



LEGAMBIENTE

D O S S I E R

L'AGRIVOLTAICO in ITALIA

2 0 2 6





LEGAMBIENTE

D O S S I E R

L'AGRIVOLTAICO in ITALIA

2 0 2 6

A cura di

ANGELO GENTILI

Responsabile Legambiente agricoltura

CARLOTTA PRIORE

Ufficio Agricoltura Legambiente

MARGHERITA AMBROGETTI DAMIANI

Responsabile comunicazione Legambiente agricoltura

Indice

PREFAZIONE

Tra crisi climatica e transizione ecologica: le rinnovabili e l'agrivoltaico al centro.	5
Agrivoltaico, la transizione giusta: energie rinnovabili e produzione agricola, una sinergia positiva per il futuro del Paese	6

1. INTRODUZIONE

10

Perché parlare di agrivoltaico oggi	10
La crisi climatica e la transizione energetica in agricoltura	12
Obiettivi del report	14
Agrivoltaico: tra produzione agricola ed energetica	14

2. IL CONTESTO ENERGETICO E AGRICOLO

16

Agricoltura e cambiamento climatico	16
Il ruolo delle rinnovabili nel settore primario	17
Agrivoltaico, l'integrazione tra agricoltura ed energia crea valore per l'Italia	18

3. CHE COS'È L'AGRIVOLTAICO

21

Agrivoltaico: principi, modelli di riferimento, esperienze concrete di integrazione positiva tra produzione di energia rinnovabile e attività agricole	23
--	----

4. PROSPETTIVE DI SVILUPPO E CRITICITÀ

25

Agrivoltaico, tra transizione ecologica e tutela del suolo: il caso Campania	25
Criticità burocratiche e autorizzative: analisi delle principali difficoltà allo sviluppo dell'agrivoltaico	26

5. BENEFICI AMBIENTALI, AGRICOLI ED ECONOMICI

28

Riduzione delle emissioni	28
Adattamento climatico alle colture	29
Opportunità economiche per le aziende agricole	31
Potenziale dei sistemi agrivoltaici in Italia: stato dell'arte	32
Agrivoltaico e paesaggio: la progettazione integrata dell'impianto nel contesto territoriale	34

6. CRITICITÀ E SFIDE APERTE	37
Agrivoltaico, AIAS: qualità ed etica come traiettorie di sviluppo	37
Agrivoltaico, l'Italia davanti a una scelta di sistema	39
Agrivoltaico: sole e suolo un bene comune per tutta l'Italia	41
Sperimentazione agronomica e monitoraggio in ambito agrivoltaico	42
7. AGRIVOLTAICO: UNA LEVA STRATEGICA PER IL SETTORE PRIMARIO	45
Sistemi agrivoltaici: i possibili scenari	45
L'agrivoltaico in Italia: il punto di vista delle Associazioni agricole	49
CIA - Confederazione Italiana Agricoltori	49
Coldiretti	51
Confagricoltura	53
8. CASI DI STUDIO E BUONE PRATICHE	54
Agrivoltages Erasmus+ – Agrivoltaics for Sustainable Agriculture and Renewable Energy Integration in VET	54
9. UNFAKE NEWS: LUOGHI COMUNI E PREGIUDIZI SULL'AGRIVOLTAICO	59
10. LE ESPERIENZE DELLE AZIENDE	61
Absolute energy - La transizione energetica dei territori: la sfida dell'agrivoltaico come motore di sviluppo per il settore agricolo	61
Blunova - Energia e territorio: un modello di agrivoltaico sostenibile per le attività agricole e pastorali	63
EOS - Produzione energetica rinnovabile, tutela del paesaggio e filiere agricole innovative e sostenibili	64
I-Pergola - Innovazione e ricerca per progettare sistemi agrivoltaici avanzati per migliorare l'efficienza energetica e la resilienza climatica	66
Naturgy - produzione energetica rinnovabile, gestione agricola biologica e tutela del suolo	67
Neoen - Integrazione e sinergia tra attività agricola e fotovoltaica: l'ecologia al centro	73
Studio Architettura Consolini - un percorso di equilibrio tra produzione agricola, tutela del paesaggio e degli ecosistemi	77
11. CONCLUSIONI – COLTIVARE ENERGIA, PRODURRE FUTURO	72

PREFAZIONE

Agrivoltaico, la transizione vincente: energia rinnovabile, produzione agricola e tutela del suolo per il futuro del Paese

Stefano Ciafani, presidente nazionale Legambiente

L'agrivoltaico rappresenta oggi uno dei terreni più avanzati su cui si misura la capacità del Paese di tenere insieme transizione ecologica, sicurezza energetica e tutela del sistema agroalimentare. Non è soltanto una tecnologia, ma una scelta politica che chiama in causa visione, regole e responsabilità. In un contesto segnato da crisi climatica, guerre per l'accaparramento delle fossili, speculazioni sui mercati energetici e crescente pressione sulle risorse naturali, diventa imprescindibile costruire soluzioni integrate, capaci di produrre energia rinnovabile senza sottrarre valore alla terra e al lavoro agricolo.

L'Italia, per caratteristiche territoriali e vocazione produttiva, è un laboratorio naturale per l'agrivoltaico. La qualità delle nostre produzioni, la biodiversità diffusa, il ruolo delle comunità rurali impongono un approccio che rifiuti scorciatoie e semplificazioni. Non si tratta di scegliere tra pannelli e colture, tra energia e cibo, ma di governare un'alleanza possibile e necessaria. L'agrivoltaico, se progettato con criteri rigorosi e inserito in una pianificazione coerente, consente di migliorare la resilienza delle aziende agricole, ridurre i costi energetici, ottimizzare l'uso del suolo e contribuire agli obiettivi di decarbonizzazione.

La sfida è tutta politica. Servono indirizzi chiari, capaci di distinguere tra interventi di qualità e operazioni speculative. È necessario definire criteri chiari, capaci di valorizzare la sinergia positiva tra produzioni da rinnovabili e attività agricola, tutela del paesaggio e partecipazione delle comunità locali. Allo stesso tempo, occorre accelerare gli iter autorizzativi per i progetti virtuosi, evitando che burocrazia e incertezza normativa rallentino una trasformazione che non può più attendere. La transizione energetica non è neutra: o è governata, oppure rischia di produrre conflitti territoriali.

In questo quadro, il ruolo delle politiche pubbliche è decisivo. Gli strumenti di sostegno devono premiare l'innovazione vera, quella che integra produzione agricola ed energetica, che investe in ricerca, che sperimenta modelli replicabili e sostenibili nel tempo. È fondamentale accompagnare le imprese agricole, soprattutto le più piccole, in questo percorso, offrendo formazione, accesso al credito e certezze regolatorie. L'agrivoltaico può diventare un volano di sviluppo diffuso, capace di generare occupazione qualificata e rafforzare le economie locali.

Non meno rilevante è la dimensione culturale. Per troppo tempo il dibattito pubblico si è polarizzato, contrapponendo difesa del territorio e innovazione energetica. È una contrapposizione sterile, che non aiuta a costruire soluzioni. Serve invece una nuova consapevolezza, che riconosca nella crisi climatica una sfida sistemica e nell'integrazione tra settori una risposta concreta. L'agricoltura, in questo senso, non è

solo vittima degli impatti climatici, ma può diventare protagonista attiva della transizione, contribuendo alla produzione di energia pulita e alla riduzione delle emissioni.

Il dossier che presentiamo si colloca esattamente in questa prospettiva. Non si limita a fotografare lo stato dell'arte, ma propone un quadro di riferimento per orientare le scelte future. Indica criteri, evidenzia criticità, valorizza le esperienze più avanzate. Soprattutto, ribadisce una posizione chiara: l'agrivoltaico è una grande opportunità per il Paese, a condizione che venga sviluppato nel rispetto del suolo, del paesaggio e delle comunità.

La transizione ecologica non può essere rimandata né ridotta a slogan. Richiede coraggio, coerenza e capacità di visione. L'agrivoltaico, se governato con intelligenza, può essere uno degli strumenti più efficaci per coniugare ambiente, economia e giustizia sociale. È su questo terreno che si gioca una parte importante del futuro dell'Italia.

Agrivoltaico, la transizione giusta: energie rinnovabili e produzione agricola, una sinergia positiva per il futuro del Paese

Angelo Gentili – Responsabile nazionale agricoltura di Legambiente

La crisi climatica sta trasformando profondamente il modo in cui guardiamo al territorio, all'energia e all'agricoltura. Ondate di calore sempre più intense, lunghi periodi di siccità alternati a eventi meteorologici estremi stanno mettendo a dura prova il lavoro degli agricoltori e la capacità dei sistemi agricoli di garantire cibo, reddito e tutela dei paesaggi. In questo scenario la transizione energetica non è più soltanto una necessità ambientale: è diventata una condizione per difendere l'agricoltura stessa e per costruire un modello di sviluppo capace di tenere insieme produzione, tutela della natura e innovazione.

La diffusione delle energie rinnovabili rappresenta inoltre una scelta strategica anche sul piano geopolitico. Ridurre la dipendenza dalle fonti fossili significa infatti rafforzare l'autonomia energetica dei Paesi, contribuire alla stabilità internazionale e sottrarre risorse economiche ai conflitti legati al controllo delle materie prime. Decarbonizzare l'economia non è dunque soltanto una risposta alla crisi climatica, ma anche un passo importante verso un modello di sviluppo più sicuro e capace di favorire condizioni di pace.

È dentro questa prospettiva che si inserisce l'agrivoltaico. Non come una semplice soluzione tecnologica, ma come uno strumento che può contribuire a immaginare un nuovo equilibrio tra produzione agricola ed energia rinnovabile. Un sistema che, se progettato e realizzato correttamente, permette di integrare le coltivazioni con la produzione di energia pulita, riducendo le emissioni climalteranti, rafforzando la resilienza delle aziende agricole e aprendo nuove opportunità economiche per i territori rurali.

Come Legambiente seguiamo con grande attenzione questo percorso da anni. Lo abbiamo fatto attraverso un intenso lavoro dedicato a studi, focus specifici e approfondimenti rivolti alla diffusione delle

energie rinnovabili nei territori, ma anche promuovendo momenti di confronto tra mondo agricolo, ricerca scientifica, imprese e istituzioni. Il nostro obiettivo è sempre stato chiaro: evitare contrapposizioni tra agricoltura e rinnovabili e lavorare invece per costruire modelli di integrazione virtuosi, capaci di generare benefici ambientali, sociali ed economici.

In questi anni abbiamo sostenuto con convinzione lo sviluppo delle energie rinnovabili come elemento fondamentale nella lotta alla crisi climatica e nella riduzione della dipendenza dalle fonti fossili. Oggi più che mai, in un contesto geopolitico segnato da forti instabilità, conflitti in corso e una crisi energetica persistente, risulta strategico accelerare con decisione lo sviluppo delle fonti energetiche alternative. Allo stesso tempo abbiamo più volte sottolineato l'importanza di una pianificazione attenta e responsabile, capace di mettere al centro la qualità dei progetti, la tutela del paesaggio e il coinvolgimento delle comunità locali. In questa prospettiva, l'agrivoltaico rappresenta uno degli ambiti più interessanti su cui costruire un equilibrio concreto tra produzione agricola e generazione di energia rinnovabile.

L'innovazione tecnologica consente oggi di progettare impianti in grado di garantire la continuità delle attività agricole assicurando, al tempo stesso, la produzione di energia. Strutture sopraelevate, sistemi di inseguimento solare e soluzioni capaci di modulare l'ombreggiamento delle colture, insieme a tecnologie che favoriscono una gestione più efficiente delle risorse idriche, rappresentano alcuni degli esempi di come ricerca e sperimentazione stiano aprendo nuove prospettive.

In uno scenario caratterizzato dall'aumento delle temperature e da una crescente scarsità d'acqua, queste soluzioni possono contribuire ad attenuare gli effetti dei cambiamenti climatici sull'agricoltura — dalle ondate di calore alle gelate tardive, fino agli eventi meteorologici estremi come le grandinate — rafforzando la capacità di adattamento dei sistemi produttivi.

I sistemi agrivoltaici esprimono inoltre un significativo potenziale di innovazione tecnologica applicata all'agricoltura: sensoristica, monitoraggio ambientale e strumenti digitali avanzati possono supportare gli agricoltori nella gestione delle colture, contribuendo a ridurre gli input più impattanti e a migliorare la qualità e la sostenibilità delle filiere agroalimentari.

