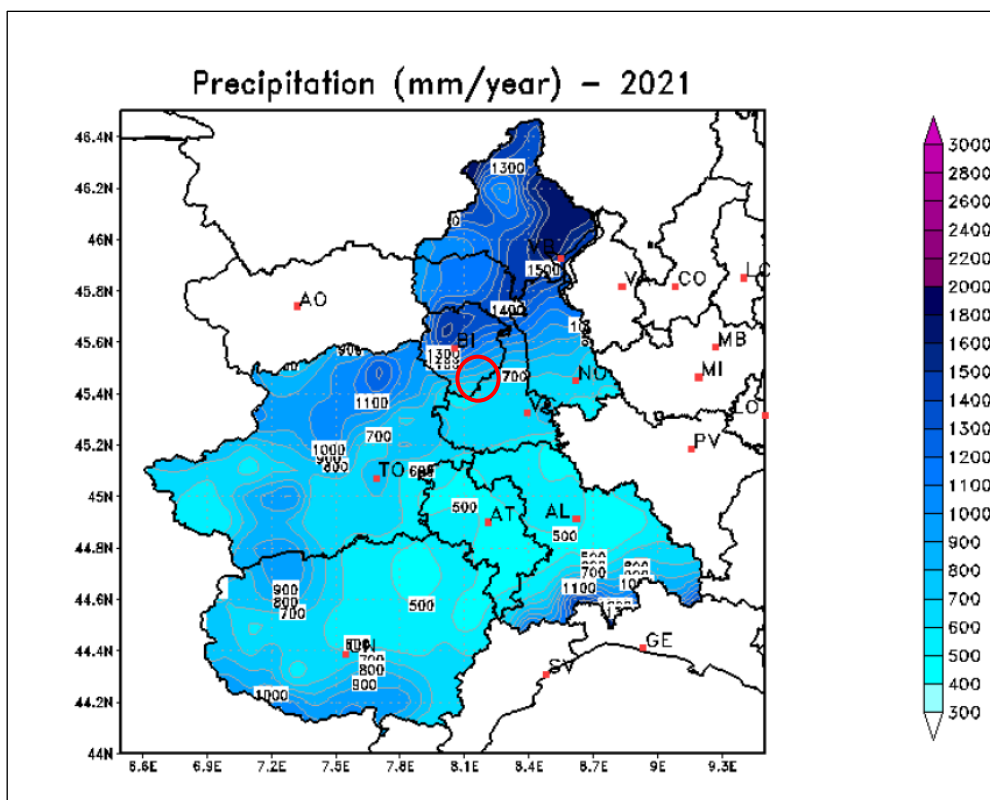


Figura 18. Precipitazioni cumulate del 2021 in Piemonte²⁶ – anno inferiore alla media.

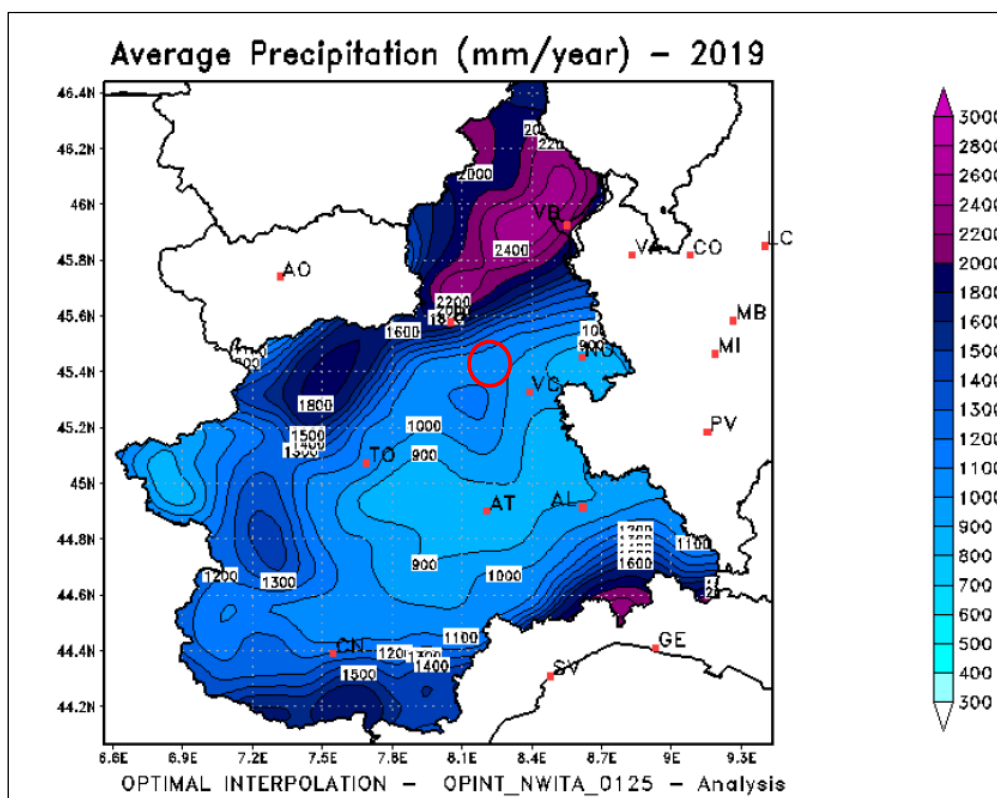


Figura 19. Precipitazioni cumulate nel 2019 in Piemonte²⁷ – anno piovoso.

²⁶ https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/clima/rapporti-di-analisi/annuale_pdf/anno_2021.pdf

²⁷ https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/clima/rapporti-di-analisi/annuale_pdf/anno_2019.pdf

Ulteriore parametro meteo-climatico preso in considerazione è il dato anemometrico. Nella Figura 20, viene riportata la direzione oraria media del vento di Santhià, che presenta una provenienza prevalente da Est nel periodo primaverile-estivo e da Nord nel periodo autunno-invernale. Il grafico trascura le ore in cui la velocità media del vento è inferiore a 1.6 km/h.

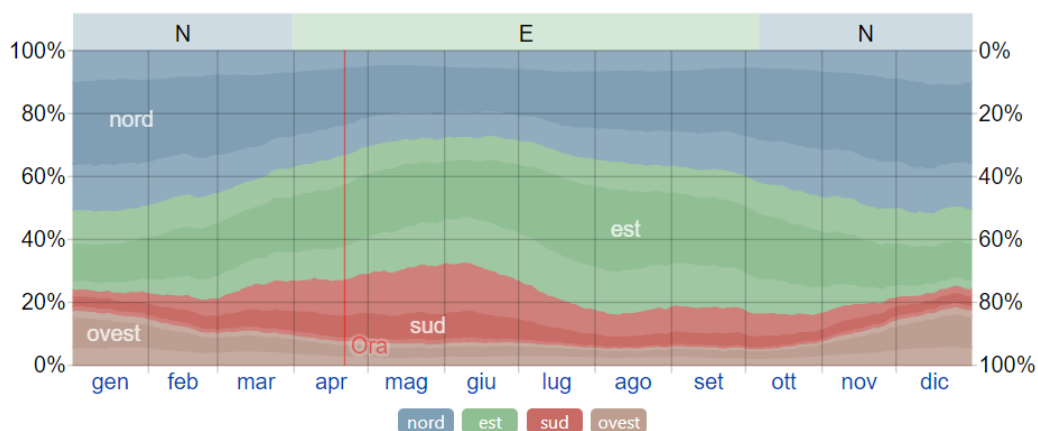


Figura 20. Direzione oraria media del vento di Santhià. Le aree del grafico a colorazione attenuata sono la percentuale di ore passate nelle direzioni intermedie implicite (Nord-Est, Sud-Est, Sud-Ovest e Nord-Ovest)²⁸.

In termini quantitativi, invece, il grafico in Figura 21 fornisce il dettaglio, su base giornaliera, dei valori medi orari di velocità del vento e dei relativi percentili: 25°/75° e 10°/90° (su tre fasce di diversa gradazione di grigio). Si può osservare come la velocità oraria media del vento a Santhià subisca moderate variazioni stagionali durante l'anno.

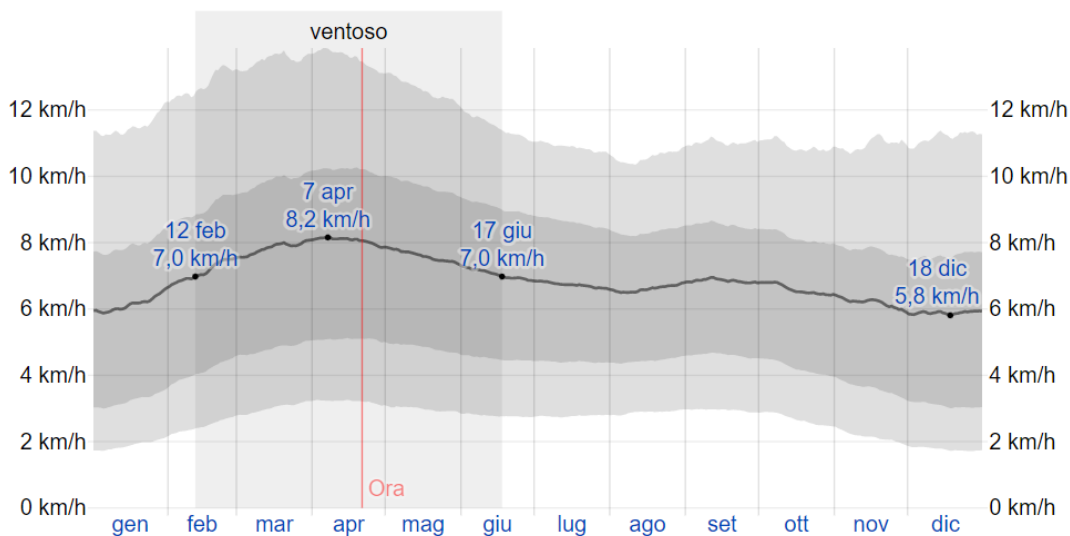


Figura 21. Medie delle velocità orarie del vento su matrice giornaliera. La riga nera rappresenta il valor medio, mentre le fasce a diversa tonalità di grigio sono i diversi percentili: 25°/75° e 10°/90°.

Non sono stati reperiti, invece, dati riferiti alle massime velocità di raffica registrate nella zona.

In termini di irraggiamento, **le aree designate per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico godono di una buona insolazione**, come, peraltro, gran parte della Regione Piemonte (Figura 22), dove la maggior parte dei territori beneficiano di un irraggiamento solare annuo cumulato con valori superiori ai 1700 kWh/m² (Joint Research Center, 2021)²⁹.

²⁸ <https://it.weatherspark.com/y/59383/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Santhi%C3%A0-Italia-tutto-l'anno>
²⁹ Joint Research Centre (2021). <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>.

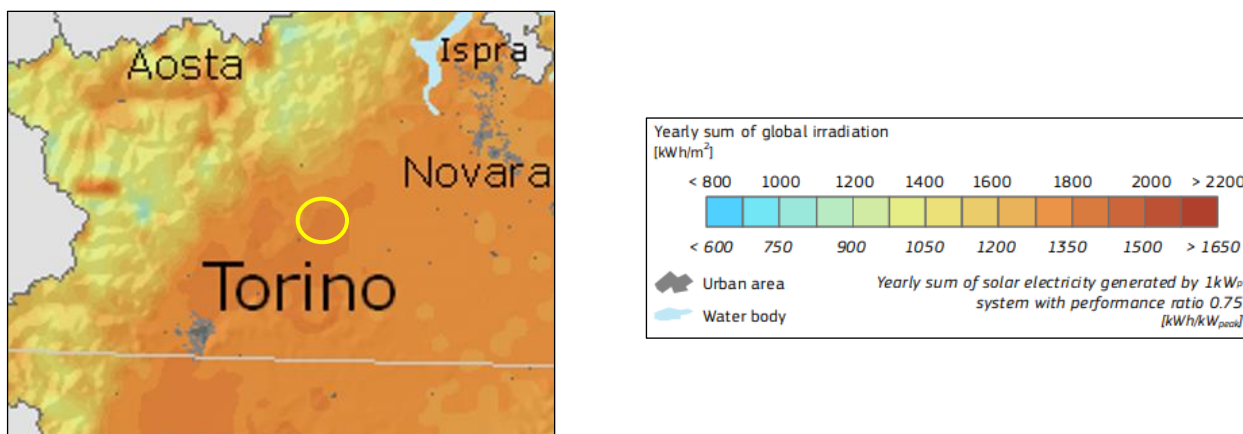


Figura 22. Irraggiamento solare globale nella Regione Piemonte – sommatoria annua (kWh/m²)³⁰.

In Figura 23 si riporta l'energia solare a onde corte incidente totale giornaliera che raggiunge la superficie del suolo in un'ampia area, tenendo in considerazione le variazioni stagionali nella lunghezza del giorno, l'elevazione del sole sull'orizzonte e l'assorbimento da parte delle nuvole e altri elementi atmosferici. La radiazione delle onde corte include luce visibile e raggi ultravioletti. Si evince che **a Santhià il periodo più luminoso dell'anno dura circa 3 mesi, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato superiore a 6 kWh.**

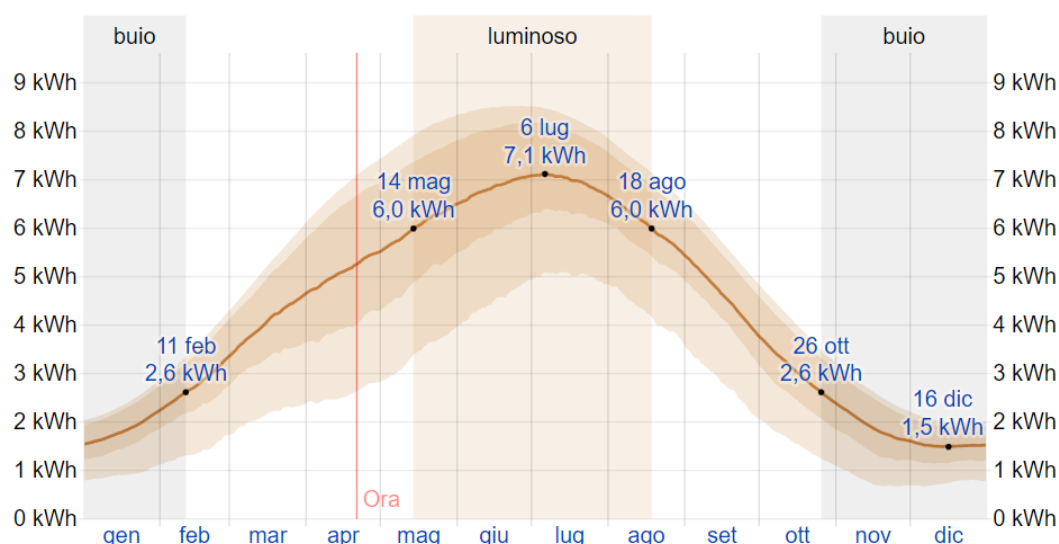


Figura 23. Energia solare a onde corte incidente media (kWh/m²) nel comune di Santhià³¹.

Volendo infine addivenire a una classificazione climatica è possibile definire il clima di Santhià (secondo la classificazione di Köppen e Geiger – Kottke et al., 2006) come **caldo e temperato, con estate umida e temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C.**

Un altro riscontro climatico è rappresentato dalla **Regione fitoclimatica che caratterizza il Piemonte** (Blasi et al., 2007) evidenziate in Figura 24. Il territorio in cui si localizza il Comune di Santhià ricade nella “**Regione temperata subcontinentale**”, caratterizzata da un “**termotipo supratemperato inferiore**” con “**ombrotipo umido inferiore**” (parametro derivante dal rapporto tra la somma delle precipitazioni dei mesi estivi e la somma delle temperature medie dei mesi estivi - indice ombrotermico)³².

³⁰ Joint Research Centre (2021). https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html

³¹ <https://it.weatherspark.com/y/59383/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Santhi%C3%A0-Italia-tutto-l'anno>

³² <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2014.891472>

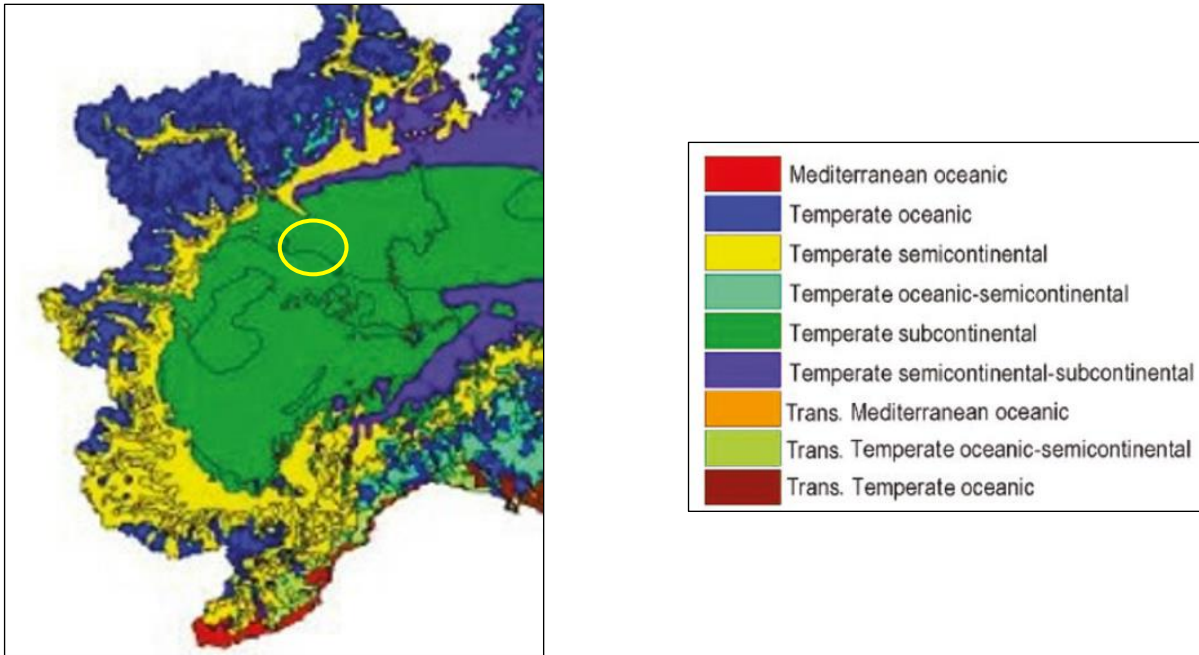


Figura 24. Carta fitoclimatica d'Italia - Piemonte (Blasi et al., 2007).