Accanto alla produzione agricola, l'agrivoltaico può favorire anche sistemi di allevamento estensivo e pratiche di pascolo. Le strutture degli impianti offrono infatti aree ombreggiate che contribuiscono a migliorare il benessere animale e consentono una gestione più efficiente delle colture foraggere. Allo stesso tempo, la presenza di recinzioni e sistemi di controllo nei parchi agrivoltaici può rappresentare un elemento di protezione aggiuntivo contro gli attacchi dei predatori, sempre più frequenti in particolare nel settore dell'ovicoltura.

Nei contesti caratterizzati da agricoltura intensiva e monocoltura, l'agrivoltaico può inoltre contribuire a ridurre la pressione esercitata su suolo, acqua e biodiversità, accompagnando la transizione verso modelli produttivi più equilibrati e sostenibili. In questa prospettiva, l'introduzione di piani colturali che in-

cludano colture foraggere e piante miglioratrici della fertilità del suolo, insieme a investimenti mirati alla tutela della biodiversità e alla riduzione degli impatti ambientali, rappresenta un'opportunità concreta di miglioramento sotto diversi profili.

Un ulteriore elemento riguarda la possibilità di realizzare fasce tampone con specie autoctone, che oltre a contribuire alla mitigazione degli impatti paesaggistici possono favorire l'aumento – oggi quanto mai necessario – di aree ad alta biodiversità all'interno dei paesaggi agricoli. Siepi arbustive, specie nettari-fere e mellifere offrono infatti rifugio e nutrimento alla fauna selvatica, agli insetti impollinatori e alle api, rafforzando gli equilibri ecologici dei territori coltivati.

In questa direzione l'agrivoltaico può dialogare con i principi dell'agroecologia, favorendo sistemi agricoli più diversificati, resilienti e capaci di integrare produzione, tutela degli ecosistemi e gestione responsabile delle risorse naturali. La produzione di energia rinnovabile può diventare così, una leva per sostenere pratiche agricole che rafforzano la fertilità dei suoli, la biodiversità e la qualità dei paesaggi rurali.

Un altro elemento centrale riguarda il ruolo che questi progetti possono svolgere nel contrastare l'abbandono delle aree agricole marginali. In molte zone interne e rurali, la difficoltà di mantenere la redditività delle aziende ha portato, nel corso dell'ultimo secolo, alla perdita di circa 10 milioni di ettari coltivati e alla progressiva riduzione del numero delle imprese agricole, diminuite del 64%, a fronte di un aumento della dimensione media delle aziende.

In questo processo viene meno il ruolo prezioso e insostituibile dell'agricoltura come presidio del territorio, fattore di coesione sociale, cura del paesaggio agrario e argine rispetto ai fenomeni di dissesto idrogeologico.

L'integrazione tra produzione agricola ed energia rinnovabile può contribuire a restituire valore economico a questi territori, aprendo nuove opportunità di reddito e favorendo la nascita di attività imprenditoriali innovative. Assume quindi un'importanza particolare, il coinvolgimento delle giovani generazioni: numerosi studi mostrano infatti come i giovani siano particolarmente sensibili ai temi dell'innovazione tecnologica e della sostenibilità ambientale. Favorire il loro ingresso nel settore agricolo rappresenta quindi una sfida decisiva per il futuro dell'agricoltura e per la vitalità delle aree rurali.

Proprio le nuove generazioni possono diventare protagoniste di questa trasformazione. L'agrivoltaico richiede infatti competenze agronomiche, energetiche e tecnologiche sempre più avanzate e può rappresentare un ambito particolarmente dinamico per lo sviluppo di innovazione e imprenditoria giovanile. La capacità di integrare ricerca, digitalizzazione, monitoraggio dei dati e gestione sostenibile delle risorse apre scenari in cui agricoltura ed energia entrano in relazione in modo sempre più stretto, delineando nuovi modelli produttivi capaci di coniugare sostenibilità, efficienza e valore per i territori.

Ma perché l'agrivoltaico diventi davvero una leva di cambiamento è necessario fare ancora molti passi avanti. Servono regole chiare, tempi autorizzativi certi e una pianificazione territoriale capace di indivi-

duare le aree più adatte e privilegiare i progetti che mantengono una reale funzione agricola. È fondamentale inoltre sostenere la ricerca, il monitoraggio dei risultati agronomici ed energetici e la diffusione delle buone pratiche.

Il percorso avviato anche grazie alle risorse del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza rappresenta un'opportunità importante. Tuttavia, affinché queste risorse producano effetti duraturi, occorre accompagnarle con una visione strategica che guardi al lungo periodo e che coinvolga attivamente il mondo agricolo.

Le aziende agricole possono assumere un ruolo centrale in questa trasformazione. L'agrivoltaico rappresenta un'opportunità concreta per rafforzarne la sostenibilità economica, generando nuove fonti di reddito e riducendo i costi energetici, anche attraverso l'autoconsumo. Allo stesso tempo può favorire percorsi di innovazione che riguardano la gestione dell'acqua, la tutela della biodiversità, la diversificazione delle produzioni e la valorizzazione dei territori rurali.

Di fondamentale importanza è rafforzare la sinergia tra il mondo delle energie rinnovabili e quello agricolo, rendendo l'imprenditore rurale partecipe e protagonista di un percorso di cooperazione e co-progettazione fin dalle prime fasi di pianificazione degli impianti agrivoltaici. Senza la presenza attiva e consapevole dell'agricoltore, infatti, non è possibile realizzare un vero sistema agrivoltaico.

Quando questi progetti nascono da un dialogo reale tra competenze agricole, energetiche e territoriali, possono trasformarsi in una straordinaria opportunità per lo sviluppo di un sistema agroalimentare capace di affrontare in modo concreto la sfida della transizione ecologica e dei cambiamenti climatici.

Questo report nasce con l'obiettivo di raccontare queste esperienze, analizzarne le opportunità e far emergere le criticità ancora aperte. Attraverso il contributo di aziende, ricercatori, tecnici e operatori del settore, si è voluto costruire uno spazio di confronto e approfondimento capace di restituire con maggiore chiarezza il ruolo che l'agrivoltaico può svolgere nella transizione ecologica del Paese.

La sfida che abbiamo davanti è grande e riguarda il futuro dei territori rurali, della produzione agricola e del sistema energetico. Per affrontarla servono politiche lungimiranti, progetti di qualità e una collaborazione sempre più stretta tra istituzioni, imprese, mondo della ricerca e società civile.

Diventa quindi fondamentale semplificare il quadro normativo e gli iter autorizzativi, con l'obiettivo di valorizzare e sostenere i progetti di agrivoltaico di qualità, in cui sia chiara e concreta la sinergia tra il comparto delle rinnovabili e quello agricolo.

L'agrivoltaico può rappresentare una componente importante di questo percorso, a condizione che rimanga fedele alla sua idea originaria: produrre energia pulita continuando, allo stesso tempo, a produrre cibo buono e sano. Un modello capace di valorizzare e sostenere il lavoro degli agricoltori, contribuendo alla costruzione di paesaggi agricoli più resilienti e sostenibili.

È in questa direzione che proseguirà l'impegno di Legambiente, nella convinzione che la transizione ecologica ed energetica passi anche dalla capacità di innovare il modo in cui coltiviamo la terra, produciamo energia e abitiamo i territori.

1. INTRODUZIONE

Perché parlare di agrivoltaico oggi

L'agrivoltaico sta emergendo come uno dei temi più rilevanti nel dibattito sulla transizione energetica e sul futuro dei territori rurali. La possibilità di integrare produzione agricola e generazione di energia rinnovabile rappresenta infatti una delle strade più promettenti per affrontare contemporaneamente due sfide cruciali: la decarbonizzazione del sistema energetico e la tutela della funzione produttiva dei suoli agricoli.

Il contesto europeo dimostra come questo settore stia entrando in una fase di rapida crescita. Secondo le più recenti rilevazioni di SolarPower Europe, nel continente sono attivi **oltre 200 progetti agrivoltaici** e agrisolari distribuiti in almeno dieci Paesi, per una capacità complessiva superiore ai 15 gigawatt. Si tratta di un dato che evidenzia come il mercato stia progressivamente passando da una fase sperimentale a una dimensione industriale, sostenuta da politiche pubbliche, programmi di innovazione e investimenti nel settore delle energie rinnovabili.

In diversi contesti europei l'agrivoltaico è già entrato stabilmente nelle strategie energetiche e agricole nazionali. La **Francia** rappresenta uno degli esempi più avanzati: il governo ha integrato questa tecnologia nelle politiche pubbliche dedicate sia all'energia sia all'agricoltura e il mercato è atteso crescere con un ritmo compreso tra 1 e 2 gigawatt di nuova capacità installata ogni anno a partire dal 2026¹. Anche la **Germania** ha avviato un percorso significativo di sviluppo, integrando questa tecnologia nei meccanismi di incentivazione del fotovoltaico previsti dal **Renewable Energy Act (EEG)**² e sostenendo progetti pilota e iniziative commerciali con particolare attenzione alla continuità della produzione agricola. I **Paesi Bassi**, invece, si distinguono per il ruolo della ricerca e dell'innovazione tecnologica, soprattutto nelle applicazioni dedicate alle coltivazioni ad alta intensità.

Anche in **Italia** il settore sta vivendo una fase di forte interesse e progressiva definizione normativa. L'introduzione di una definizione specifica di impianto agrivoltaico nella **legislazione nazionale**³ rappresenta un passaggio importante per distinguere questa tipologia di installazioni dal fotovoltaico a terra e per chiarire le caratteristiche progettuali necessarie a garantire la continuità delle attività agricole. In questo quadro, particolare attenzione è posta agli **elementi tecnologici** che consentono di coniugare

1 France enters the "2.0 era of agrivoltaics" and aims to install up to 2 GW per year by 2026 - Strategic Energy Europe

2 https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/renewable-energy-sources-act-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=1

3 https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/linee_guida_impianti_agrivoltaici-pdf

produzione energetica e gestione agronomica del suolo, come i sistemi di monitoraggio delle colture e gli strumenti di gestione integrata delle attività agricole.

Allo stesso tempo, sul piano del quadro normativo, il recente provvedimento della **legge 4/2026** introduce alcuni elementi di maggiore chiarezza, a partire dalla definizione di agrivoltaico come sistema caratterizzato da pannelli adeguatamente elevati da terra, in grado di garantire la continuità delle attività colturali e pastorali.

Il testo introduce inoltre alcuni criteri che, pur riconoscendo le specificità del rapporto con il comparto agricolo, restano ancora oggetto di confronto. Tra questi figurano il mantenimento della Produzione Lorda Vendibile (PLV), l'asseverazione tecnica a cura di un professionista abilitato, la definizione dei terreni a elevato valore agricolo e le soglie relative alla quota di suolo agricolo destinabile agli impianti, variabili tra lo 0,8% e il 3%.

A questo si aggiunge un ulteriore elemento di complessità legato ai provvedimenti specifici sulle **aree idonee**, la cui individuazione è demandata alle singole regioni. Si tratta di un aspetto rilevante, perché le diverse scelte regionali possono incidere in modo significativo sul già articolato quadro normativo e sugli iter autorizzativi necessari alla realizzazione degli impianti.

Del resto è importante registrare il forte interesse che il mercato sta mostrando verso questo comparto, come dimostra anche la significativa risposta in termini di progettualità alle politiche di sostegno pubblico. Il bando dedicato all'agrivoltaico previsto dal **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza** ha infatti registrato una partecipazione molto elevata: alla chiusura della prima finestra, nel settembre 2024, sono state presentate 643 richieste di finanziamento per una potenza complessiva superiore a 1,7 gigawatt e oltre 920 milioni di euro di contributi richiesti, a fronte di uno stanziamento pari a 1,1 miliardi di euro⁴.

Nel corso del 2025 le procedure hanno inoltre portato alla selezione di **oltre 700 progetti**, per una capacità installabile complessiva prossima ai 2 gigawatt, con l'obiettivo di sostenere la realizzazione di 1,04 gigawatt di nuovi impianti entro il 30 giugno 2026⁵. Questi numeri confermano non solo l'interesse crescente degli operatori, ma anche il ruolo che l'agrivoltaico può assumere nel percorso di integrazione tra produzione agricola ed energia rinnovabile.