Ne risulta, quindi, che la macroarea di progetto sia caratterizzata da un clima per lo più caldo e temperato con buoni apporti pluviometrici (e una buona ritenzione idrica dei suoli come successivamente descritto).

5. Ubicazione dell'intervento

L'area identificata per l'installazione dell'impianto agrivoltaico "e-VerGREEN" è localizzata nel comune di Santhià, località Sant'Alessandro, in provincia di Vercelli. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra con un layout di progetto opportunamente ottimizzato per la perpetrazione dell'uso agricolo. La localizzazione spaziale si evince dalla Figura 25 (coord. 45°24'17.07"N e 8°09'54.20"E).

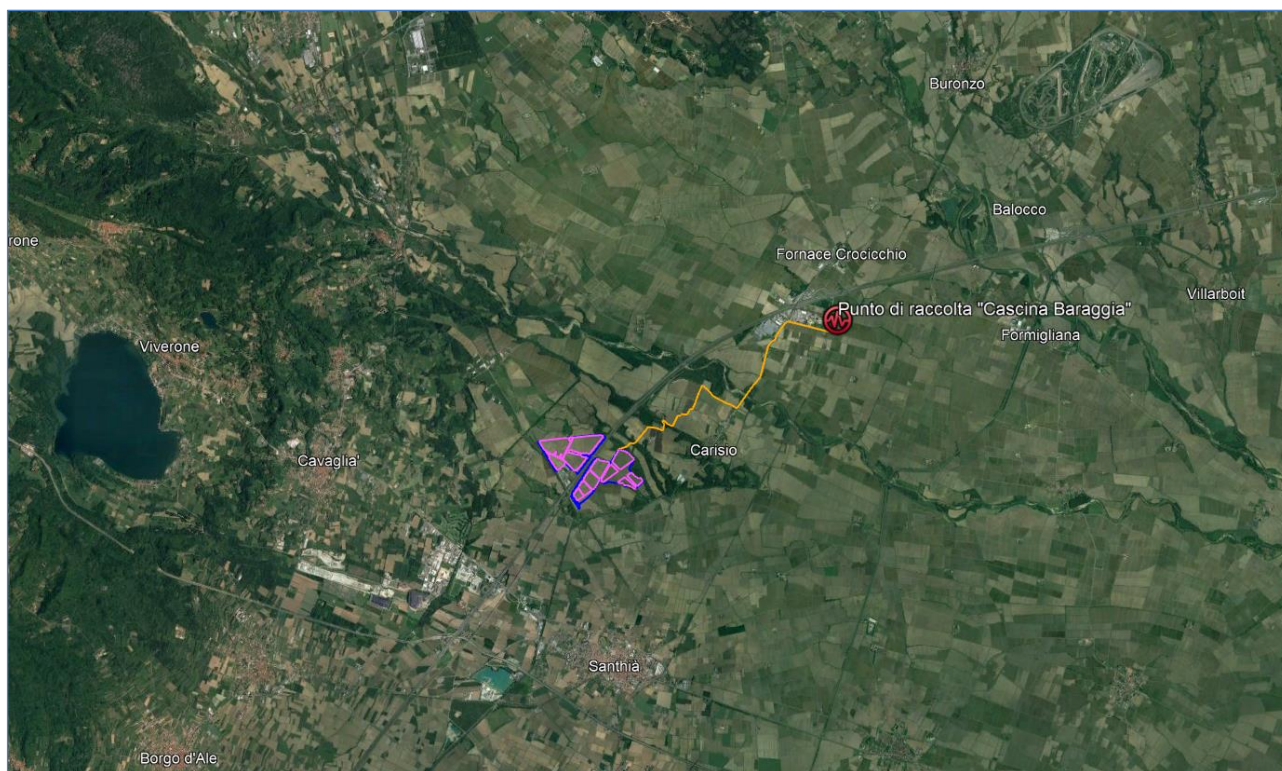


Figura 25. Localizzazione dell'area di intervento su foto satellitare: linea blu= superficie catastale; linea fucsia= area di impianto (recinzione); linea arancione= cavidotto di connessione; puntalino rosso= punto di raccolta "Cascina Baraggia" – (Fonte cartografica di base: Google Earth).

L'area catastale disponibile per il progetto ha un'estensione pari a 140.53 ha, mentre l'area di impianto, delimitata dalla recinzione perimetrale, misura 103.73 ha e si trova, in linea d'aria (rispetto agli abitati più prossimi), a circa: 4.3 km Nord-Ovest dal centro abitato di Santhià; 8.2 km Nord-Est dal Comune di Alice Castello; 5.6 km Est dal centro di Cavaglia; 5.7 km Sud-Est dall'abitato di Dorzano; 6.4 km Sud/Sud-Est da Salussola; 2 km Sud-Ovest dall'abitato di Carisio; 10.4 km Ovest dal Comune di Casanova Elvo; 9 km Nord-Ovest da San Germano Vercellese; 9 km Nord/Nord-Ovest dal Comune di Crova; 7 km Nord dall'abitato di Tronzano Vercellese.

Dal punto di vista viabilistico, a livello sovralocale, l'area di impianto è raggiungibile dalla Strada Provinciale 143 (SP143), dalla Strada Provinciale 230 (SP230) e dall'Autostrada Serenissima (A4); a livello locale il sito di impianto è, invece, facilmente accessibile dalla viabilità secondaria connessa alla Strada Provinciale 54 (SP54), alla Strada Provinciale 322 (SP322) e alla Strada Provinciale 3 (SP3). Data la presenza di diverse aree recintate che costituiscono il parco fotovoltaico nel suo complesso, sono presenti n° 12 accessi, uno per ciascuna area recintata. Interessante rilevare anche come l'area risulti già dotata di una efficace viabilità interna, in buona parte anche asfaltata e in ottime condizioni.

Nella Tabella 1 si riassumono le informazioni catastali relative all'area disponibile identificata per la realizzazione del progetto agrivoltaico.

Tabella 1. Dati catastali delle particelle interessate dal progetto.

COMUNE	IMPIANTO	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE (ha. are. ca)	QUALITA' - CLASSE
Santhià (VC)	e-VerGREEN	7	1	00.52.00 11.14.40 14.23.00	Seminativo – U Semin. irrig. – 5 Risaia stab. – U
		7	2	00.46.20	Bosco misto – 2
		7	10	00.49.60	Bosco ceduo – 2
		7	45	00.52.80	Incolt. prod. – U
		8	1	13.28.10	Risaia stab. – U
		8	25	02.15.30	Risaia stab. – U
		8	27	00.11.10	Pascolo – U
		8	28	00.08.50	Semin. irrig. – 5
		8	70	02.91.00 00.39.70	Risaia stab. – U Semin. irrig. – 5
		8	82	11.01.86	Risaia stab. – U
		8	105	00.00.48	Pascolo – U
		8	121	21.46.53	Risaia stab. – U
		8	134	00.06.00 00.12.90	Risaia stab. – U Semin. irrig. – 5
		8	154	07.31.89	Risaia stab. – U
		8	162	11.60.20	Risaia stab. – U
		9	9	00.13.50	Risaia stab. – U
		9	21	15.63.70	Risaia stab. – U
		9	165	00.05.30	Semin. irrig. – 5
		9	166	00.05.50	Semin. irrig. – 5
		9	168	00.01.10	Semin. irrig. – 5
		9	169	01.98.70	Risaia stab. – U
		9	170	00.17.80	Risaia stab. – U
		9	176	00.26.40	Risaia stab. – U
		9	177	00.09.10	Risaia stab. – U
		10	1	14.13.10	Risaia stab. – U
		10	2	00.65.00	Risaia stab. – U
		10	86	07.09.90	Risaia stab. – U
		10	88	01.24.30	Risaia stab. – U
		10	90	00.01.00 00.00.30	Risaia stab. – U Bosco alto – U
		12	285	00.72.60	Incolt. prod. – U
12	294	00.34.16	Seminativo – U		
SUPERFICIE TOTALE CATASTALE				140.53.02	

Entrando nel merito del contesto territoriale, **l'area di progetto si inserisce in uno scenario pianeggiante con una pendenza che si attesta intorno al 2%** (Figura 26 e Figura 27), **in una compagine territoriale dove la componente agricola, tipica della zona, è costituita principalmente da risaie, alternate a seminativi in aree non irrigue, boschi di latifoglie e aree industriale e/o commerciali.**

L'area di progetto, nello specifico, oggi è adibita alla coltivazione di erbacee di pieno campo (prevalentemente riso o soia, secondo criteri di opportunità/convenienza), **attività agricola che sarà perpetrata anche ad impianto realizzato.** Il lotto designato per la produzione energetica solare (ad eccezione del margine Est - adiacente a un'area boscata - e del margine Ovest – adiacente, in parte, alla ferrovia Biella-Santhià e, in parte, all'azienda farmaceutica Sicor Srl), si trova in un contesto periurbano a densità abitativa

medio/bassa e confina quasi integralmente con altri campi agricoli. Nelle vicinanze di progetto, tuttavia, si distinguono alcuni fabbricati industriali e rurali e alcune preesistenze di edilizia residenziale. Infine, si segnala che le aree di impianto risultano inframmezzate dall'Autostrada A4 (Torino-Trieste) e, a Sud-Est, dalla linea 380kV "Rondissone-Turbigo".

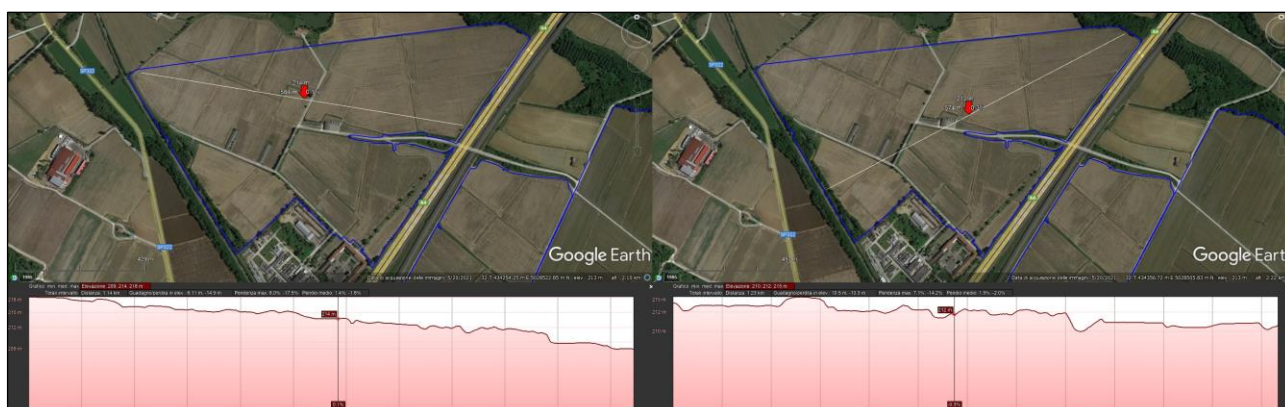


Figura 26. Profilo di elevazione dell'area a Nord-Ovest dell'Autostrada.

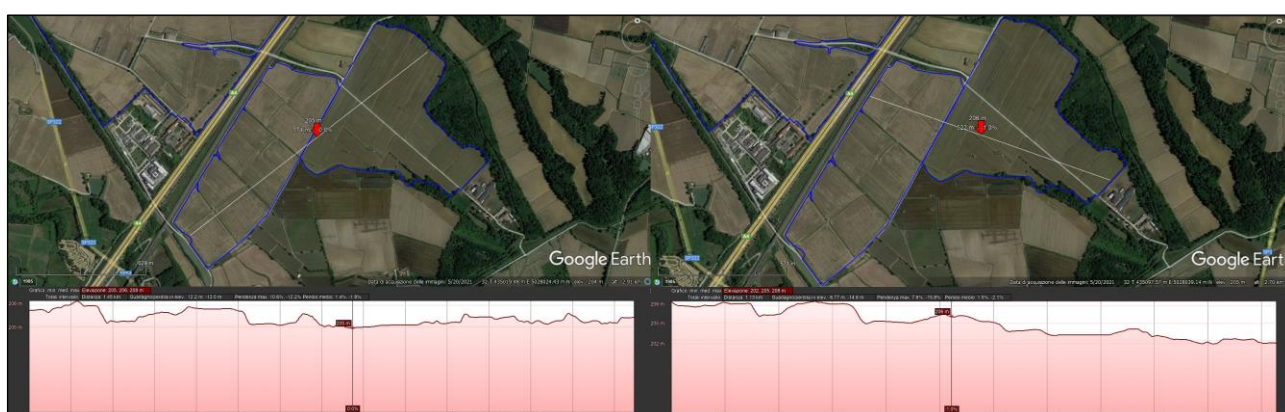


Figura 27. Profilo di elevazione dell'area a Sud-Est dell'Autostrada.

Analizzando la pianificazione comunale, le particelle interessate risultano ricadere nella "Zona EE/b – Area agricola diversificata", confermando l'attuale ambito rurale e agricolo delle superfici.

Inoltre, dai **Certificati di Destinazione Urbanistica** emerge che alcune aree sono soggette ai seguenti vincoli, presi debitamente in considerazione in fase di progettazione per la definizione del layout di impianto:

- "Aree boscate" (art. 142 del Codice dei beni culturali e del paesaggio, D.Lgs. n° 42 del 22.01.2004) per il Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 10 (in parte) - 2 (in parte) - 45 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 169 (in parte) - 170 (in parte), Foglio n. 10 particelle 86 (in parte) - 88 (in parte);
- "Distanza di prima approssimazione degli elettrodotti" per il Foglio n. 8 particelle 121 (in parte) - 25 (in parte) - 82 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 9, Foglio n. 10 particelle 1 (in parte) - 2 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte);
- "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" per il Foglio n. 8 particella 1 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 169 (in parte);
- "Fasce di rispetto stradali" per il Foglio n. 8 particelle 1 (in parte) - 121 (in parte) - 134 (in parte) - 154 (in parte) - 162 (in parte) - 165 - 166 - 25 (in parte) - 27 (in parte) - 28 (in parte) - 82 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 165 - 166 - 168 - 169 (in parte) - 170 - 176 - 177, Foglio n. 10 particelle 1 (in parte) - 86 (in parte) - 88 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte);
- "Fasce di rispetto ferroviarie" per il Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 10 (in parte) - 2 (in parte) - 45 (in parte), Foglio n. 8 particelle 105 - 121 (in parte) - 162 (in parte) - 165 - 166 - 82 (in parte), Foglio n. 9 particelle 165 (in parte) - 166 (in parte) - 168 (in parte) - 169 (in parte) - 170 (in parte) - 176 (in parte) - 177 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte);

- Classe II° “a moderata pericolosità geomorfologica” per il Foglio n. 7 particelle 1 - 10 - 2 - 45, Foglio n. 8 particelle 1 - 105 - 121 - 134 - 154 - 162 - 165 - 166 - 25 - 27 - 28 - 70 - 82, Foglio n. 9 particelle 21 - 9 - 165 - 166 - 168 - 169 - 170 - 176 - 177, Foglio n. 10 particelle 1 - 2 - 86 - 88 - 90, Foglio n. 12 particelle 285 - 294.

Si riportano alcuni fotogrammi relativi a un sopralluogo effettuato, scattati da diversi punti di osservazione. Per facilità di comprensione, il sito di progetto è stata distinto in due parti:

- Area Nord, localizzata a Nord-Ovest dell’Autostrada;
- Area Sud, localizzata a Sud-Est dell’Autostrada.

Per opportuna conoscenza si rappresenta che le due parti sono logisticament interconnesse da un sovrappasso autostradale carrabile asservito alle aree agricole di progetto.



Figura 28. Area Nord - Veduta lato Sud-Est dalla strada che costeggia l’Autostrada.



Figura 29. Area Nord – Veduta lato Nord dalla sponda del lago.



Figura 30. Area Nord - Veduta lato Nord-Ovest in corrispondenza della Cascina Quinto Nuovo 89.



Figura 31. Area Nord - Veduta lato Sud-Ovest lungo la ferrovia Santhià-Biella.



Figura 32. Area Nord - Veduta da drone.



Figura 33. Area Sud - Veduta lato Sud-Ovest dalla strada sterrata che si diparte da Strada Vecchia di Biella.



Figura 34. Area Sud - Veduta lato Nord-Est dalla strada che porta alla Località Nebbione.



Figura 35. Area Sud - Veduta lato Sud-Est dall'azienda agricola/zootecnica presente.



Figura 36. Area Sud - Veduta da drone.

Riguardo all'autorizzazione di impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili in aree agricole, le normative vigenti, nello specifico il **D.M. 10/9/2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" – paragrafo 16.4.** ed il **D.Lgs. 387/2003 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"**, Art. 12 comma 7 e la **Delibera della Giunta Regionale n. 3-1183 del 14/12/2010 "Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra ai sensi del paragrafo 17.3. delle Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili emanate con il Decreto Ministeriale del 10 settembre 2010"**, prescrivono che i progetti non devono interferire negativamente con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali (produzioni biologiche, produzioni DOP, IGP, STG, DOC, DOCG, produzioni tradizionali), alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale.