Questi dati mostrano come l'agrivoltaico stia rapidamente assumendo un ruolo strategico nelle politiche di sviluppo delle energie rinnovabili e nell'innovazione del settore agricolo. Comprendere le opportunità, le criticità e le condizioni necessarie per una diffusione equilibrata di questi sistemi rappresenta quindi un passaggio fondamentale per accompagnare la crescita del comparto e orientarne lo sviluppo in modo coerente con le **esigenze dei territori** e delle **comunità locali**.

4 PNRR: MASE, 643 richieste per bando agrivoltaico - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica

5 Energia: Pichetto firma decreto su agrivoltaico innovativo - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica

La crisi climatica e la transizione energetica in agricoltura

L'agricoltura è oggi uno dei settori più esposti agli effetti della crisi climatica. L'aumento delle temperature medie, la crescente frequenza di **eventi estremi** e la progressiva scarsità di risorse idriche stanno incidendo sempre più profondamente sulla capacità produttiva dei sistemi agricoli. Non si tratta più di scenari futuri, ma di dinamiche già in atto che stanno modificando le condizioni di **produzione del cibo, la stabilità dei redditi agricoli** e la **sicurezza alimentare** su scala globale.

I dati più recenti confermano la portata di questo fenomeno. Secondo l'ultimo rapporto sugli impatti dei cambiamenti climatici sulla sicurezza alimentare pubblicato dalla FAO⁶, nel periodo compreso tra il 1991 e il 2023 i disastri climatici hanno causato perdite nei settori agricolo e ittico per 3,26 trilioni di dollari. Nello stesso arco temporale si sono registrate perdite cumulative pari a 4,6 miliardi di tonnellate di cereali, 2,8 miliardi di tonnellate di frutta e verdura e circa 900 milioni di tonnellate di carne e latticini, con una riduzione complessiva stimata tra il 13% e il 16% del fabbisogno energetico alimentare giornaliero globale.

Le conseguenze non sono distribuite in modo uniforme. L'**Asia** concentra quasi la metà delle perdite economiche globali, pari al 47% del totale, mentre nelle Americhe siccità ricorrenti, uragani ed eventi meteorologici estremi incidono in modo significativo sui grandi sistemi agricoli. In **Africa** gli effetti risultano particolarmente severi in rapporto alle dimensioni dell'economia agricola: le perdite stimate raggiungono i 611 miliardi di dollari, con un impatto pari al 7,4% del PIL agricolo. Anche gli ecosistemi marini mostrano segnali di forte vulnerabilità: le ondate di calore negli oceani hanno causato perdite stimate in 6,6 miliardi di dollari tra il 1985 e il 2022, colpendo circa il 15% della pesca globale.

Questi dati evidenziano come la crisi climatica non rappresenti soltanto una questione ambientale, ma anche economica e sociale. La stabilità dei sistemi alimentari globali dipende sempre più dalla capacità di adattare le pratiche agricole a condizioni climatiche in rapido cambiamento, rafforzando la resilienza delle produzioni e dei territori.

Anche in **Italia** gli effetti del cambiamento climatico sono ormai evidenti. Secondo i dati 2025 dell'**Osservatorio Città Clima di Legambiente**⁷, sono stati censiti 376 eventi climatici estremi, tra siccità prolungate, frane, alluvioni e ondate di calore. Fenomeni che colpiscono direttamente le aree agricole, alterando i cicli produttivi, aumentando i rischi per le coltivazioni e mettendo sotto pressione le risorse naturali, a partire dal suolo e dall'acqua.

Di fronte a queste trasformazioni, il modello agricolo dominante costruito negli ultimi decenni mostra tutti i suoi limiti. L'espansione di sistemi produttivi basati su **monocolture intensive, forte meccanizzazione e uso intensivo di fertilizzanti chimici e pesticidi** ha contribuito a incrementare la produttività nel breve periodo, ma ha anche generato effetti collaterali significativi: impoverimento dei suoli, perdita

6 FAO. 2025. The Impact of Disasters on Agriculture and Food Security 2025 – Digital solutions for reducing risks and impacts. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd7185en>

7 <https://cittaclima.it/bilancio-2025-citta-clima/>

di biodiversità, erosione e maggiore vulnerabilità agli stress climatici. La riduzione della diversità biologica nelle aree coltivate favorisce inoltre la proliferazione di parassiti e malattie, spesso contrastati attraverso un crescente utilizzo di input chimici che possono avere impatti significativi e conseguenze negative sugli ecosistemi e sulla qualità ambientale.

Inoltre si osserva in modo sempre più evidente e accelerato uno spostamento degli areali di produzione agricola verso latitudini più settentrionali e verso altitudini più elevate. Questo fenomeno è guidato principalmente dall'aumento delle temperature e dalle variazioni nel regime delle precipitazioni, che stanno rendendo molte aree del Mediterraneo meridionale progressivamente meno adatte anche a colture tradizionali come vite, olivo e agrumi, esponendole al tempo stesso a condizioni di crescente aridità e al rischio di desertificazione.

Le conseguenze sono rilevanti: dalla riduzione della capacità produttiva del comparto agricolo fino allo **spopolamento delle aree rurali** e all'**abbandono delle zone interne**, collinari e montane. Un processo che indebolisce il presidio del territorio e mette ulteriormente a rischio la tenuta sociale, economica e ambientale di ampie porzioni del paesaggio agricolo.

Per affrontare le sfide future è necessario ripensare i modelli produttivi e rafforzare la resilienza dei sistemi agricoli. In molte aree del mondo stanno emergendo pratiche alternative all'agricoltura e alla zootecnia intensiva, capaci di rendere i modelli più sostenibili e orientati alla rigenerazione del suolo, all'aumento della biodiversità e al miglioramento della qualità delle produzioni. Tra queste rientrano l'agricoltura biologica e quella rigenerativa, la rotazione delle colture, le tecniche di riduzione o eliminazione delle lavorazioni del suolo, l'ampliamento delle aree ad alta biodiversità, la diminuzione degli impatti chimici, idrici ed energetici e l'adozione di sistemi agroecologici che valorizzano la diversità biologica e la qualità degli ecosistemi agricoli.

La sfida dei prossimi anni sarà dunque accompagnare questa trasformazione con politiche pubbliche capaci di sostenere l'innovazione tecnologica e promuovere nuovi modelli di gestione del territorio, in grado di rafforzare la sicurezza alimentare, valorizzare il lavoro agricolo e contribuire al contrasto della crisi climatica.

Da questo punto di vista, l'agritecnologia può rappresentare un importante strumento tecnologico per contribuire a mitigare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici e a ridurre l'impatto, sempre più evidente e purtroppo destinato ad aumentare nei prossimi anni.

Allo stesso tempo, questa tecnologia può offrire un contributo concreto nel contrastare il progressivo abbandono delle aree coltivate, mettendo a disposizione del settore agricolo strumenti avanzati capaci di favorire l'innovazione, migliorare la gestione delle risorse e rendere il comparto meno vulnerabile e più resiliente di fronte alle sfide ambientali ed economiche che lo attendono.

Obiettivi del report

Negli ultimi anni l'agrivoltaico è entrato con forza nel dibattito pubblico e nelle politiche energetiche, ponendo al centro una questione cruciale: come accelerare lo sviluppo delle energie rinnovabili senza compromettere la funzione produttiva dei suoli agricoli. In questo contesto diventa sempre più importante analizzare dati, esperienze e modelli progettuali che stanno accompagnando la crescita di questo settore.

Questo report si propone di offrire una lettura approfondita dello stato dell'arte dell'agrivoltaico in Italia, mettendo insieme **informazioni, analisi e contributi** provenienti dal mondo agricolo, energetico e della ricerca. L'obiettivo è comprendere come questa tecnologia si stia evolvendo, quali opportunità possa generare per le aziende agricole e quali condizioni siano necessarie perché l'integrazione tra produzione agricola ed energia rinnovabile sia realmente efficace.

Il documento intende inoltre raccogliere e valorizzare le esperienze già avviate sul territorio, attraverso il contributo di **imprese, tecnici ed esperti** che stanno sperimentando soluzioni innovative. Queste testimonianze permettono di osservare da vicino le diverse applicazioni dell'agrivoltaico e di comprendere come i progetti possano adattarsi alle specificità dei contesti agricoli. In questo senso è fondamentale sottolineare come non esista un unico modello di agrivoltaico: ogni progetto deve essere calibrato in funzione delle specificità territoriali e aziendali, modulando altezze e tipologie dei pannelli, distanza tra le file e configurazione degli impianti in base all'ordinamento colturale, alle caratteristiche del terreno - incluse le pendenze - e al livello di meccanizzazione dell'azienda agricola coinvolta.

Accanto alle opportunità, il report affronta anche le principali questioni ancora aperte che accompagnano lo sviluppo del settore: dalla definizione di regole chiare e criteri progettuali condivisi alla pianificazione delle aree idonee, dal quadro legislativo e dagli iter autorizzativi fino al ruolo che l'agrivoltaico potrà svolgere nella transizione energetica e nel rilancio delle aree rurali.

L'obiettivo finale è, pertanto, contribuire a un **confronto informato** tra istituzioni, associazioni, imprese, agricoltori e comunità locali, offrendo strumenti utili per orientare le scelte future e accompagnare la crescita di un settore che potrebbe diventare uno degli elementi chiave nella trasformazione del sistema energetico e agricolo del Paese.

Agrioltaico: tra produzione agricola ed energetica

Katiuscia Eroè, responsabile energia Legambiente

Le fonti rinnovabili, in Italia, dopo i primi due mesi del 2026, arrivano a quota 82,5 GW. Una potenza in grado di coprire, a fine 2025, il 41,1% del consumo nazionale. Un dato certamente importante, in costante crescita soprattutto se pensiamo ai livelli di nuovi impianti realizzati fino a qualche anno fa.

Rispetto ai numeri complessivi la fonte che fa registrare la maggior potenza installata è il **solare fotovoltaico**, che a febbraio 2026 arriva a quota 44,4 GW e che nel 2025 è stato in grado di produrre 44,2 TWh di energia elettrica, pari al fabbisogno di 16,3 milioni di famiglie, e che dal 2024 al 2025 ha fatto registrare un incremento nella potenza installata di 6,5 GW. Seguono l'**idroelettrico** con 19 GW di potenza e 41,3 TWh di produzione elettrica, nel 2025, e l'**eolico** con 13,7 GW e 21,3 TWh sempre nello stesso periodo, e che l'anno scorso è cresciuto solamente di 608 MW.

A questi dati si aggiungono i 10 GW di potenza degli accumuli – di cui 4.351 MW di pompaggio puro e 5.665 MW di tipo elettrochimico integrato, che iniziano a cambiare il volto del nostro sistema energetico. Non più solo fonti rinnovabili ma sistemi in grado di accumulare energia per rispondere alle fluttuazioni del fabbisogno energetico e dare stabilità e bilanciamento alla rete.

Certo non sono i numeri che dovremmo avere per arrivare agli obiettivi al 2030, ma se mettiamo in conto tutti gli ostacoli, la burocrazia, i blocchi e la mancanza di normative all'altezza delle sfide che abbiamo di fronte rimangono numeri che alla fine lasciano ben sperare.

Secondo il **Decreto Aree Idonee**⁸, infatti, l'Italia tra il 2021 e il 2030 deve realizzare 80 GW di nuova potenza a fonti rinnovabili, a febbraio 2026 siamo a quota 25.925 MW, pari al 32,4% dell'obiettivo finale. Questo vuol dire che al nostro Paese mancano ancora oltre 54 GW di potenza da realizzare, pari ad una media annua di 10,8 GW. In questo numero, però, vi è da considerare che gli obiettivi del Decreto Aree Idonee, che assegna a ciascuna Regione la sua quota di rinnovabili da installare annualmente fino all'obiettivo finale, definisce un obiettivo minimo crescente per ciascun anno.