Come verificato dalle cartografie disponibili e tramite sopralluoghi in campo, emerge che:

1. le particelle interessate dall'intervento fotovoltaico sono superfici oggetto di coltivazioni agricole e risultano afferenti alla 3° classe di capacità d'uso dei suoli (come meglio dettagliato nel prosieguo);
2. il Piano Paesaggistico Regionale identifica l'area come genericamente ricadente all'interno della "*Pianura vercellese*";
3. alcune porzioni di terreno sono caratterizzate da elementi vincolistici e fasce di rispetto (come individuato anche dai CDU), sempre oggetto di opportune attenzioni progettuali onde escluderne possibili interferenze;
4. sull'area non sono attualmente praticate coltivazioni che perseguano un fine specifico di tutela e/o valorizzazione della biodiversità e **non insistono produzioni agroalimentari di qualità e di particolare pregio come prodotti IGP, DOC, DOCG o riconducibili a marchi di qualità.**

Dagli approfondimenti condotti, inoltre, al netto degli ordinari contributi PAC subordinati alle colture di anno in anno effettuate, non risultano presenti contributi agroambientali a valere su misure vincolanti e/o pluriennali (e.g. fondi PSR).

Ne consegue che l'insediamento e l'esercizio dell'impianto agrivoltaico non comprometterà e/o interferirà negativamente con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale, come prescritto dalle normative vigenti.

6. Aspetti pedo-agronomici del sito

Come illustrato nel SIA (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-02 – Par. 3.6), sulla base della “*Carta dei suoli e carte derivate del Piemonte*” (1:250.000) la macroarea oggetto di studio appartiene all’**Unità cartografica 00054**” costituita da quattro principali delineazioni: il terrazzo di Rovasenda – situato al confine delle provincie di Biella e Vercelli, tra i fiumi Sesia e Cervo; i terrazzi posti rispettivamente in sinistra e in destra idrografica del fiume Cervo - nei pressi degli abitati di Cossato (BI) e Villanova Biellese (BI) e in ultimo il terrazzo di Carisio (VC) in destra idrografica del fiume Elvo. Il paesaggio si presenta costituito da antichi terrazzi fortemente ondulati ed incisi, in direzione nord-sud, da corsi d’acqua minori che nel tempo si sono via via approfonditi rispetto al piano principale. Le aree che lo costituiscono si sono evolute su depositi fluvio-glaciali antichi, ghiaiosi in profondità, limosi e argillosi in superficie. L’uso prevalente dei suoli è la risicoltura a cui si affiancano praticoltura e cerealicoltura (con grano e orzo). In tale contesto, fortemente orientato alle attività agricole, permangono zone residuali di bosco planiziale costituite da specie come la farnia, il frassino e il ciliegio. A sua volta l’Unità cartografica è costituita da tre principali sottogruppi: “Aquic Fraglossudalf” (Identificativo codice 5342_01) – costituisce il 50% dei suoli dell’intera Unità, “Oxyaquic Fragiudalf” (Identificativo codice 5332_01) – costituisce il 40% delle superfici presenti nell’Unità (tra cui l’area di progetto) ed infine “Altri suoli” – rappresentano il 10% della superficie totale.

Ad un livello di maggiore dettaglio, secondo la “*Carta dei Suoli del Piemonte*” (1:50.000), l’area di progetto ricade all’interno dell’**Unità Cartografica U0309**” (Figura 37) costituita da un’unica delineazione posta nella pianura biellese sud occidentale, in destra orografica del fiume Elvo, che si estende da Salussola (BI) fino all’abitato di Carisio (VC). In particolare è caratterizzata da un terrazzo antico uniforme (di origine alluvionale), sopraelevato di 15-20 m rispetto al livello della pianura principale in quanto risparmiato dai processi erosivi operati dallo stesso corso d’acqua.

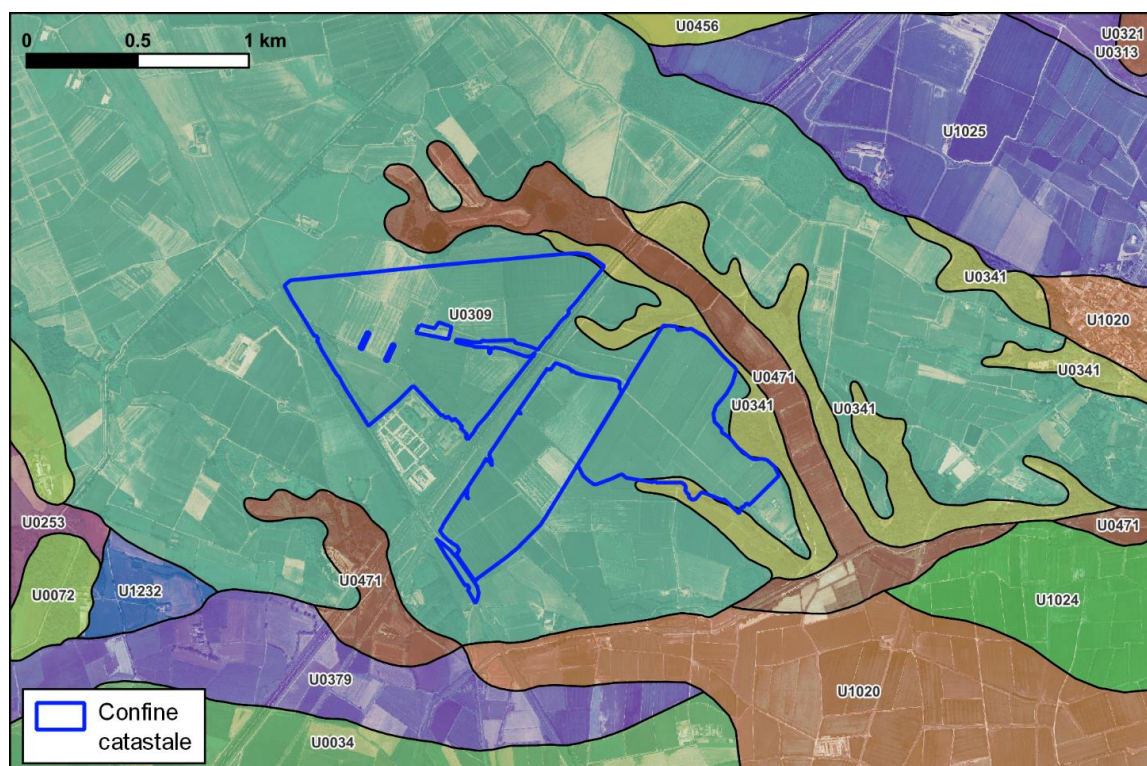


Figura 37. Estratto della “*Carta dei Suoli del Piemonte*” 1:50:000. Evidenziata dalla linea continua blu l’area catastale oggetto di intervento.

I suoli che costituiscono l’Unità - depositi di limi e argille non calcarei - sono molto antichi e mostrano un elevato grado di evoluzione pedogenetica con eluviazione dell’argilla dagli orizzonti superficiali a quelli più profondi. L’uso del suolo è per la maggior parte costituito dalla risicoltura e, secondariamente, dalla praticoltura.

All'interno dell'Unità sono presenti infatti due distinte fasi di suolo determinate dalla diversa destinazione d'uso degli stessi terreni:

1. La fase **CARISIO anthraquica – CRS₂** (costituisce il 70% delle superfici presenti nell'Unità): è costituita da suoli sui quali viene effettuata la coltura per sommersione del riso. Tale modalità di coltivazione determina un ristagno idrico superficiale che dà luogo al manifestarsi di caratteri di idromorfia entro i primi 40 cm di profondità del suolo;
2. La fase **CARISIO tipica – CRS₁** (30% delle superfici che caratterizzano l'Unità): si trova sugli appezzamenti non coltivati a riso ma adibiti a prato o a colture alternative. Non presenta, invece, idromorfia superficiale.

Nell'area di studio, i suoli sono ascrivibili agli “**Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi**” (Classificazione Soil Taxonomy: Oxyaquic Fragiudalf, fine-silty, mixed, nonacid, mesic) e sono rilevabili caratteristiche di entrambe le fasi sopra identificate. In particolare, la fase *Carisio anthraquica* CRS₂ è costituita da suoli profondi con una profondità utile limitata, a circa 50 cm, dalla presenza di condizioni di idromorfia che si vengono a creare per il ristagno idrico superficiale dovuto alla coltura per sommersione del riso. Nei subsoil sono inoltre presenti accumuli di concrezioni di Ferro-Manganese che possono formare un orizzonte estremamente resistente e che limita fortemente l'ulteriore approfondimento degli apparati radicali. La disponibilità di ossigeno è imperfetta e la permeabilità bassa, il drenaggio è mediocre. La falda profonda non ha una influenza diretta sul profilo del suolo. Il profilo tipico è caratterizzato da topsoil di colore da bruno olivastro a bruno giallastro chiaro con screziature di colore giallo brunastro e grigie, tessitura franca o franco limosa, assenza di scheletro, reazione acida ed assenza di carbonato di calcio e da subsoil di colore dominante da bruno olivastro chiaro a bruno giallastro con screziature in percentuale variabile dal 20 al 50 % di colore sia grigio che bruno. Tali screziature evidenziano l'alternanza dei processi di ossido riduzione nel profilo che si verificano stagionalmente a seguito di ristagno idrico dovuto alla bassa permeabilità dei suoli. La tessitura infine varia da franco limosa a franca, lo scheletro è assente, la reazione è subacida con assenza di carbonato di calcio. Sono inoltre evidenti elementi caratteristici del frangipan.

La fase *Carisio tipica* CRS₁ è invece costituita da suoli profondi con una profondità utile limitata, a circa 120 cm, dall'accumulo di concrezioni di Ferro-Manganese, che formano un orizzonte estremamente resistente e che limita l'ulteriore approfondimento degli apparati radicali. La disponibilità di ossigeno è moderata e la permeabilità bassa, il drenaggio è mediocre. Anche in questo caso la falda è profonda e non ha una influenza diretta sul profilo del suolo. Il profilo tipico presenta topsoil di colore da bruno olivastro a bruno giallastro chiaro, privi di screziature, con tessitura franco-limosa, privi di scheletro, reazione acida ed assenza di carbonato di calcio e subsoil caratterizzati da un colore dominante bruno giallastro scuro, con screziature in percentuale variabile dal 20 al 50% di colore sia grigio che bruno. Anche in questo caso le screziature evidenziano l'alternanza dei processi di ossido riduzione nel profilo che si verificano stagionalmente a seguito di ristagno idrico dovuto alla bassa permeabilità dei suoli. Come per i suoli CRS₂, la tessitura varia da franco-limosa a franca, lo scheletro è assente, la reazione è subacida con assenza di carbonato di calcio e sono infine evidenti elementi caratteristici del frangipan.

In entrambe le fasi, la tipica sequenza degli orizzonti è Ap-E-Btx-Bts. La profondità dell'orizzonte con abbondanza di concentrazioni di Ferro-Manganese è variabile come anche la percentuale di volume delle concrezioni che in alcuni casi può raggiungere anche il 60%.

In generale tali suoli sono utilizzati per coltivazioni risicole in relazione alla loro bassa permeabilità che consente fasi colturali di irrigazione per sommersione. Tali pratiche, tuttavia, contribuiscono ad una acidificazione superficiale dei suoli, con progressiva riduzione della fertilità (ed esigenza di interventi correttivi tramite calcitazioni, ammendamenti e fertilizzazioni - minerali ed organiche). Pratiche abituali, pertanto, risultano essere le rotazioni colturali, meglio se effettuate con leguminose (e.g. soia) o con forme di set-aside seguite da sovescio.

Secondo la “*Carta della Capacità d'Uso dei Suoli*” (1:50.000 - Figura 38), derivata dalla “*Carta dei Suoli*” al fine di differenziare le terre a seconda delle potenzialità produttive delle diverse tipologie pedologiche³³, l'area

³³ Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto. Le classi da 1 a 4 sono rappresentate da suoli adatti alla coltivazione e ad altri usi; le classi da 5 a 8, identificano suoli diffusi in aree non adatte alla coltivazione. Nello specifico:

- Classe 1 Limitazioni all'uso scarse o nulle. Ampia possibilità di scelte colturali e usi del suolo.
- Classe 2 Limitazioni moderate che riducono parzialmente la produttività o richiedono alcune pratiche conservative.
- Classe 3 Evidenti limitazioni che riducono le scelte colturali, la produttività e/o richiedono speciali pratiche conservative.

di studio rientra interamente all'interno della Classe III ossia "Suoli con alcune limitazioni che riducono la scelta e la produzione delle colture agrarie", con limitazioni di tipo "w1" ovvero "Limitazione idrica: disponibilità di ossigeno per le piante".

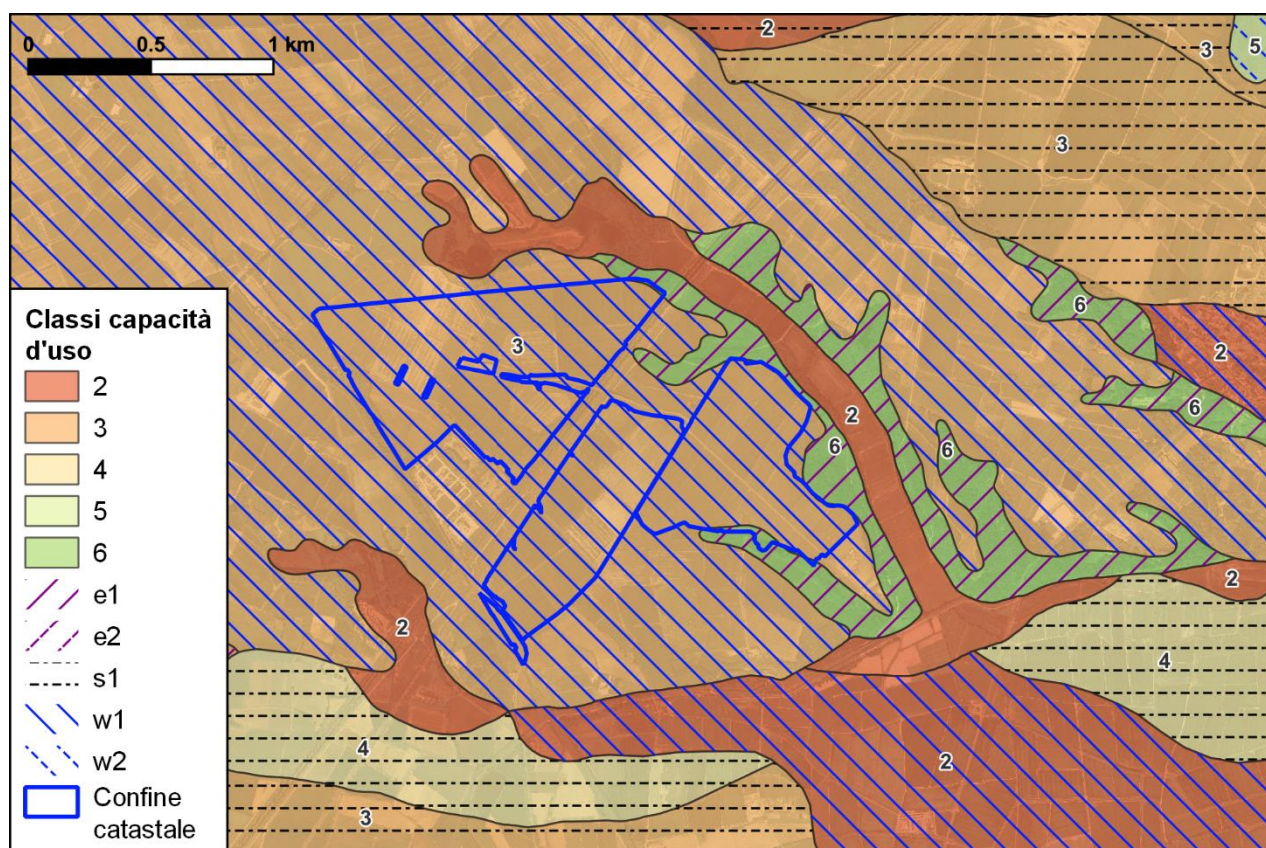


Figura 38. Estratto della carta della capacità d'uso dei suoli della Regione Piemonte. Evidenziata dalla linea continua blu l'area catastale oggetto di intervento.

Secondo la classificazione Corine³⁴ (Figura 39), così come confermato dai sopralluoghi in situ, le aree sono adibite alla coltivazione di erbacee di pieno campo, prevalentemente riso o soia secondo criteri di opportunità/convenienza/mercato.

- Classe 4 Limitazioni molto evidenti che restringono la scelta delle colture e richiedono una gestione molto attenta per contenere la degradazione.
- Classe 5 Limitazioni difficili da eliminare che restringono fortemente gli usi agrari. Praticoltura, pascolo e bosco sono usi possibili insieme alla conservazione naturalistica.
- Classe 6 Limitazioni severe che rendono i suoli generalmente non adatti alla coltivazione e limitano il loro uso al pascolo in alpeggio, alla forestazione, al bosco o alla conservazione naturalistica e paesaggistica.
- Classe 7 Limitazioni molto severe che rendono i suoli non adatti alle attività produttive e che restringono l'uso alla praticoltura d'alpeggio, al bosco naturaliforme, alla conservazione naturalistica e paesaggistica.
- Classe 8 Limitazioni che precludono totalmente l'uso produttivo dei suoli, restringendo gli utilizzi alla funzione ricreativa e turistica, alla conservazione naturalistica, alla riserva idrica e alla tutela del paesaggio.

La sottoclasse è il secondo livello gerarchico nel sistema di classificazione della capacità d'uso dei Suoli. I codici "e", "w", "s", e "c" sono utilizzati per l'indicazione sintetica delle sottoclassi di capacità d'uso. Nello specifico:

- Sottoclasse "e" è concepita per suoli sui quali la suscettibilità all'erosione e i danni pregressi da erosione sono i principali fattori limitanti.
- Sottoclasse "w" è concepita per suoli in cui il drenaggio del suolo è scarso e l'elevata saturazione idrica o la falda superficiale sono i principali fattori limitanti.
- Sottoclasse "s" è concepita per tipologie pedologiche che hanno limitazioni nella zona di approfondimento degli apparati radicali, come la scarsa profondità utile, pietrosità eccessiva o bassa fertilità difficile da correggere.
- Sottoclasse "c" è concepita per suoli per i quali il clima (temperatura e siccità) è il maggiore rischio o limitazione all'uso.

³⁴ Programma CORINE (COOrdination of INformation on the Environment – Decisione 85/338/EEC)

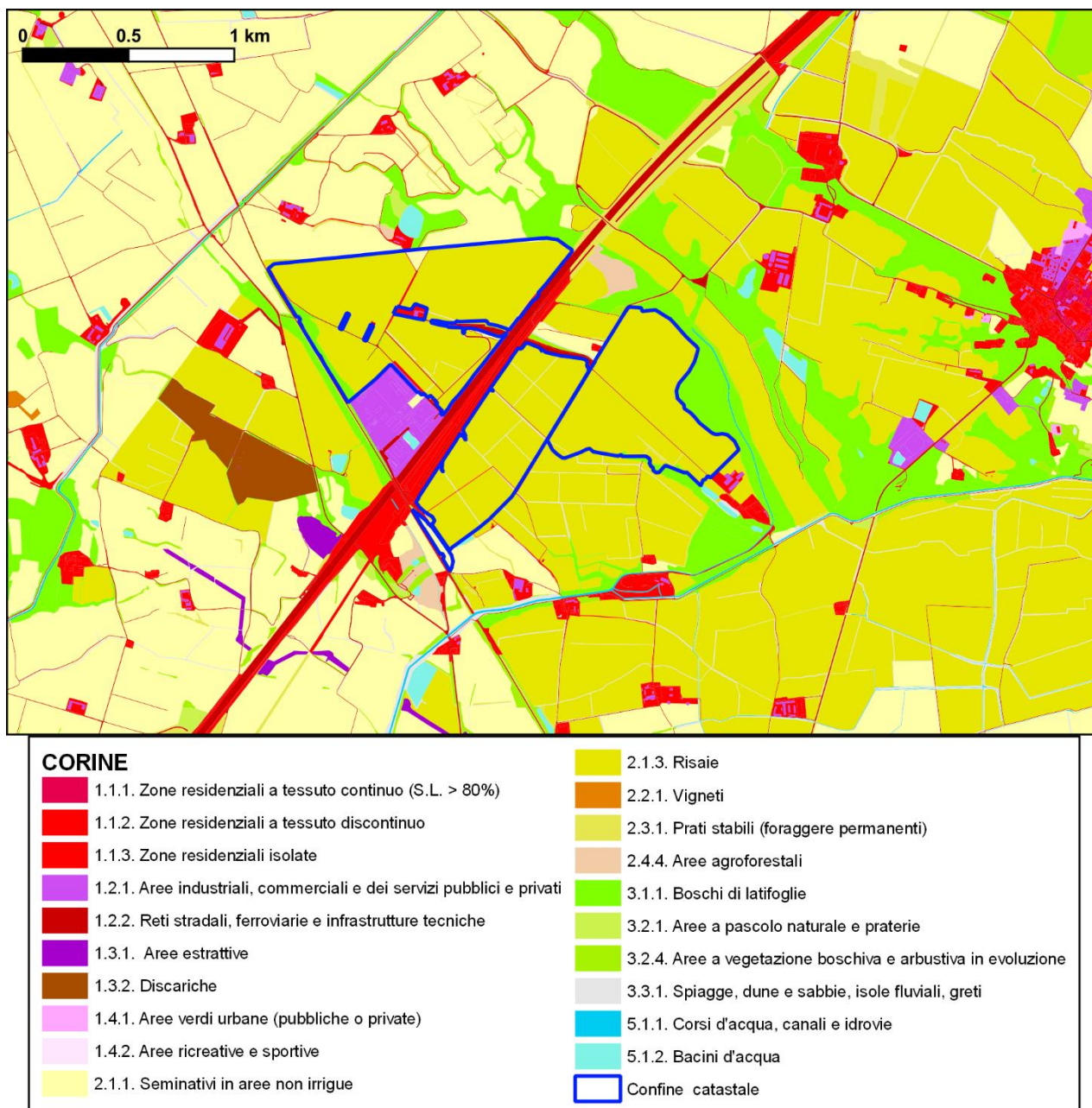


Figura 39. Tipo di uso del suolo secondo la classificazione CORINE relativa all'area oggetto di studio (evidenziata dalla linea continua blu).

In relazione alla destinazione d'uso agraria l'orizzonte pedologico superficiale risulta indubbiamente antropizzato, con rimescolamenti e destrutturazione fino alla profondità cui giungono le lavorazioni tipiche (40-60 cm). Infatti, le lavorazioni meccaniche effettuate sugli orizzonti superficiali al fine di ridurre la permeabilità dei suoli, comportano un rimescolamento e una conseguente compattazione degli stessi.

7. Le logiche e gli attori di progetto

Il progetto qui presentato trova le sue radici in alcune delle principali sfide del 21° secolo. Da un lato il riscaldamento globale con l'esigenza di un rapido passaggio da fonti convenzionali non rinnovabili (come petrolio, gas e carbone) a un più efficiente e meno inquinante mix di energie rinnovabili (i.e. "transizione energetica"). Dall'altra il progressivo aumento della popolazione mondiale, che oltre a portare con sé l'incremento di domanda di energia, comporta anche un aumento della domanda in termini di cibo e, quindi, di preservazione della capacità produttiva delle terre coltivabili. A questi due elementi, già di per sé strategici, la recente crisi tra Russia e Ucraina - e le conseguenti sanzioni - hanno fatto emergere la necessità di una maggior indipendenza energetica nazionale (e in generale di tutta la UE) funzionale sia a una minor dipendenza da Paesi governati da politiche discutibili sia a garantire la piena autonomia degli approvvigionamenti (anche in ottica di calmierazione dei prezzi). Non ultima, infine, la necessità di un rafforzamento del comparto agricolo che, attraverso logiche moderne, consenta un'ormai indispensabile ricambio generazionale in agricoltura.

In risposta a quanto rappresentato, il progetto "e-VerGREEN"³⁵ intenderebbe contribuire al progressivo raggiungimento degli ambiziosi obiettivi sopra descritti, creando un ponte tra tradizione e innovazione, tra passato e futuro, tra locale e globale (che gli scriventi amano definire "glocale") in cui le esigenze collettive d'insieme non entrano in competizione con le esigenze del territorio, ma divengono motore di opportunità e sviluppo sostenibile, equo e duraturo. In quest'ottica, la sinergia tra modelli di agricoltura 4.0³⁶ e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, potrà garantire una serie di vantaggi a partire dalla concordanza di intenti tra produzione energetica e agricoltura, fino ai più concreti risultati pratici: dall'ottimizzazione dei trattamenti, alla produttività quali-quantitativa dei raccolti, sino all'incremento della redditività e alla creazione di posti di lavoro.

Con riferimento agli attori di progetto, la società proponente – in qualità di promotrice e titolare dell'autorizzazione – risulterà "capofila" dell'intero sviluppo agroenergetico. Nello specifico, oltre a curare tutti gli aspetti autorizzativi, realizzativi e gestionali della parte fotovoltaica, si occuperà anche di strutturare e seguire tutta la parte agricola, sia in proprio, sia attraverso l'identificazione di aziende locali (proprietari dei fondi in primis) al fine di valorizzare il territorio e le sue eccellenze e creare stabili opportunità d'impiego nei vari ambiti operativi delle diverse fasi.

³⁵ Lo stesso **nome di progetto "e-VerGREEN"** integra il simbolo dell'elettrone (e⁻), l'abbreviazione "Ver" (a ricordare il territorio della Provincia di Vercelli) e il termine "green", ovvero verde (come l'energia pulita, come l'ambiente e l'agricoltura e come la sostenibilità). Il tutto, nel suo insieme, "evergreen", sempre verde.

³⁶ Il termine "4.0" applicato all'agricoltura identifica tutto il complesso di strumenti e strategie che permettono di **utilizzare in maniera sinergica una serie di tecnologie digitali le quali, a loro volta, permettono la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati provenienti dal campo, da sensori** (o da altra fonte terza) per **offrire il massimo e più preciso supporto possibile all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività.**

8. Progetto di sviluppo Agrivoltaico

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, una modificazione delle altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013). La progettazione di un impianto agrivoltaico, quindi, parte dall'**analisi combinata dell'esigenze agronomico-colturali con quelle tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui si inserisce e delle relative risorse.**

In ragione di questo, nella progettazione della soluzione agro-fotovoltaica sono stati primariamente considerati una serie di aspetti legati alla produzione delle differenti colture, quali:

- fabbisogno di luce;
- tolleranza all'ombreggiamento;
- altezza della coltura;
- tecniche colturali per la realizzazione della coltura.

A seguito dell'analisi di tali aspetti, la proposta agronomica, approfondita nei paragrafi seguenti, ha considerato l'utilizzazione di un'ampia porzione delle superfici sottese ai pannelli per la coltivazione della soia avvicinata al frumento tenero da granella e, in ottica di diversificazione, della restante parte come erbaio per la produzione di foraggio. In parallelo, per ulteriormente diversificare le produzioni e creare opportunità lavorative per fasce deboli in una nicchia di mercato interessante, si allestirà un'area destinata all'allevamento elicicolo. Un'ulteriore area sarà destinata ad attività apistica con valenza sia agronomica sia ambientale.

8.1. Componente fotovoltaica

Ai fini di un ottimale connubio agro-energetico nel contesto considerato, tenuto conto delle esigenze dei coltivi qui esaminati e delle dimensioni dei macchinari necessari nelle varie fasi, la parte fotovoltaica di progetto è stata concepita con un sistema ad inseguimento monoassiale a doppio pannello, con motore sul fulcro di stringa per evitare la presenza di macchinari e/o impedimenti nelle interfile. Tale soluzione, a parità di produzione energetica, consente l'organizzazione dei moduli fotovoltaici in stringhe a doppio pannello con interfile sufficientemente distanziate tra loro da consentire il passaggio di mietitrebbiatrici (identificato come il macchinario di processo con maggiori limitazioni operative e dimensionali) con raggi di sterzata ridotti e barre di taglio da 6 - 6.5 metri (delle quali è stata verificata la disponibilità in loco).

Nello specifico, si è optato per l'utilizzo di moduli di nuova generazione, posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (i.e. *tracker*), in ragione del fatto che:

- consentono di coltivare la superficie interessata dall'installazione fotovoltaica, poiché **non si creano zone d'ombra concentrata**, grazie alla lenta rotazione da est a ovest permessa dal sistema ad inseguimento solare (Figura 40);
- **è possibile regolare l'inclinazione dei tracker** in relazione sia ad eventuali esigenze delle colture (in funzione dello stadio fenologico) sia alla necessità di effettuare specifiche operazioni colturali che richiedano il passaggio di attrezzi con altezza superiore alla minima distanza del pannello dal suolo.
- il distanziamento utilizzato in questo tipo di progetti **permette il passaggio delle normali macchine ed attrezzature agricole**: a titolo di mero esempio, l'omologazione dei trattori consente una larghezza massima della macchina di 2.55 m (e la distanza tra le file di pannelli, ancorché variabile, risulta comunque essere sempre superiore);

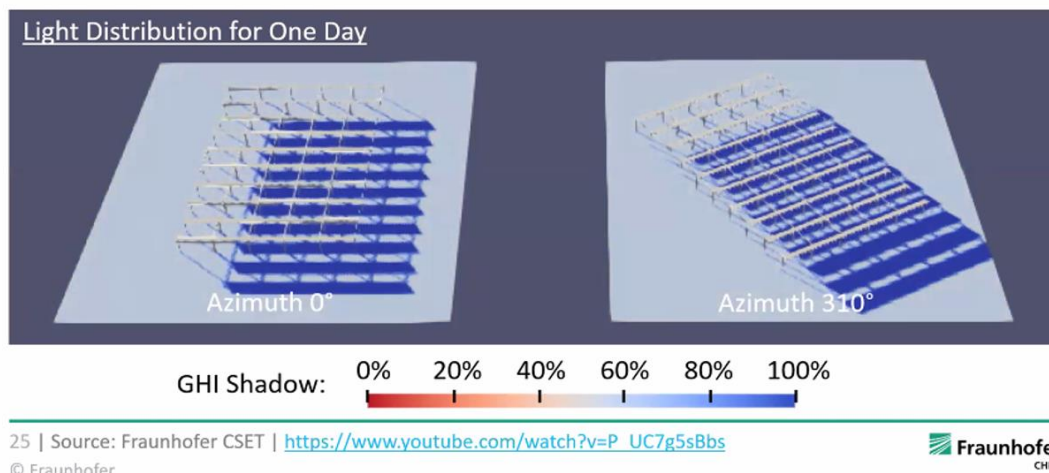


Figura 40. Distribuzione della zona d'ombra sotto i pannelli durante il giorno. FCR CSET: Light Simulation for Agrivoltaics plant with azimuth of 0° and -30° (Central Chile).

Il sistema fotovoltaico proposto prevede quindi di utilizzare inseguitori solari monoassiali a doppio pannello con moduli 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 con un interasse (distanza palo-palo) pari a 8.8 m per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti e consentire il passaggio dei macchinari. L'altezza del nodo di rotazione è pari a 2.54 m dal suolo (Figura 41).

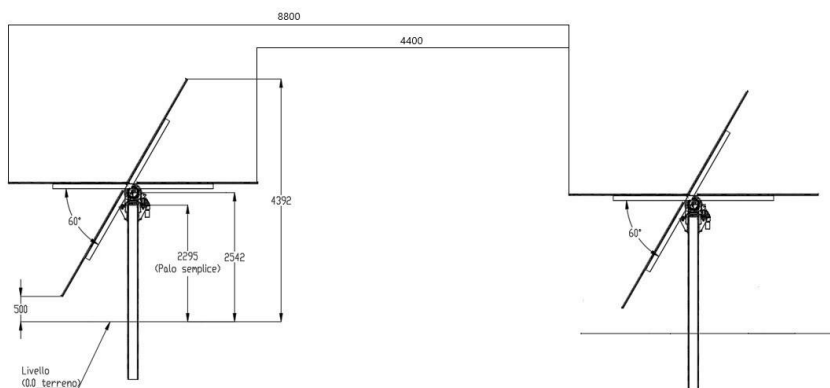


Figura 41. Vista dei tracker in sezione.

Tale soluzione consente di avere, nel momento di massima apertura - zenith solare - una fascia di larghezza 4.4 m (Figura 42) completamente libera dalla copertura dei pannelli tra le stringhe (di seguito denominata *gap*).

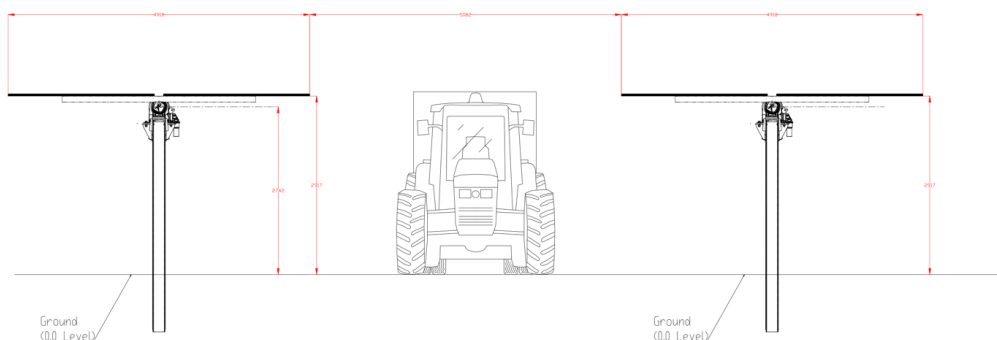


Figura 42. Particolare passaggio trattoria agricola (sezione trasversale).

Prima e dopo il mezzogiorno, la superficie libera - e conseguentemente la zona di ombra - si modificherà in base all'inclinazione dei moduli (dipendente a sua volta dalla posizione del sole).

Il *gap* disponibile risulta, quindi, ampiamente sufficiente per le ordinarie attività agricole e per la movimentazione dei relativi mezzi meccanici (Figura 43).

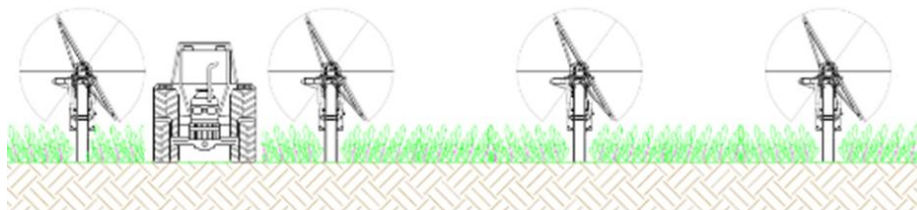


Figura 43. Particolare del passaggio dei mezzi operativi (sezione trasversale).

Il progetto in esame prevede, inoltre, la realizzazione di una fascia perimetrale compresa tra la recinzione esterna e i tracker fotovoltaici di almeno 8 m (condizione minimale sempre verificata; distanze superiori sono state tenute laddove possibile) finalizzata a consentire i necessari spazi di manovra anche dei mezzi meccanici più ingombranti come quelli per la raccolta.