Per il 2025, l'obiettivo fissato era di 23.287 MW complessivi, e dal 2021 l'Italia aveva realizzato 24.893 MW, facendo registrare quindi un surplus di 1.606 MW. Per il 2026, invece, l'obiettivo da raggiungere è di 31.578 MW, ovvero 8.291 MW rispetto all'obiettivo dell'anno precedente. Ma tenendo conto del surplus accumulato a fine 2025 e dei 1.033 MW già realizzati nei primi due mesi dell'anno, all'Italia per raggiungere l'obiettivo intermedio al 2026 mancano 5.652 MW. Il 2026 si preannuncia come l'anno in cui le rinnovabili dovranno iniziare a crescere incrementando la sua capacità di installazione di quasi un gigawatt di potenza rispetto a quanto fatto nel 2024 e nel 2025, anni in cui le rinnovabili si sono fermate a quota, rispettivamente di 7.480 MW e 7.191 MW.

Ma stando alla media delle installazioni degli ultimi 3 anni, pari a 6.823 MW, gli anni più difficili, in **mancanza di politiche adeguate**, rischiano proprio di essere i prossimi. Nel 2027, infatti, il nostro Paese è chiamato a realizzare 9.582 MW, 11.083 MW nel 2028, 12.832 MW nel 2029 e 14.926 MW nel 2030. Numeri non impossibili, ma che necessitano una chiara politica di indirizzo che abbandoni idee illusorie come quella del nucleare e della diversificazione del gas fossile.

⁸ Decreto-legge 21 novembre 2025, n. 175 (in Gazzetta Ufficiale - Serie generale - n. 271 del 21 novembre 2025), convertito con la legge di conversione 15 gennaio 2026, n. 4

Una sfida certamente importante per l'Italia, che porta con sé non solo la produzione di energia pulita e il raggiungimento degli obiettivi, ma anche una riduzione importante della dipendenza dalle fonti fossili e delle bollette energetiche per famiglie e imprese, una maggiore competitività per il sistema Paese, innovazione, posti di lavoro e **lotta alla crisi climatica**. Vorrebbe dire, per il nostro Paese, avere un ruolo geopolitico diverso, realmente **portatore di pace** e non di dipendenza da Paesi che ci vendono il gas fossile.

Non solo, ma raggiungere tali obiettivi darebbe anche uno slancio diverso ai territori. Fondamentale, infatti, che vengano sbloccati gli oltre 1.700 progetti a fonti rinnovabili in attesa di valutazione al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica accelerando così la loro realizzazione, ma anche avviata a fase conclusiva il percorso che porti al passaggio dal **Prezzo Unico Nazionale** (index GME), ovvero che contiene ancora una componente ARERA che di fatto obbliga tutte le Regioni a pagare quasi gli stessi prezzi energetici, al prezzo zonale basato realmente sul mix delle tecnologie che producono energia, consentendo a quelle Regioni più avanti, non solo di pagare bollette più basse, ma anche di dare finalmente risposte concrete a quegli stessi territori che le attendono da anni. Fondamentale, inoltre, sbloccare il sistema delle aste per l'eolico offshore e avviare una politica seria e concreta di efficienza energetica nei sistemi produttivi e in edilizia, tema quest'ultimo su cui, il nostro Paese, è a rischio procedura di infrazione per non aver presentato a dicembre 2025 la bozza di piano di riqualificazione degli edifici.

2. IL CONTESTO ENERGETICO E AGRICOLO

Agricoltura e cambiamento climatico

Il sistema agricolo è tra i settori più esposti agli effetti del cambiamento climatico, con impatti diretti sulla produttività, sulla stabilità dei raccolti e sulla gestione delle risorse naturali. L'aumento delle temperature medie, la maggiore frequenza di eventi climatici estremi e la crescente irregolarità delle precipitazioni stanno modificando profondamente le condizioni agroclimatiche in molte aree agricole, incidendo sui cicli fenologici delle colture, sulla disponibilità idrica e sulla qualità dei suoli. In questo scenario, la capacità di adattamento del settore agricolo rappresenta una delle principali sfide per garantire la continuità delle produzioni e la sicurezza alimentare.

L'adattamento climatico in agricoltura si basa su un insieme di strategie che mirano a rafforzare la resilienza dei sistemi produttivi, ovvero la loro capacità di assorbire gli shock climatici, riorganizzarsi e continuare a funzionare mantenendo livelli adeguati di produttività. Tra le principali leve di adattamento rientrano le buone pratiche agroecologiche, la diversificazione colturale, l'introduzione di varietà più resistenti agli stress idrici e termici, la riduzione dell'utilizzo della chimica in agricoltura, la gestione soste-

nibile del suolo e l'ottimizzazione dell'uso dell'acqua attraverso sistemi irrigui più efficienti e tecnologie di monitoraggio avanzate.

Un ruolo centrale è svolto dalla gestione del suolo, considerato un elemento chiave per la resilienza dei sistemi agricoli. Tecniche agronomiche come la rotazione delle colture, la copertura vegetale permanente, la riduzione delle lavorazioni e l'incremento della sostanza organica contribuiscono a migliorare la struttura del suolo, aumentando la capacità di trattenere acqua e nutrienti e riducendo i fenomeni di erosione e degradazione.

L'adattamento richiede inoltre una crescente integrazione tra innovazione tecnologica e gestione agronomica. Sistemi di monitoraggio climatico, modelli previsionali, strumenti di agricoltura di precisione e tecnologie digitali consentono di migliorare la gestione del rischio climatico, ottimizzare l'uso delle risorse e supportare decisioni agronomiche più efficaci. Questi strumenti permettono, ad esempio, di modulare gli interventi irrigui in base alle reali esigenze delle colture o di anticipare l'insorgenza di stress climatici e fitosanitari.

In questo quadro, la transizione energetica e l'adattamento climatico tendono sempre più a intrecciarsi. La diffusione di sistemi energetici rinnovabili integrati con le attività agricole può contribuire non solo alla riduzione delle emissioni climalteranti, ma anche alla resilienza del comparto agricolo, offrendo nuove opportunità di diversificazione economica e di gestione sostenibile delle risorse. In un contesto di crescente instabilità climatica, rafforzare la capacità adattiva dell'agricoltura diventa quindi una priorità strategica per garantire la sostenibilità ambientale, economica e produttiva del settore nel medio e lungo periodo.

Il ruolo delle rinnovabili nel settore primario

Il settore primario svolge un ruolo sempre più rilevante nel processo di transizione energetica, sia come ambito di riduzione delle emissioni climalteranti che come spazio strategico per la produzione diffusa di energia rinnovabile. L'agricoltura, infatti, presenta caratteristiche strutturali (disponibilità di superfici, infrastrutture aziendali, biomasse e sottoprodotti agricoli) che la rendono particolarmente adatta all'integrazione di sistemi energetici rinnovabili all'interno dei processi produttivi.

Negli ultimi anni la diffusione di impianti fotovoltaici sui tetti di stalle, magazzini e strutture agricole ha rappresentato una delle principali forme di produzione energetica nel comparto agricolo, contribuendo a ridurre i costi energetici aziendali e a incrementare l'autoproduzione di energia. Con riferimento alla misura "Parco Agrisolare", la dotazione iniziale prevista dal PNRR ammontava a **1,5 miliardi di euro**. Successivamente, con il **decreto MASAF n. 176845 del 17 aprile 2024**⁹, la disponibilità fi-

⁹ D.M. 17 aprile 2024 n. 176845 "Decreto ministeriale recante interventi per la realizzazione di impianti fotovoltaici da installare su edifici a uso produttivo nei settori agricolo, zootecnico e agroindustriale, da finanziare nell'ambito del PNRR, Missione 2, componente 1, investimento 2.2 "Parco Agrisolare"

nanziaria è stata incrementata di **850 milioni di euro**, portando le risorse complessive a **2,35 miliardi di euro**. I contributi vengono concessi mediante **procedura a sportello gestita dal GSE**, in qualità di soggetto attuatore. Nel complesso, sulla base degli elenchi consolidati dei diversi avvisi pubblicati nell'ambito della misura, sono state ammesse a finanziamento 22.942 domande, per un totale di risorse assegnate superiore a 2,35 miliardi di euro. Parallelamente, lo sviluppo di impianti a biogas e biometano, alimentati da reflui zootecnici, sottoprodotti agricoli e colture di integrazione, ha consentito di valorizzare le biomasse disponibili nelle aziende agricole, trasformando i residui organici in energia e fertilizzanti naturali attraverso processi di digestione anaerobica. Un approccio che contribuisce a migliorare la fertilità del suolo e a chiudere i cicli produttivi in un'ottica di economia circolare.

In questo contesto, le energie rinnovabili non rappresentano soltanto una leva per la decarbonizzazione del sistema agricolo, ma anche un fattore strategico per rafforzarne la multifunzionalità e la sostenibilità economica. La produzione di energia può infatti configurarsi come un'integrazione del reddito agricolo, contribuendo alla stabilità finanziaria delle imprese in un comparto sempre più esposto alla volatilità dei mercati e agli effetti della crisi climatica.

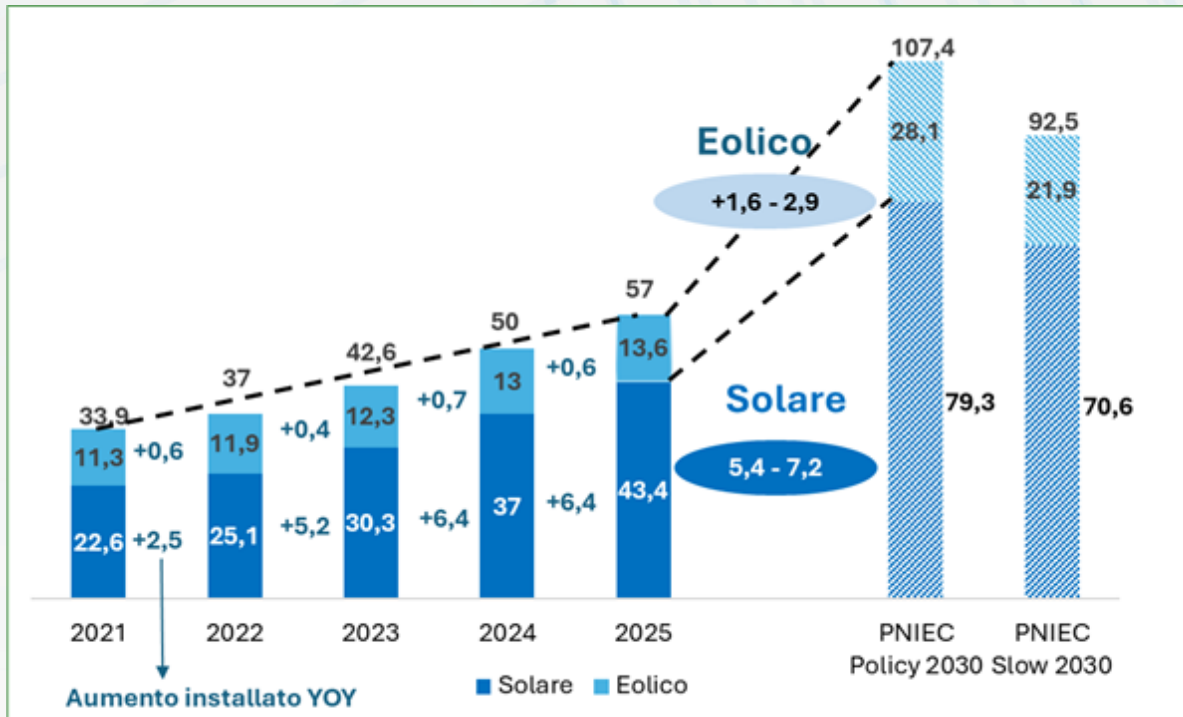
L'integrazione tra agricoltura ed energia richiede tuttavia un approccio equilibrato, in grado di assicurare la tutela della funzione produttiva dei suoli e la salvaguardia della biodiversità, sia agricola che naturale, oltre alla valorizzazione del paesaggio rurale.

È in questo quadro che si inserisce il crescente interesse verso modelli innovativi di integrazione tra energia e agricoltura, tra cui l'agrivoltaico, che mira a combinare la produzione elettrica da fonte solare con la continuità delle attività agricole. La sfida per il settore primario nei prossimi anni sarà quella di contribuire in modo significativo allo sviluppo delle energie rinnovabili, mantenendo al centro la funzione alimentare, la gestione sostenibile del territorio e la resilienza degli ecosistemi agricoli.

Agrivoltaico, l'integrazione tra agricoltura ed energia crea valore per l'Italia

Alessandro Marangoni, CEO Althesys

Le energie rinnovabili, dopo un quadriennio di crescita, nel 2025 hanno rallentato e nell'anno in corso pare segnino un'ulteriore frenata. Per raggiungere i target al 2030 del PNIEC serve un'accelerazione, in particolare per l'eolico, che deve crescere di circa 1,6-2,9 GW annui rispetto ad uno storico recente di circa 0,4-0,7 GW/anno. Il fotovoltaico, invece, è più vicino agli obiettivi, con circa 6,4 GW/anno rispetto ad un target di 5,4-7,2 GW (Figura 1).



Fonte: Rapporto mensile sul sistema elettrico dicembre 2025 Terna e PNIEC

In questo quadro, il fotovoltaico resta trainante e l'agrivoltaico, in particolare, è in rapida espansione. Questo sta, infatti, diventando sempre più centrale negli investimenti, con i progetti che sono cresciuti fortemente negli ultimi cinque anni. Dai circa 2 miliardi di euro di progetti nel 2021 si è arrivati ad oltre 17 miliardi del 2024. I progetti agrivoltaici cumulati nel quadriennio 2021-2024 sono stimati in 52,6 GW e assumono diverse configurazioni: l'89% è ascrivibile alla categoria «interfilare», mentre l'11% riguarda quella «elevata».

Nel periodo risultano autorizzati 2,3 GW di agrivoltaico e su 304 pareri di VIA rilasciati nel 2024, 153 (circa il 50,3%) hanno riguardato l'agrivoltaico. Nel complesso, al 28 febbraio 2026 ci sono 3.683 pratiche di connessione per 144,57 GW di fotovoltaico, di cui si stima che circa la metà siano di agrivoltaico.

L'agrivoltaico è dunque strategico per la transizione, ma il quadro autorizzativo e di governance, nonostante gli ultimi provvedimenti, resta un freno. Il DL 175/2025 ha sollevato vari dubbi, sia sul tipo di impianto che per la definizione di terreni ed aree idonee. La sua conversione a gennaio 2026 ha introdotto alcune novità (regime transitorio e conservazione di almeno l'80% della produzione agricola lorda vendibile), ma non pare aver risolto tutti i dubbi.

Le difficoltà di sviluppo dell'agrivoltaico, peraltro, non solo costituiscono un ostacolo sulla strada della transizione energetica, ma impediscono anche di conseguire i molteplici benefici che questo potrebbe portare, favorendo la crescita del sistema socio-economico italiano.

Althesys, attraverso lo Shared Value Institute, ha effettuato una stima dei benefici che l'agrivoltaico può generare lungo tutta la catena del valore, in modo da rendere tangibili le esternalità positive che il suo sviluppo può portare all'Italia.

L'analisi ha considerato molteplici aspetti delle ricadute dell'agrivoltaico nei diversi ambiti: agricolo, economico, energetico e paesaggistico, come schematizzato nella Figura 2. I principali, in sintesi, sono:

- i redditi netti aggiuntivi per il settore agricolo, derivanti sia dai miglioramenti qualitativi e quantitativi della produzione agricola, sia dovuti all'impiego dei terreni per la produzione energetica;
- i margini dei fornitori di tecnologie e servizi per la costruzione, la gestione e la manutenzione degli impianti agrivoltaici;
- il valore aggiunto prodotto dalla generazione elettrica;
- l'effetto indiretto sul resto dei settori produttivi e di servizi, cioè l'effetto leva sull'intero sistema economico italiano;
- la stima del valore economico dei benefici ambientali, quali ad esempio le emissioni di CO₂ evitate e i risparmi idrici.

SETTORE AGRICOLO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rispetto dell'uso dei terreni agricoli ■ Recupero/aumento delle aree già coltivate e/o inutilizzate ■ Protezione da eventi atmosferici estremi (minori costi assicurativi) ■ Integrazione/diversificazione dei redditi agricoli ■ Riduzione del fabbisogno idrico, incremento delle rese/producibilità ■ Aumento della resilienza e qualità de prodotti ■ Valorizzazione dei terreni con cambio colture ■ Risparmio idrico
SISTEMA ECONOMICO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Contrasto all'abbandono dei terreni agricoli ■ Soluzione efficiente per un utilizzo virtuoso del suolo ■ Stimolo a investimenti che accrescono la competitività ■ Ricadute su filiera tecnologica delle rinnovabili ■ Sviluppo dell'indotto locale-nazionale ■ Creazione di occupazione ■ Investimenti in macchinari e tecnologie settore agricolo
SETTORE ENERGETICO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Contributo agli obiettivi di decarbonizzazione, aumento rinnovabili ■ Sinergia tra produzione energetica ed agricola ■ Sviluppo di nuove soluzioni tecniche ■ Investimenti sostenibili - target ESG ■ Contributo a sicurezza energetica ■ Autoconsumo azienda agricola
AMBIENTE / PAESAGGIO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Riduzione emissioni climalteranti ■ Riduzione emissioni nocive ■ Installazioni a basso impatto ambientale-paesaggistico ■ Biodiversità ■ Risparmio idrico ■ Recupero coltivazioni antiche

La stima, realizzata per conto di AIAS, si è focalizzata sull'agrivoltaico elevato, assumendo uno scenario di sviluppo al 2030 di circa 7,75 GW con una vita utile di 30 anni. Il risultato è la creazione di valore condiviso fino a 11,9 miliardi di euro, coinvolgendo circa 19.000 addetti stabili (Figura 3). I vari componenti di questo valore mostrano come le ricadute siano trasversali ai vari comparti. In particolare, è proprio l'integrazione tra agricoltura ed energia che produce sinergie e crea valore non solo per gli operatori dei due settori, ma per il sistema e la collettività nel suo complesso.

Ricadute nette	(milioni di euro)
Filiera tecnologica	2.074
Settore agricolo	1.711
Settore elettrico	2.817
Effetti ambientali	2.349
Indotto sistema economico	2.921
Totale	11.872

In quest'ottica, la visione di sistema è la chiave del successo e, proprio per questo Althesys ha avviato, insieme ad alcuni dei principali player e stakeholder del settore, un "Osservatorio per l'implementazione dell'agrivoltaico", che ha lo scopo di realizzare la prima piattaforma interdisciplinare di studio, condivisione, confronto tra stakeholder per la migliore realizzazione dell'agrivoltaico sul territorio.

In conclusione, lo sviluppo dell'agrivoltaico è una straordinaria opportunità per creare valore in modo trasversale per una pluralità di attori: agricoltura, energia, tecnologia. Può dare un contributo significativo alla transizione energetica, riducendo al contempo l'impiego di suolo. Il quadro regolatorio-autorizzativo, le policy di sostegno e i modelli di business, tuttavia, presentano ancora profili di incertezza che ne possono limitare lo sviluppo e richiedono chiarezza e lungimiranza.

3. CHE COS'È L'AGRIVOLTAICO

I sistemi agrivoltaici si distinguono per diverse soluzioni tecnologiche e configurazioni progettuali che mirano a integrare in modo efficace la produzione di energia rinnovabile con le attività agricole. Com'è noto, a differenza degli impianti fotovoltaici tradizionali, l'agrivoltaico si basa su modelli progettuali che consentono la coesistenza delle due funzioni, mantenendo la continuità delle pratiche colturali e valorizzando le caratteristiche produttive dei territori.

Una delle configurazioni più diffuse è rappresentata dai sistemi sopraelevati, nei quali i moduli fotovoltaici sono installati su strutture portanti poste a un'altezza generalmente compresa tra i tre e i cinque metri dal suolo. Questa soluzione permette il passaggio di macchinari agricoli e operatori e consente la prosecuzione delle attività agricole sotto l'impianto. La distanza tra le file dei pannelli e l'orientamento

delle strutture sono elementi progettuali determinanti, poiché incidono sulla distribuzione dell'ombreggiamento e sulla quantità di radiazione solare disponibile per le colture. In tali configurazioni risultano particolarmente adatte colture erbacee, orticole e foraggere, ma in alcuni contesti possono essere integrate anche attività di pascolo o sistemi agro-pastorali.

Un secondo modello riguarda le configurazioni a filari distanziati, in cui i moduli sono disposti lungo strutture lineari che lasciano ampie superfici coltivabili tra una fila e l'altra. In questi sistemi il layout dell'impianto è progettato in funzione delle esigenze agronomiche: l'orientamento dei moduli, l'inclinazione dei pannelli e la distanza tra le strutture sono studiati per garantire una distribuzione equilibrata della luce e limitare gli effetti negativi dell'ombreggiamento sulle colture. La progettazione agrivoltaica in questi casi richiede un approccio integrato tra ingegneria energetica e pianificazione agronomica, poiché la scelta delle specie coltivate, la gestione dell'irrigazione e la rotazione culturale devono essere coordinate con la configurazione dell'impianto.

Accanto alle configurazioni statiche si stanno diffondendo soluzioni tecnologiche più avanzate, che introducono elementi di adattività e controllo dinamico dell'irraggiamento. Tra queste rientrano i sistemi dotati di moduli a inseguimento solare (tracker), in grado di modificare l'orientamento dei pannelli nel corso della giornata per ottimizzare la produzione energetica e modulare l'ombreggiamento sul terreno sottostante. In alcuni casi vengono utilizzati pannelli semitrasparenti o moduli fotovoltaici progettati per lasciar filtrare parte della radiazione solare, consentendo una maggiore disponibilità di luce per le colture e riducendo i possibili effetti di competizione tra produzione agricola ed energetica.

Un'altra soluzione riguarda i sistemi con pannelli disposti verticalmente, particolarmente adatti a colture che tollerano l'ombra parziale e che possono trarre beneficio dalla protezione dal vento. Questa configurazione, inoltre, lascia ampio spazio per le operazioni agricole e per il passaggio dei mezzi, facilitando la gestione ordinaria delle attività in campo.

La definizione del modello tecnologico più appropriato dipende da molteplici fattori, tra cui le condizioni pedoclimatiche del territorio, la morfologia dei suoli, le tipologie colturali e le pratiche agricole adottate. In contesti caratterizzati da elevata intensità solare e crescente stress idrico, l'ombreggiamento parziale prodotto dai pannelli può contribuire a ridurre l'evapotraspirazione e a migliorare il microclima delle colture, aumentando la resilienza dei sistemi agricoli agli effetti della crisi climatica. Allo stesso tempo, una progettazione inadeguata rischia di compromettere la produttività agricola o di generare impatti paesaggistici rilevanti.

Per questo motivo le esperienze più avanzate di agrivoltaico si basano su approcci sperimentali e multidisciplinari che coinvolgono competenze ingegneristiche, agronomiche ed ecologiche. La ricerca e la sperimentazione in corso in diversi contesti europei e italiani stanno contribuendo a definire linee guida e standard progettuali in grado di garantire l'effettiva integrazione tra produzione energetica e attività

agricola. In questa prospettiva l'agrivoltaico rappresenta non solo una tecnologia per la produzione di energia rinnovabile, ma anche uno strumento per accompagnare la transizione ecologica del settore primario, favorendo modelli agricoli più resilienti, efficienti nell'uso delle risorse e capaci di rispondere alle sfide poste dalla crisi climatica.

È importante evidenziare che non esiste un unico modello o una configurazione di agrivoltaico adatta a ogni contesto. Al contrario, è necessario progettare gli impianti adattandoli alle caratteristiche e alle esigenze specifiche di ciascuna realtà agricola: dalle colture praticate alla tipologia di suolo, dalle pendenze del terreno alle tipologie di macchinari utilizzati, fino al livello di meccanizzazione dell'azienda coinvolta.

Proprio questa capacità di adattamento rappresenta uno degli elementi chiave dell'agrivoltaico, che deve essere concepito come un sistema integrato, progettato caso per caso in funzione delle condizioni agronomiche, produttive e territoriali.