La presenza di cavi interrati nell'area di impianto, poiché la profondità minima di inserimento è di 0.7 m, non costituisce ostacolo per le lavorazioni periodiche del terreno che non superano i 0.4 m (i.e. aratura).

In ultimo, appare interessante menzionare che i tracker utilizzati consentiranno la possibilità di regolare, manualmente o tramite software di controllo automatico, l'inclinazione dei pannelli; tale funzionalità risulta particolarmente utile al fine di consentire l'esecuzione di specifiche operazioni (agronomiche o manutentive dell'impianto), o soddisfare particolari esigenze della coltura in atto (in funzione della fase fenologica delle piante).

Si riporta, a titolo di esempio, in Figura 44 la rappresentazione del passaggio di una mietitrebbia per la raccolta dei cereali tra le file di pannelli: impostando il blocco dei tracker in posizione utile, infatti, diviene possibile consentire il passaggio di mezzi dall'ingombro notevole (e.g. mietitrebbie). Tale accorgimento consente inoltre il passaggio delle macchine in prossimità dei pali e, quindi, di utilizzare al massimo la superficie dell'interfilare.

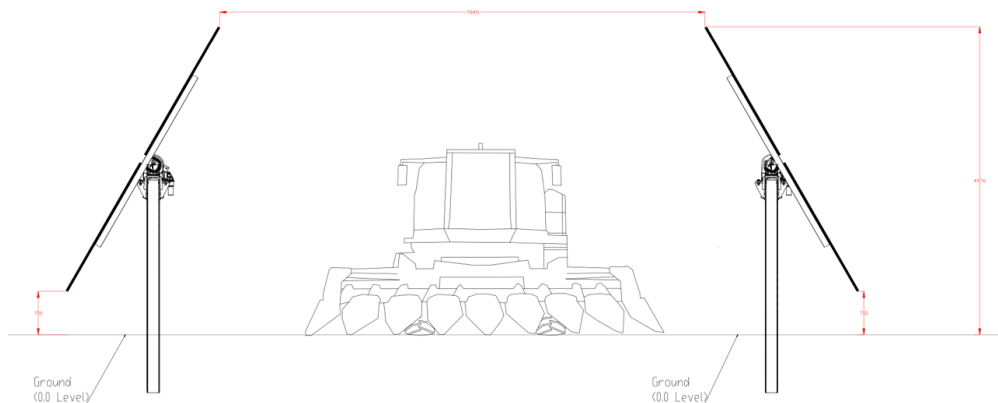


Figura 44. Particolare della fase di raccolta con mietitrebbia (sezione trasversale).

Come accennato poc'anzi, lo spostamento della fascia d'ombra creata dalla stringa di pannelli determinerà una variazione su base diurna dell'irraggiamento complessivo, garantendo, da una parte, la coltivazione dell'intera superficie nell'interfilare tra le stringhe e, al tempo stesso, di mitigare eventuali rischi per le colture (e.g. momenti di eccessivo irraggiamento).

Il layout definitivo e gli accorgimenti descritti fanno sì che, sottraendo alla superficie recintata le aree di manovra, gli stradelli e i locali tecnici, sia possibile coltivare una superficie pari a circa 134 ettari (su un'area complessiva di circa 140).

Per i dettagli tecnici legati alla componente energetica di progetto si rimanda alla consultazione della relazione tecnica di impianto.

8.2. Componente agronomica

Per la progettazione dell'impianto agrivoltaico è stata analizzata la storicità dei luoghi oggetto di intervento ed è stata approfondita la dotazione tecnica, strumentale e infrastrutturale delle realtà agricole aziendali esistenti, (in primis quelle della proprietà dei fondi) al fine di identificare una soluzione di piena integrazione della componente energetica di progetto con le dinamiche e i processi esistenti senza significativi stravolgimenti del territorio, della sua vocazione agricola e delle dotazioni esistenti.

Dai sopralluoghi effettuati emerge che le coltivazioni precedentemente presenti nell'area di progetto e nell'intorno di essa sono rappresentate, principalmente, da risaie ed erbai e, in componente minore, da produzioni di soia.

Al fine di soddisfare la salvaguardia dei servizi ecosistemici, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica rurale, **si propone di:**

- **avviare, su una superficie di circa 50 ha, sotto la superficie dei pannelli, la coltivazione di un erbaio per la produzione di foraggio;**
- **avviare, su una superficie di circa 70 ha, sotto la superficie dei pannelli, la coltivazione di soia, avvicinata a frumento tenero da granella;**
- **installare n° 100 arnie per la produzione di miele (e suoi derivati) suddivise in 3 zone:**
 - **n° 35 arnie lungo il confine Nord-Ovest;**
 - **n° 35 arnie nella fascia di rispetto a Nord dell'autostrada;**
 - **n° 30 arnie in una zona a Sud-Est dell'area di impianto;**
- **realizzare, su una superficie di circa 2 ha, un allevamento elicicolo (in una zona localizzata a Sud-Est dell'area di impianto, libera da pannelli).**

I dettagli progettuali della componente agronomica sono approfonditi nei paragrafi successivi e sintetizzati graficamente nella Figura 45.



Figura 45. Distribuzione spaziale della porposta agrivoltaica del progetto.

La gestione agronomica del terreno sarà attuata nell'ottica di:

- aumentare la sostenibilità e la competitività dell'attività agricola anche attraverso la riduzione dei costi aziendali;
- migliorare le funzioni ecologiche del suolo, prevedendo possibili minacce e attenuando gli impatti dell'attività agricola sull'ambiente.

Al fine di aumentare la sostenibilità agricola, la gestione delle colture avverrà attraverso pratiche di *agricoltura conservativa* i cui pilastri sono (Figura 46):

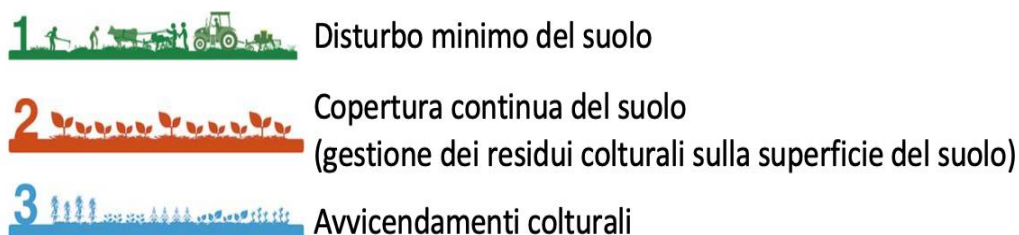


Figura 46. I principi dell'agricoltura conservativa (FAO, 2005).

L'introduzione della minima lavorazione e l'impiego di macchine combinate, capaci di svolgere più operazioni in un unico passaggio, può consentire, infatti, a seconda del tipo di terreno e di coltura, una riduzione dei consumi di gasolio anche superiore al 50% rispetto alle tecniche convenzionali (Venetoagricoltura, 2019), oltre a risultare maggiormente compatibile con la presenza dei pannelli (riducendo il rischio di sporcare eccessivamente la componente fotovoltaica durante le fasi di preparazione del suolo).

Al fine di minimizzare l'impatto sull'ambiente, verrà impostata una *rotazione colturale* (tecnica agronomica volta a minimizzare l'impatto dell'agricoltura sull'ambiente) che prevede la variazione della specie coltivata

nello stesso appezzamento, migliorando la fertilità del terreno e assicurando, a parità di condizioni, una resa maggiore. Tale gestione agronomica consentirà, inoltre, di ridurre la pressione degli agenti biologici avversi (e.g. parassiti, funghi, virus, infestanti), tramite la variazione di condizioni creata dall'alternanza delle coltivazioni, sfavorendo in questo modo la proliferazione, e conseguentemente la diffusione, di tali agenti.

Inoltre, la rotazione produce benefici ed intrinseci effetti ambientali riconosciuti ormai da secoli, quali:

- maggiore biodiversità;
- valorizzazione del paesaggio agrario;
- minori danni da erosione del terreno;
- minori rischi di lisciviazione di nitrati;
- maggior equilibrio dei fabbisogni idrici nel tempo;
- minor utilizzo di concimi e fitofarmaci, con conseguente riduzione dell'inquinamento ambientale e vantaggi anche dal punto di vista economico.

Nella rotazione colturale proposta si prevede di utilizzare due gruppi principali di colture:

- Colture miglioratrici: aumentano la fertilità del terreno, arricchendolo di elementi nutritivi. In particolare, le specie appartenenti alla famiglia delle leguminose - come per esempio la soia - sono in grado di assorbire azoto dall'aria e rilasciarlo nel terreno, grazie all'azione dei batteri che vivono in simbiosi con l'apparato radicale della pianta.
- Colture depauperanti: sfruttano gli elementi nutritivi presenti nel terreno e lo impoveriscono. Tra queste si possono citare i cereali autunno-vernini, come il frumento, l'orzo, il sorgo e, in generale, tutti i cereali da granella.

Per la progettazione dell'impianto agrivoltaico, si sono prese, pertanto, in considerazione **i**) le coltivazioni praticate (attualmente e nel recente passato) **ii**) la compatibilità delle specie con la tecnologia fotovoltaica e con il microclima creato dall'impianto ed, infine, **iii**) le caratteristiche tecniche dei tracker (i.e. altezza dal suolo e distanza interfilar). In ragione dell'assetto geologico, pedologico e morfologico dei luoghi, unitamente ai timori per la futura abbondanza di risorsa idrica (specie in ragione dei lunghi periodi siccitosi in aumento con i cambiamenti climatici in atto) e, non ultimi, l'elevato numero di pali di sostegno che, in assenza di dati sperimentali certi, potrebbe causare difficoltà alle fasi di sommersione (tipica del riso alle nostre latitudini per proteggere il seme dagli sbalzi termici), si è optato per la coltivazione della soia, peraltro già coltivata in passato nell'area, in alternanza al frumento (Tabella 2). Non si esclude, tuttavia, la possibilità di test per la produzione di riso "in asciutta" stanti le interessanti esperienze delle vicine aree del pavese e del lodigiano.

Nell'ipotesi di una conclusione dei lavori d'installazione della componente energetica di progetto entro il periodo autunnale, si prevede, quindi, la coltivazione delle seguenti colture:

- **frumento tenero da granella**, con semina entro la metà di ottobre e raccolta ad inizio giugno. Il cereale sarà intervallato con la soia.
- **soia** (*Glycine max* (L.) Merr.), può succedere a diverse colture, come i cereali a paglia (tipo frumento e orzo) e le colture sarchiate (es. barbabietola da zucchero); infatti, come leguminosa ben si inserisce negli ordinari avvicendamenti. I migliori risultati si sono ottenuti facendola succedere al frumento, con incrementi produttivi di 3-5 q/ha³⁷. La scelta di questa specie, come precedentemente descritto, è dettata dai numerosi fattori analizzati in precedenza. Scelta altresì supportata dalla buona resa che la specie dimostra se avvicendata al frumento e dalla crescita del valore della soia registrata nel corso degli ultimi anni³⁸. La semina è prevista verso la metà di giugno e la raccolta a fine settembre.

³⁷ Manuale di agricoltura. Hoepli editore

³⁸ <https://ita.approfondimenti.adama.com/come-coltivare-la-soia-con-successo>

Tabella 2. Dettaglio della rotazione oggetto di studio (Legenda: **F=frumento; soia**).

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Anno 1										F	F	F
Anno 2	F	F	F	F	F	Soia	Soia	Soia	Soia	F	F	F

Al fine di garantire una **copertura costante del terreno**, si propone di intervenire sulle specie e/o sulle varietà inserite nella *successione colturale*. Inoltre, per poter garantire tutti gli aspetti benefici della rotazione, è possibile ricorrere alla semina di varietà *precoci*. La precocità nelle piante coltivate comporta un anticipo della maturazione e della raccolta, risultando particolarmente utile poiché consente alle piante di sfuggire alle avversità climatiche o parassitarie che possono verificarsi all'avvicinarsi dell'epoca di maturazione e lascia il tempo utile alla preparazione del terreno per una successiva coltivazione.

8.2.1. Coltivazioni erbacee di pieno campo

8.2.1.1. Soia

La soia è un legume originario dell'Asia Orientale, impiegato sia nell'alimentazione umana che in quella degli animali da allevamento. Nell'avvicendamento colturale la soia ha il ruolo di pianta miglioratrice della fertilità del suolo e presenta un ciclo primaverile-estivo.

Nel 2021 gli ettari coltivati a soia in Piemonte sono stati oltre 13'000 per una produzione di poco più di 472'000 quintali. In particolare, la provincia di Vercelli ha registrato una produzione di 76'356 quintali, collocandosi al quarto posto tra le province piemontesi (Figura 47).

Le operazioni colturali prevedono:

1. l'aratura e la preparazione del letto di semina;
1. la semina a metà/fine giugno;
2. il diserbo in post-semina e le concimazioni;
3. la raccolta tra l'inizio di settembre e la fine di ottobre.

Tipo di coltivazione		soia					
Selezione periodo		2020			2021		
Tipo dato		superficie totale - ettari	produzione totale - quintali	produzione raccolta - quintali	superficie totale - ettari	produzione totale - quintali	produzione raccolta - quintali
Territorio							
Italia		256134	9818855	9654394	285464	9000598	8865656
Nord-ovest		53796	2050121	2050121	61090	2331425	2331425
Piemonte		13088	426611	426611	13765	472763	472763
Torino		2646	84672	84672	2638	92330	92330
Vercelli		2088	70992	70992	2121	76356	76356
Novara		2010	70350	70350	2010	80000	80000
Cuneo		1120	31360	31360	1160	32480	32480
Asti		1345	37660	37660	1439	40292	40292
Alessandria		3407	119245	119245	4007	140245	140245
Biella		457	11882	11882	370	10360	10360
Verbanco-Cusio-Ossola		15	450	450	20	700	700

Figura 47. Superfici e produzioni totali della soia nelle provincie del Piemonte. Fonte: dati Istat sulle coltivazioni.

8.2.1.2. Frumento tenero

Il frumento tenero (*Triticum aestivum*, o *vulgare*) è un cereale autunno-vernino e comprende diverse varietà, valida alternativa alle classiche monoculture di mais o soia.

Nel 2021 gli ettari coltivati a frumento tenero in Piemonte sono stati oltre 77'000 per una produzione di oltre 4'000'000 di quintali. In particolare, la provincia di Vercelli ha registrato una produzione di 74'550 quintali, collocandosi agli ultimi posti tra le province piemontesi (Figura 48).

Le operazioni colturali prevedono:

1. l'aratura e la preparazione del letto di semina (e.g. frangizzollatura, erpicatura, fresatura);
2. la semina a fine settembre/inizio ottobre;
3. il diserbo in post-semina e le concimazioni;
4. la raccolta tra la fine di maggio e la metà di giugno.

Tipo di coltivazione		frumento tenero					
Selezione periodo		2020			2021		
Tipo dato		superficie totale - ettari	produzione totale - quintali	produzione raccolta - quintali	superficie totale - ettari	produzione totale - quintali	produzione raccolta - quintali
Territorio							
Italia		500804	26871402	26686443	498105	30722016	30532650
Nord-ovest		112078	6081797	6081787	133892	7862382	7862382
Piemonte		60043	3092981	3092981	77621	4145986	4145986
Torino		15362	844910	844910	16831	925705	925705
Vercelli		1285	64250	64250	1491	74550	74550
Novara		1211	60550	60550	1519	75950	75950
Cuneo		13253	821686	821686	16350	1043600	1043600
Asti		6628	298260	298260	8319	540735	540735
Alessandria		22169	997605	997605	32757	1469965	1469965
Biella		130	5590	5590	349	15356	15356
Verbano-Cusio-Ossola		5	130	130	5	125	125

Figura 48. Superfici e produzioni totali del frumento tenero nelle province del Piemonte. Fonte: dati Istat sulle coltivazioni.

8.2.2. Erbaio da foraggio

Al termine delle fasi di allestimento della componente energetica di progetto, si andrà ad effettuare la semina di un erbaio, composto da più essenze foraggere, nelle porzioni di progetto ad esso destinate. L'erbaio è un tipo di coltura destinato principalmente alla produzione di foraggio per l'alimentazione del bestiame, ma può essere sfruttato anche come sovescio, ovvero la pratica agronomica che consiste nell'interrare la coltura con lo scopo di restituire nutrimento al terreno e migliorarne la struttura, senza l'ausilio di sostanze chimiche o lavorazioni invasive.

La ragione per cui si propone un miscuglio foraggero porta con sé numerosi vantaggi, sintetizzabili come segue:

- elevata adattabilità ambientale e potenzialità produttiva (superiori rispetto alle essenze coltivate in purezza);
- minor rischio di allettamento;
- raccolta prolungata nel tempo e senza rischi di perdite qualitative nel prodotto;
- composizione del foraggio equilibrata per l'appetibilità animale, con differenti fonti di fibra e migliore digeribilità;
- maggiore sanità delle piante e minore diffusione di fitopatie;

- l'aggiunta delle leguminose nel miscuglio permette di ridurre gli input agronomici, contribuendo, inoltre, al miglioramento della struttura e della fertilità del suolo;

Tra le specie più adatte alle condizioni pedoclimatiche del sito in esame, saranno selezionate quelle con migliori proprietà foraggere appartenenti al patrimonio floristico spontaneo regionale (Baldoni R. e Giardini L., 2001), quali:



Festuca alta (Festuca arundinacea Schreb.): graminacea spontanea in Europa, presenta una taglia ragguardevole e un sistema radicale molto profondo. È estremamente rustica, infatti si adatta benissimo al freddo, alla siccità e a tutti i terreni, compresi quelli acquitrinosi purché non troppo superficiali. Fra le graminacee più produttive e anche fra le più longeve potendo fornire buone rese per 6-10 anni.