Agrivoltaico: principi, modelli di riferimento, esperienze concrete di integrazione positiva tra produzione di energia rinnovabile e attività agricole

Michele Croci, Giorgio Impollonia e Stefano Amaducci, Università Cattolica del Sacro Cuore

L'agrivoltaico è una delle soluzioni più promettenti per conciliare produzione alimentare e generazione di energia rinnovabile sullo stesso terreno. Tuttavia, trasformare questa promessa in realtà operativa richiede molto più che installare pannelli sopra un campo coltivato. Serve un processo di co-progettazione in cui ogni scelta, configurazione dell'impianto, selezione delle colture, parco macchine, gestione agronomica, sia informata da evidenze scientifiche e valutata rispetto a obiettivi multipli, spesso in competizione tra loro. Il gruppo di ricerca dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza lavora da oltre dieci anni su questo tema, effettuando sperimentazione in campo e modellistica colturale per costruire strumenti di progettazione basati su competenze multidisciplinari, integrati a piattaforme di monitoraggio, per la verifica delle performance dei sistemi agrivoltaici.

Il punto di partenza è semplice ma spesso trascurato: non esiste una configurazione agrivoltaica universalmente ottimale. Le prestazioni dipendono dall'interazione tra tipologia strutturale, distanza tra le file di moduli, coltura, clima e obiettivi del progetto. Per affrontare questa complessità, il nostro gruppo ha sviluppato una piattaforma di simulazione che integra un modello colturale con algoritmi di stima dell'ombreggiamento e della radiazione sotto diverse configurazioni fotovoltaiche. Questo strumento consente di simulare la crescita delle colture in funzione delle condizioni microclimatiche generate dall'impianto. L'approccio metodologico prevede l'impiego di analisi decisionali multicriteri che permettono di classificare le configurazioni non sulla base di un singolo parametro, ma rispetto a un insieme di indicatori di

prestazione, energetici, economici, agronomici e ambientali, ponderati in base alle priorità specifiche del contesto. È questo tipo di approccio che dovrebbe guidare la progettazione di ogni impianto agrivoltaico: una valutazione integrata, sito-specifica e orientata a obiettivi definiti, capace di identificare il miglior compromesso tra le diverse funzioni del sistema.

La sperimentazione in campo ha fornito le basi per calibrare e validare questi strumenti. Per la soia, coltivata sotto un impianto commerciale biassiale in Pianura Padana, la riduzione media di resa è stata dell'8%, con adattamenti morfologici significativi: le piante più ombreggiate hanno aumentato altezza, indice di area fogliare e area fogliare specifica, evidenziando capacità di acclimatazione. Per la patata, quattro anni di prove hanno mostrato che ombreggiamenti moderati comportano cali di resa contenuti, mentre strategie di anti-tracking durante fasi fenologiche critiche recuperano parzialmente le perdite, dimostrando che la gestione dinamica della luce è uno strumento concreto per bilanciare resa agricola e generazione energetica. I dati sperimentali hanno inoltre permesso di calibrare i modelli colturali in modo stratificato per livello di ombreggiamento, migliorando la capacità predittiva e aprendo la strada a strumenti di supporto decisionale affidabili.

Parallelamente, la ricerca ha affrontato due aspetti determinanti per la scalabilità: meccanizzazione e impatto ambientale. Una revisione sistematica ha analizzato i vincoli che le strutture impongono alle operazioni agricole. L'efficienza di campo può scendere fino al 45% quando la larghezza degli attrezzi non è armonizzata con lo spazio operativo tra le file, e le fasce di rispetto attorno ai sostegni possono causare perdite di superficie coltivabile fino al 30%. La progettazione dell'impianto non può quindi prescindere dal parco macchine e dalle operazioni previste per l'intera rotazione colturale. Le tecnologie di guida satellitare RTK riducono fasce di rispetto e sovrapposizioni, ma la possibile interferenza dei pannelli con il segnale GNSS nei sistemi sopraelevati richiede lo sviluppo di soluzioni ibride di navigazione.

Sul piano ambientale, un'analisi del ciclo di vita condotta su quattro configurazioni bifacciali in diversi siti europei ha quantificato le prestazioni su dieci categorie di impatto. Tutte le configurazioni agrivoltaiche risultano nettamente superiori al mix energetico nazionale, in nove categorie su dieci, con impatti da 8 a 111 volte inferiori. Il sistema monoassiale interspazio è il più vantaggioso per emissioni climalteranti; il biassiale sopraelevato, pur garantendo massima accessibilità alle macchine, presenta il maggiore impatto per l'elevato consumo di acciaio. L'unica categoria sfavorevole è il consumo di risorse minerali, superiore di 3,5-9,6 volte rispetto ai mix elettrici, segnalando la necessità di ottimizzare i materiali e promuovere circolarità nel settore.

Nel loro insieme, questi risultati confermano che l'agrivoltaico è una soluzione concreta per la transizione energetica senza compromettere la vocazione agricola del territorio, a condizione che la progettazione sia guidata da un approccio scientifico integrato capace di bilanciare esigenze energetiche, agronomiche, economiche, operative e ambientali nel contesto specifico di ogni installazione.

4. PROSPETTIVE DI SVILUPPO E CRITICITÀ

Agrivoltaico, tra transizione ecologica e tutela del suolo: il caso Campania

Simona Brancaccio, dirigente Ufficio Speciale Valutazioni Ambientali, Regione Campania

La sfida della transizione energetica in Italia passa sempre di più attraverso soluzioni integrate capaci di coniugare produzione di energia rinnovabile e tutela del territorio agricolo. In questo contesto, l'agrivoltaico si configura come una delle innovazioni più promettenti, ma anche più delicate sotto il profilo normativo e territoriale. La sua diffusione richiede infatti un equilibrio complesso tra esigenze energetiche, produttività agricola e salvaguardia del paesaggio.

In Italia, la disciplina degli impianti agrivoltaici si inserisce nel più ampio quadro delle politiche per le energie rinnovabili, con un punto di svolta rappresentato dal D.lgs. n.190/2024, grazie alla compiuta definizione introdotta all'art. 4 dal D.L. n.175/2025, ovvero un sistema che integra produzione agricola ed energetica senza compromettere l'uso del suolo. Inoltre, grazie all'introduzione di una specifica eccezione nella definizione delle aree idonee (art. 11-bis, D.lgs. n.190/2024), gli impianti agrivoltaici sono sempre consentiti in area agricola. A supporto del quadro normativo, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha pubblicato, nel 2022, specifiche linee guida per la progettazione e il monitoraggio dell'impianto. Un ulteriore tassello è rappresentato dalle linee guida ISPRA per la redazione degli studi di impatto ambientale, che introducono standard più rigorosi nella valutazione degli effetti su biodiversità, suolo, paesaggio e risorse idriche.

In Italia, le Regioni giocano un ruolo determinante, soprattutto nei procedimenti autorizzativi e nella definizione di criteri territoriali. Questo ha portato a un mosaico normativo differenziato, in cui alcune amministrazioni si sono mosse più rapidamente nel disciplinare il settore. La Regione Campania rappresenta oggi uno dei casi più avanzati a livello nazionale. Nel 2025 ha aggiornato (versione 4.0) le proprie linee tecnico-agronomiche per l'agrivoltaico, con l'obiettivo di coordinare in modo stringente progettazione energetica e scelte colturali. Le linee guida regionali definiscono requisiti tecnici e agronomici per garantire la produttività agricola, introducono criteri per minimizzare gli impatti ambientali e paesaggistici attraverso anche sistemi di monitoraggio durante tutta la vita dell'impianto e distinguono le diverse tipologie (base e avanzati). Un aspetto particolarmente rilevante è l'attenzione alla *compatibilità agronomica*: le linee campane impongono che la progettazione dell'impianto sia subordinata alle esigenze delle colture, e non viceversa. Questo ribalta un approccio diffuso in passato, in cui la componente agricola risultava spesso marginale. Inoltre, la Regione ha integrato elementi tecnici molto dettagliati, includendo indicazioni su sicurezza elettrica, gestione dei rischi e interferenze tra attività agricole e impianti. Tali prescrizioni rafforzano il livello di controllo e qualificazione dei progetti.

Il territorio campano presenta caratteristiche che rendono l'agrivoltaico particolarmente interessante: elevata vocazione agricola, forte pressione urbanistica e crescente domanda di energia rinnovabile. Tut-

tavia, emergono anche criticità come la pressione su aree agricole di pregio, soprattutto nelle pianure fertili, e conflitti con la tutela paesaggistica e l'accettabilità sociale, in un territorio ad alta densità storica e culturale.

In questo scenario, le Valutazioni Ambientali (VIA e VInC) giocano un ruolo fondamentale nel garantire un modello equilibrato tra agricoltura e produzione di energia, attraverso la verifica del rispetto dell'ambiente e dell'ecosistema anche grazie ad attività di controllo e monitoraggio. Esempi di Valutazioni di Impatto Ambientali positive in Campania sono l'impianto agrivoltaico sito nel comune di Castelnuovo Cilento, della potenza di 9,3 Mw integrato con la coltivazione di graminacee e leguminose anche sotto i tracker, o l'impianto di Eboli-Battipaglia, con potenza pari a 9,5 Mw, ove è prevista l'attività agricola di prato-pascolo di ovini.

L'agrivoltaico rappresenta una grande opportunità per il territorio, grazie alle nuove opportunità di lavoro che esso genera (si pensi alla manodopera necessaria per la produzione, installazione e manutenzione dei sistemi), alla possibilità di preservare l'attività agricola garantendo la sostenibilità ambientale e grazie anche alla conciliazione della produzione energetica con l'attività agricola che contribuisce alla resilienza climatica e all'indipendenza energetica.

Tuttavia, è necessario un impegno continuo per evitare che l'agrivoltaico diventi un pretesto per la sostituzione dell'agricoltura di qualità con un modello produttivo centrato esclusivamente sulla produzione di energia, compromettendo anche la biodiversità, ma deve essere utilizzato come uno strumento reale di transizione ecologica, capace di coniugare energia pulita, agricoltura sostenibile e tutela del paesaggio.

Criticità burocratiche e autorizzative: analisi delle principali difficoltà allo sviluppo dell'agrivoltaico

Rolando Roberto, vicepresidente Italia Solare

L'agrivoltaico si candida come una delle soluzioni più promettenti per coniugare produzione energetica da fonti rinnovabili e tutela della vocazione agricola dei suoli. Tuttavia, al di là delle enunciazioni di principio, è nel passaggio dalla progettazione alla realizzazione concreta degli impianti che emergono le vere complessità di questo modello. In Italia siamo oggi in una fase di transizione significativa: i primi progetti stanno entrando nella fase esecutiva e, proprio da queste esperienze, stanno affiorando criticità tecniche, operative e organizzative che mostrano quanto il settore sia ancora in una fase iniziale e privo di una piena standardizzazione.

L'agrivoltaico, infatti, non può essere interpretato come una semplice estensione del fotovoltaico tradizionale installato su suolo agricolo. Si tratta piuttosto di un sistema integrato, nel quale produzione elettrica e produzione agricola devono coesistere in maniera sinergica e continuativa. Il punto di equili-

brio tra resa energetica e produttività agricola rappresenta il vero nodo progettuale: una condizione che richiede un livello di integrazione molto più avanzato rispetto agli impianti convenzionali e che introduce inevitabilmente nuove variabili nella fase di realizzazione.

Dal punto di vista degli operatori che realizzano gli impianti, questa complessità si traduce spesso in una distanza significativa tra ciò che è stato autorizzato sulla carta e ciò che è effettivamente costruibile e gestibile. Non è raro che i progetti arrivino alla fase esecutiva con criticità latenti: layout da rivedere, accessi non adeguati ai mezzi agricoli, sistemi irrigui non correttamente dimensionati o una scarsa integrazione tra la progettazione elettrica e quella agronomica. Tutti questi elementi richiedono modifiche in corso d'opera, con conseguenti incrementi dei costi e allungamenti dei tempi, incidendo direttamente sulla prevedibilità economica e sulla sostenibilità complessiva degli interventi.

Alla base di molte di queste criticità vi è la necessità di far dialogare due ambiti profondamente diversi, che rispondono a logiche, tempi e priorità differenti: da un lato l'ingegneria impiantistica, dall'altro la gestione agricola. In questo contesto, uno degli aspetti più delicati riguarda proprio la responsabilità e l'organizzazione delle attività agricole. L'agrivoltaico non può prescindere da una gestione professionale e continuativa delle colture: non si tratta di un'attività accessoria, ma di una componente strutturale del progetto. Gli operatori agricoli coinvolti devono essere in grado di garantire continuità produttiva, rispetto dei parametri agronomici previsti e solidità economica, anche in funzione delle esigenze assicurative e finanziarie legate agli impianti.