Erba mazzolina (Dactylis glomerata foraggera L.): graminacea foraggera di buona qualità e appetibilità, poco sensibile all'ombreggiamento, con ottima resistenza al freddo e discreta resistenza alla siccità; tra le qualità vale inoltre la pena citare la capacità di controllo delle infestanti (sia in coltura pura che in consociazione) e l'ottima predisposizione sia per la creazione di miscugli oligofiti o polifiti. La gamma di precocità, infine, si estende per oltre un mese. Fornisce produzioni elevate, ben ripartite su tutte le ricrescite. Il fieno proveniente dal primo sfalcio stagionale è di media qualità in quanto ricco di fusti, quello degli sfalci successivi è invece foglioso e più pregiato.



Ginestrino (Lotus corniculatus L.): leguminosa perenne con ottime proprietà foraggere e con discrete proprietà mellifere che, diversamente dall'erba medica, non dà luogo a fenomeni di meteorismo negli animali. Cresce lentamente e soffre molto la competizione di altre essenze ma ha buone prestazioni se utilizzata in miscuglio con altre specie ad accrescimento più rapido.



Trifoglio bianco (Trifolium repens L.): leguminosa adatta ai climi temperato-umidi e a diversi tipi di terreni, ben provvisti di calce e non necessariamente profondi purché irrigati. Il trifoglio bianco è il più adattabile dei trifogli e ricopre un ruolo importante nel miglioramento dei pascoli o nell'impianto dei prati-pascoli. La resa media annua di ottimo fieno è elevata.

Questa composizione è principalmente indicata per terreni argillosi e di medio impasto, adattabile alla produzione di fieno (o, eventualmente, anche al pascolamento diretto degli animali). Si tratta di un miscuglio a lento insediamento, ma in seguito produce grandi quantità di foraggi, oltre all'ottima azione antierosiva fornita

dagli apparati radicali. La proporzione delle specie potrebbe essere indicativamente la seguente: 45% Festuca arundinacea, 30% Erba mazzolina, 15% Ginestrino e 10% Trifoglio bianco. Inoltre, le leguminose foraggere, essendo anche piante mellifere, forniranno un ambiente di attrazione per le api selvatiche e all'ape domestica.

Le attività agronomiche per la semina dell'erbaio dovranno essere avviate in un periodo compreso tra la metà di marzo e la metà di luglio e si prevede:

- una **concimazione** di origine organica del terreno (letame bovino o digestato da biogas ottenuto esclusivamente da impianti agricoli) in ragione di 60 t/ha; operazione effettuabile al termine delle attività di installazione dei pannelli (a valle della posa dei pali);
- una **preparazione del terreno** ricorrendo pertanto a lavorazioni che ripristino l'orizzonte superficiale a valle dei lavori. Successivamente si potrà operare secondo regole del *minimum tillage*, con semplici lavorazioni superficiali quali estirpatura ed erpicatura (di modo da non alterare la struttura del suolo, preservando la fertilità chimica, fisica e biologica e cercando di limitare l'erosione ed il conseguente degrado);
- l'**acquisto di semente** delle specie erbacee locali, la cui dose indicativa è intorno ai 30-45 kg/ha;
- la **semina del miscuglio** di cui al punto precedente con idonei mezzi agricoli; nei punti più critici sarà possibile ricorrere alla pratica dell'idrosemina (applicazione al terreno di una miscela fluida composta di semi e sostanze che accelerano la germinazione e la radicazione);
- la **fienagione**, che permette la trasformazione, attraverso procedimenti specifici, dell'erba fresca in fieno impiegabile come mangime per gli animali da allevamento. Il fieno viene tagliato più volte l'anno, per cui presenta caratteristiche e proprietà diverse a seconda del momento della mietitura.

Si stima che **la produzione dell'erbaio raggiungerà circa 14 t/ha di fieno per anno al 13% di umidità**; tale dato è però variabile in funzione della disponibilità irrigua. L'inizio spigatura delle graminacee a maggio segna il momento ottimale per il primo sfalcio, mentre le leguminose mantengono un livello di qualità maggiore anche dopo la prefioritura. Ogni 4-5 settimane verranno poi eseguiti gli sfalci successivi, vista la bassa altitudine delle graminacee a spigare nuovamente³⁹.

La realizzazione dell'erbaio potrà prevedere tre diverse ipotesi di utilizzazione:

1. **fienagione in campo, vendendo il fieno prodotto alle aziende zootecniche locali;**
2. **fienagione in campo, conferendo il fieno prodotto alle stalle presenti all'interno dell'area di impianto** (laddove se ne ipotizzasse la riattivazione –con contestuale adeguamento - per accogliere animali quali bovini, ovini e caprini);
3. **pascolamento diretto all'interno dell'area recintata da parte di ovini**, qualora si consolidasse un rapporto di collaborazione con un'azienda zootecnica locale, prevedendo **pertanto - dopo almeno due anni - la conversione dell'erbaio in prato pascolo**.

In tal caso, il manto erboso verrà puntualmente monitorato e ristorato nel tempo, per garantire una copertura a migliore percentuale di specie con buone proprietà nutrizionali e mellifere. Il mantenimento del prato sarà a quel punto garantito con la trasemina di un miscuglio specialmente formulato, al fine di rigenerare i terreni, aumentandone la produttività e ripristinando la vita dell'ecosistema nel periodo invernale, presumibilmente alla fine dell'anno solare. È importante ricordare, infatti, che il pascolo è un'entità biologica quasi sempre eterogenea (in una fase iniziale), per la diversità delle piante componenti, ma che varia nel tempo in base all'insieme delle condizioni ambientali e antropiche e, in particolare, alle modalità di utilizzazione da parte del bestiame (più o meno ben controllato e gestito). In particolare, potrà essere prevista una gestione del pascolamento in rotazione suddividendo l'area in appositi settori. Tale sistema consentirà al gregge di utilizzare un'area - o un settore di pascolo - per un periodo controllato di tempo, per poi essere dislocato su altri settori fino a tornare su quello di partenza. Questo sistema di rotazione dinamica consente di evitare una degradazione eccessiva del suolo e del cotico erboso a causa del calpestamento (e dello stress meccanico dovuto ai tentativi di "prensione" del cotico quando la porzione residua delle piante è troppo bassa). La rotazione consente, inoltre, di utilizzare più volte, nell'arco di una stessa stagione, i ricacci del cotico erboso e di permettere al suolo, nei periodi di riposo, l'assorbimento dei nutrienti contenuti nelle deiezioni.

Nel caso di conversione da erbaio a prato, le attività agronomiche per garantire il corretto sviluppo e il mantenimento del prato, saranno programmate in funzione dello sviluppo e della vigoria del cotico erboso. Ogni 4 anni, qualora il prato tendesse a ridurre la capacità vegetativa, potrà essere effettuata

³⁹ Baldoni R. e Giardini L., 2001. Coltivazioni erbacee. Ed. Patron; 3° edizione (10 maggio 2001), 410 pp. ISBN-10:8855525417

una ripuntatura superficiale (o il sovescio) con successiva trasemina del miscuglio delle specie erbacee che necessitano di ripopolamento, con particolare attenzione alle erbacee nettariifere.

L'installazione fotovoltaica si integra completamente nel contesto sopra descritto, permettendo l'utilizzo dell'intera area sottesa ai pannelli e un aumento della resa in foraggio grazie agli effetti di schermo e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno per un tempo più prolungato.

Inoltre, la progettazione tecnica prevista, come precedentemente accennato, unitamente alla possibilità di posizionare verticalmente i pannelli con appositi automatismi (fattore che consente la lavorazione del terreno fino ai sostegni dei moduli), consentirà l'accesso a qualsiasi tipo di mezzo meccanico agricolo per le necessarie lavorazioni o interventi di manutenzione.

8.2.3. Attività apistica

L'attività apistica, regolata dalla L. n. 313 del 24 dicembre 2004 "Disciplina dell'apicoltura", è riconosciuta *"come attività di interesse nazionale utile per la conservazione dell'ambiente naturale, dell'ecosistema e dell'agricoltura in generale ed è finalizzata a garantire l'impollinazione naturale e la biodiversità di specie apistiche, con particolare riferimento alla salvaguardia della razza di ape italiana (Apis mellifera ligustica Spinola) e delle popolazioni di api autoctone tipiche o delle zone di confine"*⁴⁰.

A livello regionale, il Piemonte, tramite la L.R. n. 20 del 3 agosto 1998 "Norme per la disciplina, la tutela e lo sviluppo dell'apicoltura in Piemonte", ha riconosciuto l'apicoltura come **"attività agricola che si colloca nell'economia agricola e forestale regionale contribuendo alla conservazione dell'ambiente e degli ecosistemi naturali, al miglioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni agricole e forestali, in particolare di quelle frutticole"**⁴¹.

In Europa la produzione di miele è in costante aumento (+3.9% dal 2019) e l'Italia è il 5° produttore con circa 1'687'000 alveari⁴² e 73'148 apicoltori (Figura 49), di cui 51'813 producono per autoconsumo (71% del totale) e 21'335 sono apicoltori con partita iva che producono per il mercato (29% del totale)⁴³.

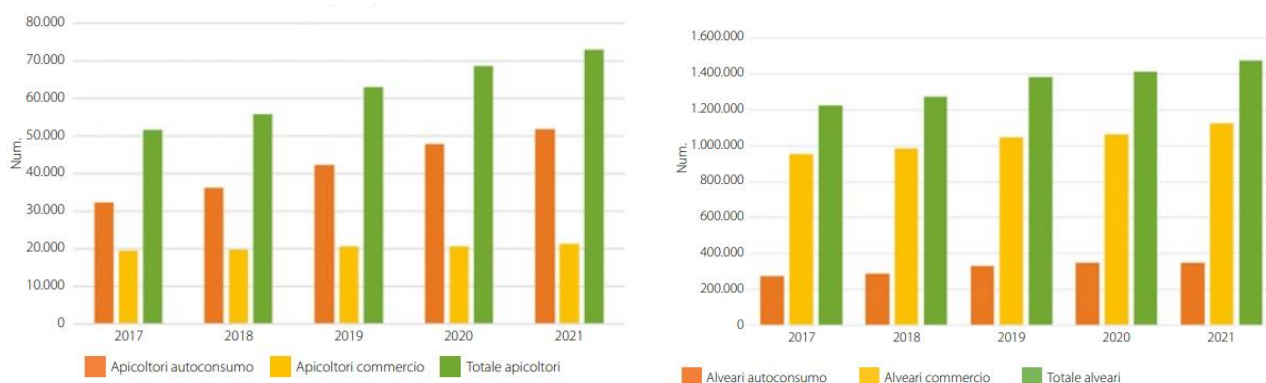


Figura 49. Andamento della consistenza degli apicoltori (a sx) e degli alveari (a dx) a livello nazionale per tipo di attività. Fonte: Osservatorio Nazionale Miele.

In particolare, in Piemonte sia il numero di apicoltori che di apiari è costantemente aumentato dal 2016 (Figura 50), arrivando attualmente a 6'933 apicoltori e 25'629 apiari a fine 2021⁴⁴.

⁴⁰ Art. 1 L. 313/2004

⁴¹ Art. 1 L.R. 20/1998

⁴² "Il Valore della terra – Miele: andamento produttivo e di mercato per la stagione 2021" – Osservatorio Nazionale Miele (<https://www.informamiele.it/wp-content/uploads/2022/03/Report-2021-Il-Valore-della-Terra.pdf>).

⁴³ Dati provvisori della Banca dati Apistica nazionale relativi all'ultimo censimento 2021

⁴⁴ Anagrafe Nazionale Zootecnica – Statistiche – Patrimonio Zootecnico – Apicoltura – Attività di Apicoltura e Apiari - Report (https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-pbi/45).

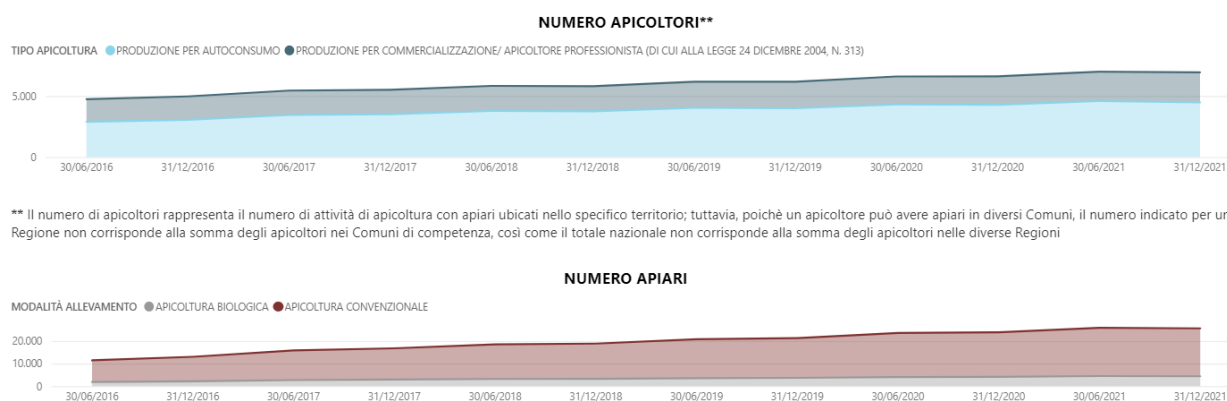


Figura 50. Grafici relativi al numero di apicoltori e di apiari in Piemonte negli anni 2016-2021. Fonte: Anagrafe nazionale Zootecnica.

L'apicoltura, quindi, si configura come un'attività di salvaguardia degli insetti impollinatori e come fonte di reddito attraverso le sue produzioni, in primis quella del miele. In tempi recenti si è assistito ad una crescente minaccia verso la salute degli insetti impollinatori, a causa di avversità sia di natura biotica (parassiti, predatori, patogeni) sia di carattere antropico. L'idea di sfruttare le superfici destinate all'installazione agrivoltaica per l'installazione di apiari, porta con sé i benefici di utilizzare la flora nettariana ivi presente, oltre a quella delle zone contermini, dove sarà nullo l'utilizzo di agrofarmaci.

Alcune porzioni della superficie progettuale verranno, quindi, dedicate alla creazione di postazioni adatte all'installazione di apiari al fine di realizzare un'attività apistica con ricadute significative anche sul comparto ecologico-produttivo della macro-zona in ragione del ruolo strategico, a livello ecosistemico, degli insetti impollinatori (e.g. salvaguardia della biodiversità, conservazione e salute degli habitat locali, monitoraggio ambientale). Le api sfrutteranno la flora nettariana presente nell'area di pascolo e nel suo congruo intorno per produrre miele millefiori.

La coabitazione di api e impianti fotovoltaici vanta già esempi di successo. Per esempio, in Minnesota - ma sono ormai innumerevoli gli esempi in tutto il mondo - Connexus Energy, uno dei maggiori produttori e distributori di energia elettrica da fotovoltaico, ha iniziato dal 2016 un progetto di apicoltura in alcune delle sue installazioni fotovoltaiche, che ha portato alla produzione di un miele brandizzato "Solar Honey".

Considerando l'esposizione Est/Sud-Est del predellino di volo - l'unica apertura dell'arnia da cui le api escono/entrano dal/nell'alveare -, si prevede l'installazione di 100 arnie, disposte su più file di 5-10 alveari, separate di circa 50 cm lungo la fila. Tra una fila e l'altra verrà mantenuta una distanza di circa 5-6 metri, per favorire il lavoro delle api e anche l'intervento dell'apicoltore. Le basi saranno strutturate in modo da creare un'inclinazione verso l'uscita dell'alveare e per favorire la raccolta del prodotto.

Le essenze foraggere, soprattutto le leguminose (es. trifogli), essendo anche piante mellifere, forniranno un ambiente di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica. Inoltre, grazie alla presenza di specie mellifere presenti anche nelle aree arboree-arbustive e nelle fasce di mitigazione di prossimità, sommate alle fioriture localizzate entro un raggio di 2-3 km dalle arnie, **si stima una produzione annua di miele per arnia pari a 15-20 kg.**

I vantaggi derivanti dall'integrazione dell'attività nel parco fotovoltaico possono essere così riassumibili:

- salvaguardia e tutela dell'*Apis mellifera* e di numerosi altri impollinatori selvatici;
- aumento della biodiversità *in situ*;
- azzeramento dei trattamenti con agrofarmaci e creazione di oasi ecologiche;
- creazione di impiego per la gestione dell'apiario e ottenimento di un prodotto esclusivo e brandizzabile.

8.2.4. Allevamento elicicolo

L'elicicoltura, ossia l'allevamento delle chioccioline, *“nel quadro agro zootecnico ha sempre rappresentato un'attività marginale, complementare a realtà zootecniche primarie, quali l'allevamento bovino, suino, avicunicolo e, negli ultimi anni, l'acquacoltura.*

Negli ultimi decenni, tuttavia, l'elicicoltura è andata affermandosi non più come attività marginale rispetto ad altre attività agro zootecniche, ma come vera e propria produzione primaria e attività di filiera anche in termini di valore economico ed occupazionale” (Avagnina et al., 2015).

In Italia gli allevamenti di chioccioline sono più di 1000 di cui 715 che seguono il Disciplinare "Chiocciola Metodo Cherasco" per un volume di affari da 350 milioni di euro e quasi diecimila addetti nell'indotto. Un settore in crescita, ma inferiore all'aumento della richiesta (+42%) che è superiore all'attuale produzione⁴⁵.

L'elicicoltura si sta rivelando un settore interessante per diversificare l'attività agricola, con molteplici sbocchi e applicazioni nel campo alimentare, cosmetico e medico. Inoltre, a livello tecnico l'allevamento di lumache presenta caratteristiche di lavorazione semplici ma non automatizzabili: gli animali sono innocui, resistenti, tolleranti, privi di rischi (sia nei confronti della salute propria che verso quella dei lavoratori) e non necessitano, nemmeno dopo la raccolta, di cicli di conservazione specifici.

Alcune porzioni poste a Sud-Est della superficie catastale potranno, quindi, essere dedicate alla creazione di un allevamento all'aperto (*“metodo italiano”*⁴⁶), utilizzando soltanto vegetali e seminativi coltivati nel terreno utilizzato per la produzione, mirando a creare opportunità di coinvolgimento ed inclusione lavorativa delle fasce deboli (e.g. persone diversamente abili e fasce protette).

Inoltre, l'utilizzo di questo tipo di allevamento risulta incentivato anche dai costi relativamente limitati sia per la realizzazione dell'impianto sia per la sua gestione. Infatti, nonostante la chiocciola allevata allo stato brado sia soggetta ad un maggior rischio derivante dall'attacco di altri animali (e.g. insetti, volatili, ecc.), essa necessita di un minor impiego di mano d'opera rispetto ad un allevamento al coperto.

Per una proficua ed economica conduzione della produzione, tassello fondamentale risulta essere la creazione di una recinzione basale esterna in lamiera zincata ed una speciale recinzione *“a balza”* per i diversi scomparti di allevamento. Recintare il terreno, infatti, significa evitare la dispersione dei molluschi ed, allo stesso tempo, proteggere gli stessi dagli attacchi di alcuni possibili predatori. L'utilizzo delle reti di recinzione è utile anche per separare le chioccioline durante il loro ciclo biologico: in particolare, sono tenute in recinti differenti alla nascita e nella fase dell'ingrasso. Come accennato, la recinzione più comune è costituita da una base di lamiera zincata (avente uno spessore di circa 3/10mm) infissa nel suolo per circa 30 cm di profondità per impedire l'ingresso in allevamento di talpe, roditori, o altri predatori atteri. Per le recinzioni interne all'allevamento, invece, verrà utilizzata una rete particolare, chiamata Helitex⁴⁷, e caratterizzata dalla presenza di balze interne per evitare la dispersione delle chioccioline. Queste recinzioni sono poste a perimetrazione di vere e proprie *“strisce di terreno a pascolo per le chioccioline”*. Tali aree avranno una lunghezza non superiore ai 50 metri ed una larghezza compresa tra 2.5 e 4 metri. Inoltre, saranno separati da sentieri privi di vegetazione, larghi all'incirca un metro, che permettono all'allevatore di poter effettuare le operazioni di coltura ed allevamento senza compromettere il raccolto (Carleo et al., 2015).

⁴⁵ <https://terraevita.edagricole.it/culture-alternative/elicoltura-produzione-cresce/>

⁴⁶ Nome coniato dall'Istituto Internazionale di Elicicoltura di Cherasco (CN).

⁴⁷ La rete Helitex di fabbricazione nazionale è utilizzata nel 95% degli allevamenti italiani all'aperto ed è tessuta con un filato di polietilene.

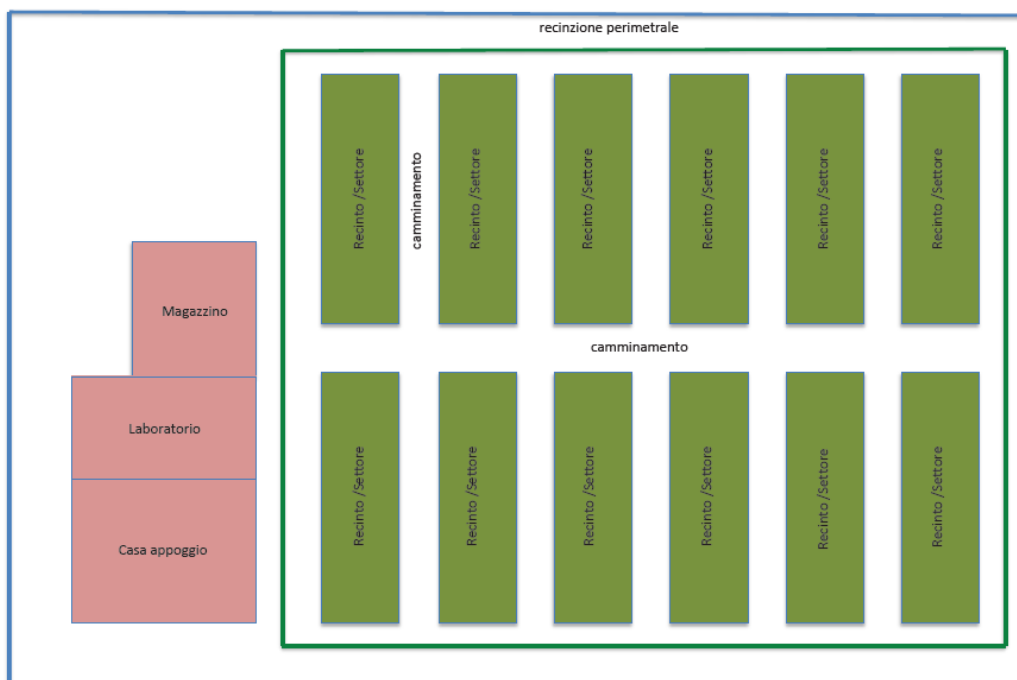


Figura 51. Schema tipo di un allevamento elicicolo all'aperto⁴⁸.

I recinti saranno interessati dalla coltivazione di specie vegetali che formeranno il “pascolo” per l'alimentazione delle chiocchie. Una scelta studiata e oculata delle specie da utilizzare nelle zone di allevamento porta con sé numerosi vantaggi, sintetizzabili come segue:

- regolazione del microclima nella zona di vita delle chiocchie;
- diminuzione della temperatura del suolo;
- protezione, per mezzo di foglie laminari e molto sviluppate, contro i raggi del sole e le precipitazioni atmosferiche;
- possibilità di riparo e salita quando l'umidità del terreno è eccessiva;
- miglioramento della deposizione della rugiada, la quale risulta essere il tipo di umidità migliore necessaria alla attività biologica dei molluschi.

Per il popolamento erbaceo si ipotizza un mix di specie comprendente:



Ravizzone (*Brassica rapa* L.): pianta della famiglia delle Brassicaceae coltivata in Italia per ottenere olio dai suoi semi e, principalmente nel Nord, per l'alimentazione verde invernale del bestiame. È estremamente rustica, infatti si adatta benissimo al freddo ed è la prima a spuntare in primavera. Le chiocchie appetiscono soprattutto le foglie, le quali servono anche, durante le ore più calde della giornata, come riparo contro i raggi solari.

⁴⁸ “L'allevamento delle chiocchie Dall'idea alla produzione” – Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna.



Bietola da coste (*Beta vulgaris* L.): pianta della famiglia delle Chenopodiaceae specificatamente alimentare. È ricca di foglie larghe, in grado di proteggere le chioccioline dai raggi ultravioletti del sole; inoltre, raccoglie nelle nervature delle foglie numerose goccioline di umidità, che vengono assorbite dai molluschi nelle ore notturne. Tale specie viene appetita nella sua totalità.



Cicoria selvatica (*Cichorium intybus* L.): pianta della famiglia delle Compositae che viene generalmente mescolata ad altre varietà di insalata (e.g. lattuga selvatica, dente di leone). Il misto di queste insalate è principalmente adatto alle zone di riproduzione perché si forma una sorta di piccolo boschetto fitto di vegetazione molto protettiva per le chioccioline.



Girasole (*Helianthus annuus* L.): pianta della famiglia delle Compositae molto comune e di facile coltivazione. Le piante vengono appetite per intero; in particolare, i fiori vengono utilizzati per alimentare le giovani chioccioline.

Essenziale, in ultimo, sarà la predisposizione di un sistema di irrigazione perimetrale per aspersione utile sia all'irrigazione delle piante alimentari dell'allevamento, sia alla bagnatura delle chioccioline per garantirne una corretta e costante alimentazione.

Le operazioni necessarie per la realizzazione dell'allevamento possono essere così schematizzate:

- pulizia accurata del terreno;
- preparazione del terreno ricorrendo pertanto a lavorazioni superficiali quali aratura e fresatura;
- costruzione della recinzione perimetrale con lamiera zincate e ondulate e posizionamento dei paletti di sostegno dei recinti destinati alla produzione nel primo anno;
- concimazione del terreno tramite l'utilizzo di concime inorganico azotato;
- posizionamento delle reti del perimetro e dei recinti;
- posizionamento del sistema d'irrigazione;
- semina della vegetazione;
- costruzione degli altri recinti interni;
- pulizia e diserbo dei passaggi costruiti tra un recinto e l'altro;
- immissione delle chioccioline fattrici (da un minimo di 22 ad un massimo di 25 per m² seminato).

Per una corretta gestione generale dell'allevamento, dovranno essere realizzate alcune operazioni supplementari e di sostegno, di seguito riportate:

- operazioni di manutenzione, quali pulizia e diserbo dei camminamenti;
- recupero degli individui che si allontanano dall'allevamento o che stazionano a lungo sulle reti per riportarle in mezzo alla vegetazione;
- taglio periodico della vegetazione per permettere una ricrescita di foglie appetibili per le chioccioline,
- eliminazione della vegetazione supplementare o dei frutti non utilizzati.

Si stima che **la produzione dell'allevamento potrà raggiungere circa 10 t/ha di lumache di prima e seconda qualità per anno**; inoltre, si evidenzia che ulteriori opportunità potrebbero derivare dall'affiancamento del commercio della **“bava di lumaca” per cosmesi, con una produzione di circa 1'500 kg all'anno**.

9. Precision farming e monitoraggio agronomico

In conformità alle “*Linee Guida per l’Applicazione dell’Agro-fotovoltaico in Italia*” (Unitus, 2021) si prevede l’installazione, già in fase *Ante-Operam*, di una **stazione agrometeorologica** dotata di sensori standard per la misurazione di temperatura del suolo e dell’aria, apporti pluviometrici, velocità e direzione del vento, umidità del suolo e dell’aria, radiazione solare totale, evapotraspirazione e bagnatura fogliare. La raccolta dei dati meteo proseguirà anche durante la fase di esercizio dell’impianto (corso d’opera).

Nell’ottica di monitorare e migliorare le proprietà dell’erbaio, verrà effettuato uno **studio della vegetazione** finalizzato a descrivere la stessa dal punto di vista floristico e bio-ecologico e a evidenziarne i dinamismi e le relazioni con l’attività pastorale (Gusmeroli e Pozzoli, 2003), al fine di stabilire dei criteri di gestione favorevoli alla conservazione dei cotici e al potenziamento della biodiversità.

Il campionamento del manto erboso verrà effettuato una prima volta in fase di Ante-Operam al fine di valutare esattamente le specie da impiegare per la prima trasemina, e poi una volta ogni 2-3 anni. Il rilievo verrà condotto con il metodo indicato da Bolzan (2009) che prevede di effettuare un monitoraggio in primavera (maggio) e uno in autunno (ottobre) di ciascun anno di campionamento, in modo da consentire una valutazione più approfondita di eventuali variazioni stagionali nella composizione floristica. I rilievi saranno realizzati seguendo la metodologia fitopastorale denominata **analisi lineare**⁴⁹, proposta da Daget & Poissonet (1969), che prevede il rilevamento della composizione vegetazionale delle risorse pascolive su 2 transetti di 25 m. Dalla composizione vegetazionale, con opportuni coefficienti, si otterrà il **Valore Pastorale (VP)**⁵⁰, un indice della qualità complessiva della prateria, sia dal punto di vista produttivo che della composizione floristica (Daget & Poissonet, 1969). Tale indice fornirà indicazioni sull’adeguatezza foraggera del prato e consentirà di valutare la necessità di riequilibrare la presenza delle specie attraverso operazioni di trasemina.

I risultati di questi rilievi saranno fondamentali anche per valutare la presenza di specie con proprietà mellifere a supporto dell’attività dei bottinatori e saranno utili per il completamento del monitoraggio ambientale.

Per quanto concerne il monitoraggio dell’area interessata dalle coltivazioni agricole, si prevede inoltre di migliorare la gestione attraverso accorgimenti per una gestione sempre più orientata ad un’*Agricoltura di Precisione*⁵¹ (AP). Le definizioni di AP (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 informatici (e.g. Decision Support System - DSS⁵²), i quali, gestendo la variabilità temporale, permettono di dosare al meglio l’impiego di input colturali (i.e. 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.

A livello nazionale esistono delle “*Linee Guida per lo sviluppo dell’Agricoltura di Precisione in Italia*”⁵³, (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), le quali costituiscono uno specifico

⁴⁹ Il metodo dell’analisi lineare prevede il censimento della specie presenti all’interno di un’area definita come una porzione di terreno di estensione contenuta in cui le condizioni ecologiche sono omogenee e caratterizzate da una vegetazione uniforme.

⁵⁰ Per il calcolo di VP viene utilizzato l’indice specie specifico ISI che varia da 0 (specie di nessun interesse foraggero) a 5 (specie ottima per qualità, appetibilità e produttività) (Roggero et al., 2002). Il VP può variare da 0 a 100 e sulla base di tale valore le aree prative possono essere classificate in tre categorie: pascoli di scarsa qualità (PV <= 5), media qualità (15 < PV < 25), buona qualità (PV > 25) (Bolzan, 2009).

⁵¹ 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)

⁵² I 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.

⁵³ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12069>

approfondimento sull'innovazione tecnologica in campo agricolo e illustrano 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 esclude al momento la possibilità di introdurre l'impiego di macchine intelligenti con navigazione assistita tramite GPS (situazione a cui si potrebbe tendere negli anni e che consentirebbe di gestire al meglio le lavorazioni, anche in considerazione dell'ingombro rappresentato dai pannelli). Tuttavia, si prevede di agire sin da subito introducendo, oltre alla stazione agrometeorologica, anche un **supporto informativo DSS** (Sistema di Supporto Decisionale) per la registrazione delle operazioni di campo, la consultazione e l'elaborazione dei dati meteo.

La scelta del DSS da impiegare verterà verso uno strumento che fornisca gli indici di rischio per le malattie del frumento, della soia e dell'erbaio. Infatti, l'utilizzo di tali strumenti modellistici consente di controllare (o prevenire) in modo efficace lo sviluppo di patologie, riducendo il numero di interventi.

Per tutte le colture in rotazione, attraverso il DSS, sarà possibile:

- monitorare, tramite l'integrazione di specifici strumenti, la dotazione idrica del terreno in base alle caratteristiche del suolo, all'approfondimento radicale, allo sviluppo della coltura e alle condizioni meteorologiche, per il calcolo del bilancio idrico. Tale bilancio consente di identificare il momento più opportuno per irrigare⁵⁴ e il volume di adacquamento da somministrare⁵⁵;
- la registrazione delle concimazioni effettuate, con l'indicazione dei prodotti specifici e dei relativi titoli, permetterà di ottimizzare le tempistiche e le quantità di concime da applicare in funzione del tipo di terreno, dell'andamento meteorologico, della resa attesa, della varietà coltivata e del processo colturale adottato;
- la registrazione delle produzioni ottenute dalle diverse colture (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). L'analisi di questi dati contribuirà, quindi, anche ad aumentare le conoscenze per individuare le colture più adatte a tali contesti e/o in condizioni agroambientali analoghe a quelle del sito di intervento.

L'integrazione tra i dati meteo registrati in campo e l'elaborazione dei dati da parte del DSS, unitamente ai dati raccolti per il monitoraggio ambientale (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-15), consentiranno di 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 risparmio idrico attraverso la razionalizzazione degli interventi irrigui;
- il monitoraggio delle produzioni ottenibili in un sistema agrivoltaico.

Infine, i dati meteo raccolti potranno essere utili anche per **valutare lo stato di salute degli alveari e il rischio di eventuali casi di moria delle api**. Non esiste infatti un'unica causa alla base di tale fenomeno e tra i fattori di rischio più probabili, oltre ai trattamenti fitosanitari, alle malattie delle api e ad eventuali pratiche apistiche errate, risulta anche l'andamento climatico. È stato infatti osservato come le condizioni meteorologiche influenzino anche le entità d'infestazione di insetti, come l'acaro *Varroa destructor* (Bortolotti *et al.*, 2009), che esercita sulle api un'azione immunosoppressiva e può aggravare l'effetto di agenti patogeni, come il virus delle ali deformi (Yang e Cox-Foster, 2005).

⁵⁴ Il momento corrisponde a quando il deficit (la quantità di acqua necessaria per riportare il suolo alla capacità di campo) supera una certa soglia critica, che di solito coincide con la riserva di acqua facilmente utilizzabile.

⁵⁵ Nel calcolo del volume da somministrare bisogna anche tenere in considerazione che durante l'adacquamento si verificano delle perdite di acqua legate all'efficienza dei diversi metodi irrigui. migliorando la gestione della risorsa idrica.

10. Risultati attesi - Indicazioni economiche preliminari

10.1. Analisi preliminare costi/ricavi - coltivazione della soia

Si riporta, in Tabella 3, l'analisi costi/ricavi relativa alla coltivazione della soia come coltivazione principale del progetto agrovoltico.

Dal punto di vista varietale, grazie agli studi genetici effettuati, è possibile optare tra differenti gruppi di maturazione: infatti, per le semine di primo raccolto è consigliato scegliere gruppi di maturazione I e I+, mentre per le semine di secondo raccolto, successive ai cereali vernini, è suggerito optare per gruppi 0+ e I-. Ai fini della rotazione proposta, si propone l'impiego di una semente già rizobiata a varietà precoce 0+, non dimenticando di prediligere una taglia bassa per facilitare la coltivazione sotto i pannelli.

Tabella 3. Analisi economica estimativa per la coltivazione della soia.