In questo quadro, il coinvolgimento di agricoltori locali rappresenta una soluzione spesso auspicata, ma non sempre facilmente applicabile. La sostenibilità di questo modello dipende dalla scala del progetto, dalle competenze tecniche disponibili e dalla capacità finanziaria delle aziende agricole coinvolte. Impianti di grandi dimensioni richiedono infatti livelli di organizzazione e gestione che possono superare le possibilità operative di realtà agricole di piccola scala, rendendo necessario individuare forme di aggregazione o modelli gestionali più strutturati.

Un ulteriore elemento di complessità emerge nella fase di costruzione e, ancor più, in quella di esercizio. L'agrivoltaico richiede un cambio di approccio culturale: le modalità operative tradizionali non sono più sufficienti e devono lasciare spazio a nuove pratiche basate su formazione specifica, coordinamento e consapevolezza dei rischi di interferenza. Le squadre coinvolte, sia sul fronte impiantistico sia su quello agricolo, devono acquisire competenze trasversali per operare in un contesto ibrido, dove la sicurezza, la protezione delle colture e l'integrità delle infrastrutture devono essere garantite simultaneamente.

Durante la fase operativa, questa integrazione si traduce nella necessità di definire protocolli chiari e condivisi: l'accesso ai campi deve avvenire in condizioni di sicurezza, le attività di manutenzione devono essere coordinate con il calendario agricolo e ogni intervento deve evitare danni sia alle componenti elettriche sia alle colture, ai sistemi irrigui e alla struttura del suolo. In questo senso, anche aspetti ap-

parentemente secondari assumono un rilievo strategico, come la prevenzione della compattazione del terreno, la protezione delle infrastrutture o la gestione delle interferenze tra reti di cavidotti e sistemi di irrigazione.

Nonostante queste criticità, il potenziale dell'agrivoltaico resta estremamente rilevante. La possibilità di integrare produzione energetica e agricola apre scenari importanti in termini di decarbonizzazione del settore primario, ottimizzazione dell'uso del suolo e incremento dell'efficienza complessiva dei sistemi produttivi. Tuttavia, perché questo potenziale possa tradursi in una diffusione su larga scala, è necessario un percorso di maturazione che coinvolga l'intero sistema: maggiore standardizzazione dei progetti, chiarezza normativa, sviluppo di competenze specifiche e, soprattutto, una reale integrazione tra tecnologia e pratiche agricole. L'Italia, per caratteristiche territoriali e competenze industriali, ha tutte le condizioni per giocare un ruolo di primo piano in questo ambito; la sfida è ora trasformare una visione promettente in un modello operativo solido, replicabile e sostenibile nel tempo.

5. BENEFICI AMBIENTALI, AGRICOLI ED ECONOMICI

Riduzione delle emissioni

L'agrivoltaico rappresenta uno strumento rilevante per la riduzione delle emissioni climalteranti, poiché consente di produrre energia elettrica da fonti rinnovabili integrandola direttamente nei sistemi agricoli, senza sottrarre suolo alla produzione agricola. In un contesto in cui il settore energetico e quello agricolo sono tra i principali responsabili delle emissioni di gas serra, la diffusione di impianti agrivoltaici può contribuire in modo significativo agli obiettivi di decarbonizzazione, riducendo la dipendenza da fonti fossili e favorendo una transizione energetica più equilibrata e compatibile con l'uso del territorio.

La produzione di elettricità tramite moduli fotovoltaici in configurazione agrivoltaica consente di evitare le emissioni legate alla generazione da carbone, petrolio e gas naturale. Ogni chilowattora prodotto da fonte solare sostituisce infatti energia di origine fossile, contribuendo alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica e degli altri gas serra lungo l'intero ciclo energetico. In questa prospettiva, l'agrivoltaico valorizza superfici agricole già in uso, integrandosi in modo armonico e funzionale con i contesti rurali.

Un ulteriore contributo alla riduzione delle emissioni deriva dalla possibilità di integrare la produzione energetica con le esigenze operative delle aziende agricole. L'energia prodotta dagli impianti agrivoltaici può essere utilizzata direttamente in azienda per alimentare sistemi di irrigazione, macchinari elettrici, sistemi di refrigerazione o trasformazione dei prodotti agricoli, riducendo i consumi energetici provenienti dalla rete e quindi le emissioni indirette associate. Questa integrazione favorisce modelli di autoconsumo energetico e rafforza la sostenibilità complessiva delle aziende agricole, contribuendo a ridurre i costi energetici e l'impronta climatica delle produzioni.

Inoltre, l'ombreggiamento parziale generato dai moduli fotovoltaici può determinare effetti positivi sul microclima delle colture, contribuendo alla riduzione dell'evapotraspirazione e al miglioramento dell'efficienza nell'uso delle risorse idriche. In contesti caratterizzati da temperature elevate e crescente stress idrico, questo effetto può ridurre la necessità di irrigazione e l'energia richiesta per il pompaggio dell'acqua, con un ulteriore beneficio in termini di riduzione delle emissioni indirette associate al consumo energetico agricolo.

I sistemi agrivoltaici possono inoltre accompagnare e favorire la transizione da un'agricoltura intensiva verso modelli più sostenibili, attenti alla biodiversità e meno impattanti. Ne sono un esempio le modifiche agli ordinamenti colturali adottate in numerosi progetti, che prevedono il passaggio da colture intensive e depauperanti a coltivazioni miglioratrici, come le leguminose, e l'incremento di aree ad alta biodiversità - siepi e fasce tampone con alberi e arbusti - fondamentali sia sotto il profilo paesaggistico, sia per il sostegno alla fauna selvatica e agli insetti impollinatori.

Se progettato in modo corretto e integrato con le pratiche agricole, l'agrivoltaico può quindi generare un duplice beneficio climatico: da un lato la riduzione diretta delle emissioni attraverso la produzione di energia rinnovabile, dall'altro il rafforzamento della resilienza dei sistemi agricoli e la diminuzione delle emissioni indirette legate ai processi produttivi. In questa prospettiva, la diffusione di modelli agrivoltaici sostenibili rappresenta una delle opportunità più interessanti per coniugare transizione energetica e la tutela del suolo contribuendo in modo concreto agli obiettivi di neutralità climatica e di sviluppo sostenibile promossi a livello europeo e nazionale.

Adattamento climatico delle colture

L'agrivoltaico può svolgere un ruolo importante anche nei processi di adattamento dell'agricoltura agli effetti della crisi climatica. L'aumento delle temperature medie, la crescente frequenza di ondate di calore, la riduzione della disponibilità idrica e l'intensificazione degli eventi meteorologici estremi stanno infatti incidendo in modo sempre più significativo sulla produttività agricola e sulla stabilità dei sistemi colturali. In questo contesto, le configurazioni agrivoltaiche offrono la possibilità di introdurre elementi di regolazione microclimatica all'interno dei campi coltivati, contribuendo a mitigare alcuni degli impatti più critici.

La presenza dei moduli fotovoltaici determina infatti un'ombreggiatura parziale e dinamico che può ridurre l'eccessiva radiazione solare nelle ore più calde della giornata. Questo effetto, se correttamente progettato, può contribuire a limitare lo stress termico delle piante, favorendo condizioni di crescita più equilibrate e riducendo i fenomeni di disidratazione e disseccamento delle colture. In molte aree mediterranee, dove le estati stanno diventando sempre più lunghe e intense, la riduzione della radiazione diretta può rappresentare un fattore determinante per mantenere la produttività agricola e preservare la qualità delle produzioni.

L'ombreggiamento parziale influisce inoltre sui processi di evapotraspirazione, contribuendo a diminuire la perdita di acqua dal suolo e dalle piante. Diversi studi sperimentali hanno evidenziato come la presenza di impianti agrivoltaici possa favorire una maggiore conservazione dell'umidità nel terreno, con effetti positivi sull'efficienza dell'irrigazione e sulla gestione delle risorse idriche. In contesti caratterizzati da crescente scarsità d'acqua, questo aspetto può risultare particolarmente rilevante, contribuendo a ridurre la pressione sulle risorse idriche e a migliorare la sostenibilità complessiva delle pratiche agricole.

Inoltre, in fase di progettazione è possibile integrare sistemi di raccolta delle acque piovane, in grado di accumulare riserve idriche da destinare alle pratiche colturali.

Le strutture agrivoltaiche possono inoltre offrire una forma di protezione parziale rispetto ad alcuni eventi meteorologici estremi, sempre più frequenti a causa dei cambiamenti climatici. In determinate configurazioni, i moduli e le strutture di sostegno possono attenuare l'impatto diretto di piogge intense e grandinate, contribuendo a ridurre i danni alle colture.

In alcune condizioni, inoltre, la presenza dei pannelli può contribuire a creare un microclima mite negli strati prossimi al suolo, con possibili effetti di mitigazione rispetto alle gelate tardive che sempre più spesso colpiscono le colture.

Pur non trattandosi di sistemi progettati specificamente come dispositivi di protezione, le strutture agrivoltaiche possono quindi favorire condizioni microclimatiche più stabili e in alcuni casi più favorevoli allo sviluppo delle piante.

L'architettura dell'impianto può essere progettata per ospitare sensori avanzati e sistemi di monitoraggio e previsione, strumenti fondamentali per ottimizzare l'uso delle risorse idriche e rendere più efficiente la gestione colturale.

Un ulteriore elemento di interesse riguarda la possibilità di adattare le scelte colturali alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici. Alcune specie vegetali, in particolare colture orticole, aromatiche, foraggere o determinate varietà di frutta, possono trarre beneficio da condizioni di luce diffusa o parzialmente filtrata. L'agrivoltaico apre quindi nuove prospettive per la sperimentazione agronomica, favorendo sistemi produttivi più diversificati e potenzialmente più resilienti alle condizioni climatiche variabili.

Affinché questi benefici possano realizzarsi pienamente è tuttavia fondamentale che la progettazione degli impianti agrivoltaici tenga conto delle esigenze agronomiche dei territori. Altezza delle strutture, distanza tra le file, inclinazione e orientamento dei moduli devono essere definiti in modo da garantire un equilibrio tra produzione energetica e produttività agricola. Solo attraverso un approccio integrato tra competenze ingegneristiche, agronomiche ed ecologiche è possibile sviluppare configurazioni agrivoltaiche realmente efficaci nel rafforzare la capacità di adattamento dei sistemi agricoli.

Da questo punto di vista è essenziale che la progettazione degli impianti si avvalga, sin dalle fasi iniziali, non solo di competenze ingegneristiche, ma anche agronomiche, naturalistiche e geologiche, così da affrontare in modo efficace le principali criticità e garantire soluzioni realmente integrate nel contesto territoriale.

Allo stesso tempo è essenziale promuovere un percorso di co-progettazione che coinvolga la componente agricola, affinché le scelte tecniche e progettuali tengano conto delle esigenze produttive dei territori interessati.

In questa prospettiva, l'agrivoltaico può essere interpretato non solo come una tecnologia per la produzione di energia rinnovabile, ma come una componente di strategie più ampie di resilienza territoriale. Integrato con pratiche agricole sostenibili, gestione efficiente dell'acqua e tutela della fertilità dei suoli, esso può contribuire a costruire sistemi agricoli più capaci di affrontare le trasformazioni climatiche in atto, mantenendo al tempo stesso la produttività e la vitalità economica delle aree rurali.

Opportunità economiche per le aziende agricole

L'agrivoltaico può rappresentare un'importante opportunità economica per le aziende agricole, offrendo la possibilità di integrare alla produzione primaria una nuova fonte di reddito legata alla generazione di energia rinnovabile. In un contesto caratterizzato da forte volatilità dei prezzi agricoli, aumento dei costi energetici e di produzione e crescente incertezza climatica, la diversificazione delle entrate costituisce un elemento sempre più rilevante per la stabilità economica delle imprese agricole. L'integrazione tra attività agricola e produzione energetica consente infatti di rafforzare la sostenibilità economica delle aziende, mantenendo al tempo stesso la destinazione produttiva dei suoli.