Soia	Superficie (ha)	71,38		
Costi unitari	Unità di misura	Costo unitario	Quantità	Totale €
Acquisto sementi	€/ha	150	71,38	10.707
Preparazione terreno	€/ha	300	71,38	21.414
Semina	€/ha	100	71,38	7.138,0
Concimazione	€/ha	100	71,38	7.138,0
Irrigazione	€/ha	170	71,38	12.134,6
Trattamenti	€/ha	150	71,38	10.707,0
Diserbo	€/ha	30	71,38	2.141,4
Raccolta con trebbia e trasporto	€/ha	180	71,38	12.848,4
Essiccazione e stoccaggio	€/t	15	222,3	3.335,2
Personale agricolo	€/ha	128,25	71,38	9.154,5
Costi vari ed eventuali	€/ha	60	71,38	4.282,8
Totale				€ 101.000,9
	Produzione t/ha	Produzione totale (t)	Prezzo (€/t)	Totale (€)
Ricavi x 71,38 ha	3,115	222,3	550	€ 122.291,79

Margine Operativo Lordo con lavorazione interna	€ 21.290,87
--	--------------------

La produzione media della soia si attesta intorno alle 4,5-5 t/ha. Ai fini della progettazione agrovoltica in oggetto, in via prudenziale, si è ipotizzata una produzione pari a 3,5 t/ha, considerando che la superficie coltivata sottostante i pannelli subirà un maggiore ombreggiamento rispetto al pieno campo. Tuttavia, dopo la fase di essiccazione si è considerata una perdita di peso complessivo dell'11%.

10.2. Analisi preliminare costi/ricavi - coltivazione del frumento tenero

Si riporta, in Tabella 4, l'analisi costi/ricavi relativa alla coltivazione del frumento come coltivazione principale della rotazione.

Tabella 4. Analisi economica estimativa per la coltivazione del frumento tenero.

Frumento tenero	Superficie (ha)	71,38		
Costi unitari	Unità di misura	Costo unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Acquisto sementi	€/ha	112	71,38	7.994,6
Preparazione terreno	€/ha	300	71,38	21.414,0
Concimazione	€/ha	90	71,38	6.424,2
Semina	€/ha	100	71,38	7.138,0
Diserbo	€/ha	40	71,38	2.855,2
Raccolta con trebbia e trasporto	€/ha	200	71,38	14.276
Essiccazione e stoccaggio	€/ha	20	356,9	7.138,0
Personale agricolo	€/ha	128,25	71,38	9.154,5
Costi vari ed eventuali	€/ha	60	71,38	4.282,8
Totale				€ 80.677,25
	Produzione t/ha	Produzione totale (t)	Prezzo (€/t)	Totale (€)
Ricavi x 71,38 ha	5	356,9	400	€ 142.760,00

Margine Operativo Lordo con lavorazione interna	€ 62.082,76
--	--------------------

La produzione media del frumento si attesta intorno alle 6-7 t/ha. Ai fini della progettazione agrivoltaica in oggetto, in via prudenziale, si è ipotizzata una produzione pari a 5 t/ha, considerando che la superficie coltivata sottostante i pannelli subirà un maggiore ombreggiamento rispetto al pieno campo.

10.3. Analisi preliminare costi/ricavi – coltura foraggera

Si riporta, in Tabella 5, l'analisi costi/ricavi relativa alla coltivazione dell'erbaio da foraggio.

Tabella 5. Analisi economica estimativa per la coltivazione del foraggio.

Foraggio	Superficie ha	50		
Operazioni	Unità di misura	Costo unitario (€)	Quantità	Totale €
Acquisto semente (30 kg/ha)	€/kg	4	1500	6.000,0
Preparazione terreno : aratura – erpicatura - fresatura	€/ha	100	50	5.000,0
Semina	€/ha	50	50	2.500,0
Taglio 1° + Voltafieno (annuale)	€/ha	40	50	2.000,0
Taglio 2° + Voltafieno (annuale)	€/ha	40	50	2.000,0
Sfalcio e raccolta	€/ha	80	50	4.000,0
Trasporto e stoccaggio	€/t	20	600	12.000,0
Totale				€ 33.500,00
	Produzione t/ha	Produzione totale	Prezzo di vendita (€/t)	Totale €
Ricavi x 50 ha	12	600	130	€ 78.000,00

Margine Operativo Lordo 1 anno	€ 44.500,00
Margine Operativo Lordo 2 anno	€ 58.000,00

La produzione media dell'erbaio, come citato nel paragrafo 8.2.2., si attesta intorno alle 14 t/ha. Ai fini della progettazione agrivoltaica in oggetto, in via prudentiale, si è ipotizzata una produzione pari a 12 t/ha, considerando che la superficie coltivata sottostante i pannelli subirà un maggiore ombreggiamento rispetto al pieno campo.

10.4. Analisi preliminare costi/ricavi - allevamento elicicolo

Si riporta, in Tabella 6, l'analisi costi/ricavi relativa all'allevamento elicicolo.

Tabella 6. Analisi costi e ricavi dell'allevamento elicicolo.

ALLEVAMENTO DI LUMACHE DI 20.000 METRI QUADRI (2 ha) Conto economico a regime				
Ricavi	Quantità annua (kg)	Importo unitario (€/kg)	Ricavi annui (€)	% sui ricavi tot.
Lumache prima qualità (vendita al dettaglio)	11.000	7,5	82.500	42,9
Lumache seconda qualità (vendita al dettaglio)	7.000	5,0	35.000	18,2
Bava	1.500	50,0	75.000	39,0
TOTALE RICAVI			192.500	100,0
Costi variabili	% rispetto ai ricavi annui	Investimento annuo (€)	Costi variabili annui (€)	% sui ricavi tot.
Lumache	10%	18.000	1.800	0,9
Sementi, concimi, disinfestanti	10%		19.250	10,0
Spese di trasporto	0%		0	0,0
Imballaggi	1%		1.925	1,0
Lavorazione bava	5%		3.750	1,9
TOTALE COSTI VARIABILI			26.725	13,9
Costi fissi	Costi fissi annui (€)		% sui ricavi tot.	
Collaboratori occasionali/stagionali	30.000		15,6	
Altre spese	12.750		6,6	
Costi burocratici e amministrativi	1.263		0,7	
TOTALE COSTI FISSI	44.013		22,9	
TOTALE COSTI	70.738		36,7	
REDDITO OPERATIVO	121.762		63,3	

La produzione media di lumache di prima e seconda qualità, come citato nel paragrafo 8.2.4., si attesta intorno alle 10 t/ha, tuttavia, in via prudenziale, si è ipotizzata una produzione pari a circa 9 t/ha. Inoltre, si è ipotizzata una produzione di circa 1'500 kg/anno di "bava di lumaca" per cosmesi.

Il prezzo di ritiro all'ingrosso per quanto riguarda le lumache vive oscilla intorno ai 5 €/kg, mentre per la "bava" intorno ai 50 €/kg. Inoltre, le spese minime di impianto si aggirano intorno ai 30-50 €/ha.

10.5. Analisi preliminare costi/ricavi – attività apistica

Si riporta, in Tabella 7, l'analisi costi/ricavi relativa all'attività apistica.

Tabella 7. Analisi dei costi/ricavi dell'attività apistica.

Costi fissi	Unità di misura	Costo unitario (€)	Durata in anni	10
			Numero arnie	100
			Totale (€)	Ammortamento (€)
Arnie	n.	150	15.000	1.500
Famiglie	n.	80	8.000	800
Supporti arnie	n.	35	3.500	350
Smelatore elettrico	1	1000	1.000	100
Maturatore inox	1	1000	1.000	100
Banco disopercolare	1	400	400	40
Coltelli-filtri- forchette	1	150	150	15
Tute-caschi guanti di protezione	1	550	550	55
Soffiatore per api	1	1000	1.000	100
Lavorazioni per preparazione postazioni (10 ore manodopera)	h	11	1.100	110
Totale			31.700	3.170

Costo variabile	Unità di misura	Costo unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Cambio regine	arnie	15	50	750
Trattamento varroa	arnie	10	100	1.000
Nutrizione	arnie	10	100	1.000
prodotti igienizzanti e pulizia				200
Spese invasettamento ed etichettatura				1.000
Trasporto commercializzazione	h	30	20	600
Costo personale				
Totale				4.550

	kg miele/arnia	kg miele tot	Prezzo (€/kg)	Ricavi totali (€)
Ricavi	20	2.000	8	16.000

Tempo	Ricavi (€)	Ammortamenti (€)	Spese correnti (€)	Risultato ante imposte (€)
dal 1° anno al 10° anno	16.000	-3.170	-4.550	8.280
dall'11° anno in poi	16.000	0	-4.550	11.450

Analizzando i costi minimi relativi all'avvio dell'allevamento e gli ottimali introiti, si denota una buona marginalità già dai primi anni di attività.

Inoltre, oltre al miele potranno essere valorizzati una serie di prodotti pregiati correlati (e.g. cera, propoli, pappa reale) i quali consentiranno un significativo incremento dei numeri riferiti a tale attività.

Oltre ai redditi derivanti dalle produzioni sopra descritte, si potranno ulteriormente incrementare gli introiti tramite i ricavi ottenuti dalla manutenzione della componente vegetazionale che verrà messa a dimora contestualmente alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

10.6. Costi monitoraggio agrometeo

Come indicato nel Capitolo 9, si prevede l'installazione di una capannina agrometeorologica in campo e l'impiego di un DDS agricolo per i quali si stimano i costi indicati in Tabella 8, ottenuti considerando una vita dell'impianto di 25 anni.

Tabella 8. Analisi economica estimativa per il monitoraggio agrometeo delle coltivazioni.

Descrizione	Prezzo (€)
Capannina agrometeorologica dotata di: <ul style="list-style-type: none"> · Temperatura/umidità · Pluviometro · Anemometro (velocità/direzione vento) · Radiazione solare globale/evapotraspirazione · Bagnatura fogliare 	3.500,00 €
Manutenzione capannina (costo annuo 250 € x 30 anni)	7.500,00 €
Licenza DSS (costo annuo 1000 € x 30 anni)	30.000,00 €
Totale	41.000,00 €

11. Conclusioni

Il progetto agrivoltaico qui presentato trova le sue radici in alcune delle principali sfide del 21° secolo - dal riscaldamento globale, all'aumento della popolazione mondiale fino alla necessità di rafforzare il comparto agricolo -, divenendo motore di opportunità e sviluppo sostenibile, equo e duraturo.

In risposta a ciò, il progetto “e-VerGREEN” si pone, quindi, l’obiettivo di integrare armoniosamente il nuovo impianto fotovoltaico alla conduzione agricola esistente, tramite la strutturazione di un **piano agronomico** finalizzato a:

- mantenere una continuità con l’attuale utilizzo colturale dei terreni per creare una reale sinergia tra il sistema agricolo e la produzione di energia, attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo “agro -energetico”;
- sfruttare positivamente le conoscenze esistenti che testimoniano come la presenza della componente energetica non incida negativamente sulle produzioni agrarie sottostanti (a causa della riduzione della radiazione incidente), ma possa innescare condizioni climatico-edafiche interessanti, con la riduzione dell’evapotraspirazione e la mitigazione dei picchi estremi giornalieri.

La **componente fotovoltaica** è stata progettata, considerando le *Best Available Technologies* (BAT) in campo agrivoltaico, al fine di garantire:

- un’altezza sull’asse di rotazione dei tracker (2.5 m) tale da consentire la coltivazione sotto pannello;
- la possibilità di controllare in maniera indipendente le file dei pannelli (per massimizzare lo spazio di lavorazione necessario ai macchinari agricoli e in funzione delle esigenze della coltura e delle operazioni agricole necessarie);
- una massimizzazione della superficie effettivamente coltivabile;
- un’ottimizzazione del *ground cover ratio*, per garantire spazio sufficiente alla componente agronomica, raggiungendo un valore inferiore al 30% rispetto alla superficie catastale.

In fase di progettazione, quindi, si è lavorato sul binomio agricoltura-energia al fine di proporre un sistema di produzione agro-energetica integrato e sostenibile e, al tempo stesso, contribuire al mantenimento - e al miglioramento - delle tecniche di produzione agricola esistenti attraverso tecniche di Agricoltura conservativa e soluzioni tecnologiche sempre più orientate verso la *Precision-farming*.

A completamento di quanto descritto, si richiamano integralmente i contenuti del SIA in cui vengono trattati, con dovizia di dettaglio, tutti gli approfondimenti sulle componenti biotiche e abiotiche naturali, con ulteriori sinergie in termini di biodiversità, servizi ecosistemici e tutela delle risorse del territorio.

Si può, quindi, concludere che la soluzione proposta prevede la creazione di un sistema integrato tra agricoltura e produzione di energia che, considerando le indicazioni attualmente esistenti, può essere definito come un vero e proprio impianto *agrivoltaico* poiché gli interventi in progetto prevedono:

- l’installazione di un impianto FV progettato al fine di consentire la coltivazione dell’area agricola sottostante;
- il mantenimento dell’attività agricola sulle superfici interessate dall’intervento;
- l’introduzione di tecniche di gestione agronomica piu’ sostenibili rispetto a quelle attualmente in atto;
- la riduzione di input chimici (fertilizzanti);
- la riduzione dei consumi idrici;
- l’impiego di strumenti informativi (DSS) che consentiranno la registrazione e il monitoraggio delle produzioni ottenute;
- il monitoraggio delle condizioni meteorologiche che si integreranno con il previsto monitoraggio ambientale;
- esternalità positive in termini sociali, occupazionali e di filiera locale (e.g. coinvolgimento personale locale, mantenimento identità agricola, verosimile decrescita del valore dell’energia elettrica, ecc).

12. 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. (2019) Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy* 220: 545–56
- Agridea (2021) Colture di copertura - Sovesci adatti all'orticoltura a sud delle Alpi. https://www.agridea.ch/fileadmin/AGRIDEA/Theme/Productions_vegetales/Grandes_cultures/campicoltura_it_a/Allegato_2_Sovesci_adatti_all_orticoltura_a_sud_delle_Alpi_15.30.1.pdf
- 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
- Avagnina, G., Coerezza, U., Fontana, M., Fossati, P., Vitali, E. (2015) Manuale di corretta prassi operativa in materia di elicoltura.
- Baldoni, R., e Giardini, L. (2001). *Coltivazioni erbacee*. Ed. Patron; 3° edizione (10 maggio 2001), 410 pp. ISBN-10:8855525417
- Blasi, C., Michietti, L. (2007). Phytoclimatic map of Italy, 1:1.000.000/1:250.000. In: Blasi, C., Boitani, L., La Posta, S., Manes, F., Marchetti, M., editors. *Biodiversity in Italy*. Rome:Palombi Editori. Pp. 57-66.
- Bolzan, A. (2009). "Analisi dei parametri vegetazionali e dei caratteri funzionali di specie guida, come strumenti di studio di comunità prative". Tesi di dottorato in colture erbacee, genetica agraria e sistemi agroterritoriali. XXI Ciclo. Università di Bologna.
- Bortolotti, L., Porrini, C., Mutinelli, F., Pochi, D., Marinelli, E., Balconi, C., Nazzi, F., Lodesani, M., Sabatini, A.G. (2009). Salute delle api: analisi dei fattori di rischio. Il progetto Apenet. *APOidea* Vol. 6, 3-22.
- Carleo, P., Carleo, A., Bonaria Lai, M. (2015) L'allevamento delle lumache.
- Daget, P., Poissonet, J., (1969). "Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques." CNRS CEPE, Montpellier, doc. 48, 66 pp.
- 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.
- 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>
- Gebbers R. Adamchuk V.I. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 327, 5967: 828-831.
- Gerland, P., Raftery A.E., Sevcikova, H., Li, N., Gu, D., Spoorenberg T, Alkema L, Fostick BK, Chunn J., Lalic, N. and Bay, G. (2014). World population stabilization unlikely this century. *Science*, 346(6206),234-237
- Goetzberger and Zastrow (1982). On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy* 1:55–69.
- Gusmeroli F. e Pozzoli M.L (2003). "Vegetazione dell'Alpe mola e sua relazione con l'attività pastorale (Brescia, Lombardia)". *Natura Bresciana, Ann. Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia*, 33, 37-61.
- Hassanpour Adeg 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>
- IRES – Istituto di Ricerche Economico-Sociali del Piemonte (2021) "Piemonte Rurale 2021 – Rapporto annuale dell'osservatorio rurale" (www.ires.piemonte.it)

- Ismea - Fondazione Qualivita (2020). Rapporto 2020 Ismea – Qualivita sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG. 2020. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11279>
- Kobayashi K. (2004). Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed Biology and Management* 4:1-7 pp.
- Kottek, M., Grueser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15 (3), pp. 259-263.
- Legambiente (2020). Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare. <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/agrivoltaico.pdf>
- 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
- Manuale di agricoltura. Ulrico Hoepli Editore spa, 1997. ISBN 978-88-203-2344-8.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, DC.
- Panozzo A., Bernazeau B., Dal Cortivo C., Desclaux D., Vamerli T., 2019. Microclimate modification and yield responses of different varieties of durum wheat within an olive orchard agroforestry system. *Società Italiana di Agronomia, Atti del XLVIII Convegno Nazionale "Evoluzione e adattamento dei sistemi colturali"*, Perugia 18-20 Settembre 2019: 72-73.
- Pisante M., 2013. *Agricoltura sostenibile*. Edagricole, ISBN 978-88-506-5411-6
- Roberto Fanfani e Stefano Boccaletti, 2020. Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna - Rapporto 2020. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/notizie/2021/luglio/convegno-presentazione-rapporto-agroalimentare-2020/il-sistema-agro-alimentare-dellemiliana-romagna-rapporto-2020>
- Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Oberfell, 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
- Toledo C., Scognamiglio A. (2021) Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). *Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns)*. *Sustainability* 13, 6871. <https://doi.org/10.3390/su13126871>.
- 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.
- 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>.
- Xue J. (2017) Photovoltaic agriculture – new opportunity for photovoltaic applications in China. *Renew Sustain Energy Rev* 73:1–9. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.098>.
- Yang, X., Cox-Foster, D. I. (2005). Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *PNAS*, 102: 7470-7475.