La produzione di energia elettrica attraverso impianti agrivoltaici può generare entrate aggiuntive per le aziende agricole attraverso diverse modalità, tra cui la vendita dell'energia alla rete, la partecipazione a comunità energetiche o l'autoconsumo aziendale. In particolare, l'energia prodotta può essere utilizzata direttamente per alimentare attività agricole energivore come l'irrigazione, la refrigerazione dei prodotti, i sistemi di trasformazione o le infrastrutture di stoccaggio, contribuendo a ridurre significativamente i costi operativi. In questo modo l'agrivoltaico non solo produce nuova ricchezza, ma consente anche di contenere una delle voci di spesa più rilevanti per molte imprese agricole.

Un ulteriore elemento di interesse riguarda la possibilità di valorizzare superfici agricole mantenendone l'uso produttivo. A differenza degli impianti fotovoltaici tradizionali a terra, che spesso comportano la sottrazione di suolo alle attività agricole, i sistemi agrivoltaici permettono di continuare a coltivare o utilizzare i terreni per il pascolo, garantendo una duplice funzione del suolo. Questa integrazione consente di preservare il valore agricolo delle aree rurali e di evitare processi di conversione permanente dei terreni, mantenendo attivo il tessuto produttivo locale.

Dal punto di vista aziendale, l'agrivoltaico può inoltre favorire processi di innovazione tecnologica e organizzativa. L'introduzione di sistemi energetici integrati stimola infatti l'adozione di pratiche agricole più efficienti, l'utilizzo di tecnologie digitali per il monitoraggio delle colture e dell'energia prodotta, nonché la sperimentazione di modelli produttivi più sostenibili. Questo processo può contribuire a rafforzare la competitività delle aziende agricole, rendendole più resilienti alle trasformazioni economiche e climatiche in atto

La definizione di criteri chiari per garantire la reale compatibilità agricola degli impianti e l'integrazione con le politiche di sviluppo rurale rappresentano elementi essenziali per fare in modo che l'agrivoltaico diventi uno strumento di rafforzamento economico per le imprese agricole, e non un fattore di competizione nell'uso del suolo.

In questa prospettiva, l'agrivoltaico può contribuire alla costruzione di modelli di sviluppo rurale capaci di coniugare produzione alimentare, innovazione energetica e sostenibilità economica nel lungo periodo.

Potenziale dei sistemi agrivoltaici in Italia: stato dell'arte

Andrea Colantoni, Direttore del Centro Interdipartimentale di Ricerca e Diffusione delle Energie Rinnovabili (CIRDER) dell'Università degli Studi della Tuscia

La spinta dell'Unione Europea verso una revisione della Politica Agricola Comune (PAC) è quindi cruciale per allinearsi agli obiettivi del Green Deal, favorendo la transizione verso pratiche più sostenibili e una significativa riduzione delle emissioni^{10 11}. Entro il 2030, l'UE ha fissato un obiettivo di almeno il 42,5% di energia rinnovabile sul consumo energetico totale, traguardo che può essere aumentato fino al 45%¹². Questo si inserisce nel pacchetto climatico "Fit for 55", che mira a ridurre del 55% le emissioni nette di gas serra rispetto ai livelli del 1990. In questo contesto, le fonti di energia rinnovabile (FER) emergono come un pilastro fondamentale per soddisfare la crescente domanda globale di energia e ridurre la dipendenza dai combustibili fossili, rappresentando una delle principali sfide della nostra epoca¹³. Tra le soluzioni più innovative, l'agrifotovoltaico, o agrivoltaico (di seguito Agri-PV), si distingue per la sua capacità di integrare la produzione di energia solare con le attività agricole, se progettato correttamente e adattato

¹⁰ European Commission. European Green Deal; European Commission: Brussels, Belgium, 2019.

¹¹ Corona, P.; Di Stefano, V.; Mariano, A. Knowledge Gaps and Research Opportunities in the Light of the European Union Regulation on Deforestation-Free Products. *Ann. Silv. Res.* 2023, 48, 87–89.

¹² Di Stefano, V.; D'Alessandro, S.; Di Domenico, G. Biodiversity Loss, Climate Change, and Nature Restoration Law in the Modern Legal System of the European Union. In *Environmental Sustainability and Global Change*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2025; pp. 245–256.

¹³ Weselek, A.; Ehmann, A.; Zikeli, S.; Lewandowski, I.; Schindele, S.; Hogy, P. Agrophotovoltaic Systems: Applications, Challenges, and Opportunities. *A Review. Agron. Sustain. Dev.* 2019, 39, 35.

al contesto agricolo, ottimizzando l'uso del suolo senza compromettere la produttività agricola^{14 15 16}. I sistemi Agri-PV emergono quindi come soluzioni promettenti per affrontare le sfide globali legate al cibo e all'energia, combinando agricoltura e fotovoltaico¹⁷. L'Agri-PV è inoltre essenziale per ridurre il consumo di suolo, in particolare quello agricolo: in Italia, infatti, tra il 2006 e il 2023, sono stati consumati 1289 km² netti¹⁴. I primi progetti Agri-PV realizzati in Italia hanno già confermato benefici concreti sia dal punto di vista agronomico sia energetico^{18 19}. L'Agri-PV migliora il microclima per le colture, svolge una funzione di protezione dagli agenti atmosferici e garantisce risparmi idrici, soprattutto se il sistema è dotato di canali per il recupero dell'acqua^{20 21 22 23}. È stato inoltre elaborato un elenco di colture più o meno adatte a essere integrate nel contesto Agri-PV, considerando le specifiche esigenze di luce, temperatura e gestione agricola. Questo risultato rappresenta un primo passo fondamentale verso una pianificazione più mirata e consapevole di tali sistemi, consentendo agli operatori del settore di ottimizzare la produzione agricola e la generazione di energia rinnovabile²⁴. La Commissione Europea ha avviato iniziative per promuovere l'agrivoltaico nell'ambito della Strategia europea per la biodiversità, con l'obiettivo di accelerare la transizione verso un sistema alimentare sostenibile²⁵. L'Agri-PV non solo si integra nelle politiche di transizione energetica, agricoltura e innovazione, ma contribuisce attivamente anche agli obiettivi del Green Deal europeo. La Strategia per l'energia solare²⁶ riconosce l'agrivoltaico come una modalità inno-

14 Dupraz, C. Assessment of the Ground Coverage Ratio of Agrivoltaic Systems as a Proxy for Potential Crop Productivity. *Agrofor. Syst.* 2024, 98, 2679–2696.

15 Alam, H.; Butt, N.Z. How Does Module Tracking for Agrivoltaics Differ from Standard Photovoltaics? *Food, Energy, and Technoeconomic Implications. Renew. Energy* 2024, 235, 121151.

16 Zainali, S.; Ma Lu, S.; Stridh, B.; Avelin, A.; Amaducci, S.; Colauzzi, M.; Campana, P.E. Direct and Diffuse Shading Factors Modelling for the Most Representative Agrivoltaic System Layouts. *Appl. Energy* 2023, 339, 120981.

17 Williams, H.J.; Wang, Y.; Yuan, B.; Wang, H.; Zhang, K.M. Rethinking Agrivoltaic Incentive Programs: A Science-Based Approach to Encourage Practical Design Solutions. *Appl. Energy* 2025, 377, 124272.

18 Mohammedi, S.; Dragonetti, G.; Admane, N.; Fouial, A. The Impact of Agrivoltaic Systems on Tomato Crop: A Case Study in Southern Italy. *Processes* 2023, 11, 3370.

19 Ciocia, A.; Enescu, D.; Amato, A.; Malgaroli, G.; Polacco, R.; Amico, F.; Spertino, F. Agrivoltaic System: A Case Study of PV Production and Olive Cultivation in Southern Italy. In *Proceedings of the 2022 57th International Universities Power Engineering Conference: Big Data and Smart Grids, UPEC 2022—Proceedings, Istanbul, Turkey, 30 August–2 September 2022*.

20 Weselek, A.; Bauerle, A.; Hartung, J.; Zikeli, S.; Lewandowski, I.; Hogy, P. Agrivoltaic System Impacts on Microclimate and Yield of Different Crops within an Organic Crop Rotation in a Temperate Climate. *Agron. Sustain. Dev.* 2021, 41, 59.

21 Jung, D.; Schonberger, F.; Spera, F. Effects of Agrivoltaics on the Microclimate in Horticulture. *AgriVoltaics Conf. Proc.* 2024, 2, 1–8.

22 Randle-Boggis, R.J.; Barron-Gafford, G.A.; Kimaro, A.A.; Lamanna, C.; Macharia, C.; Maro, J.; Mbele, A.; Hartley, S.E. Harvesting the Sun Twice: Energy, Food and Water Benefits from Agrivoltaics in East Africa. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2025, 208, 115066.

23 Di Domenico, G.; Bianchini, L.; Di Stefano, V.; Venanzi, R.; Lo Monaco, A.; Colantoni, A.; Picchio, R. New Frontiers for Raw Wooden Residues, Biochar Production as a Resource for Environmental Challenges. *C-J. Carbon. Res.* 2024, 10, 54.

24 Bellone, Y.; Croci, M.; Impollonia, G.; Nik Zad, A.; Colauzzi, M.; Campana, P.E.; Amaducci, S. Simulation-Based Decision Support for Agrivoltaic Systems. *Appl. Energy* 2024, 369, 123490.

25 European Commission. *EU Biodiversity Strategy for 2030*; European Commission: Brussels, Belgium, 2020.

26 European Commission. *Communication from the Commission To the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, EU Solar Energy Strategy*; European Commission: Brussels, Belgium, 2022.

vativa di utilizzo del fotovoltaico, proponendo azioni concrete per superare le barriere alla sua diffusione nei Piani Strategici Nazionali della PAC. Inoltre, l'Agri-PV è coerente con la Visione a lungo termine dell'UE per le aree rurali, contribuendo a rafforzarne la resilienza economica e sociale²⁷. Con uno stanziamento specifico di 10 milioni di euro destinati alla ricerca e all'innovazione in questo ambito²⁸, l'agrivoltaico rappresenta un'opportunità per affrontare la crisi climatica e diversificare le fonti di reddito delle aziende agricole, generando valore per le comunità rurali e promuovendo un futuro sostenibile. In linea con gli obiettivi europei, l'Italia ha adottato nel dicembre 2019 il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) per attuare il Regolamento (UE) 2018/1999²⁹, che stabilisce obiettivi vincolanti al 2030 in materia di efficienza energetica, fonti rinnovabili e riduzione delle emissioni di CO₂. Tra i principali target, il PNIEC prevede di raggiungere entro il 2030 una quota del 30% di energia rinnovabile nei consumi finali, promuovendo sostenibilità e sicurezza energetica nazionale. In termini di capacità, l'Italia punta a raggiungere circa 135 GW di potenza da fonti rinnovabili entro il 2030, con una copertura di almeno il 65% del consumo elettrico nazionale. Secondo il rapporto statistico (2024) del GSE (Gestore dei Servizi Energetici)³⁰, in Italia sono in esercizio 1.597.477 impianti fotovoltaici, con una capacità totale di 30.319 MW. Nel 2023, il 43% della potenza installata è stato generato da impianti di piccola taglia (inferiori a 20 kW). Durante la fase di espansione del fotovoltaico incentivato dal "Conto Energia" (2009–2013), si è registrata una crescita significativa degli impianti a terra, con un picco nel 2011. Tuttavia, dopo il 2013, il ritmo di installazione è diminuito, in particolare per gli impianti a terra, la cui quota è progressivamente calata. Ciò è dovuto principalmente a normative più stringenti per il fotovoltaico tradizionale a terra e all'aumento del consumo di suolo a discapito dei terreni agricoli. Alla fine del 2023, la capacità installata a terra rappresentava il 30% del totale nazionale (9181 MW), mentre il 69% era associato a installazioni non a terra (20.992 MW). Complessivamente, gli impianti fotovoltaici a terra occupano una superficie stimata di 16.400 ettari, con la maggiore concentrazione in Puglia, Sicilia e Lazio, che rappresentano quasi il 50% dell'area nazionale utilizzata.

Agrivoltaico e paesaggio: la progettazione integrata dell'impianto nel contesto territoriale

Fabiano Spano, architetto paesaggista

Dal 2005 al 2013, il Conto Energia, che prevedeva incentivi e semplificazioni autorizzative, ha fatto sì che

27 European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A Long-Term Vision for the EU's Rural Areas—Towards Stronger, Connected, Resilient and Prosperous Rural Areas by 2040; European Commission: Brussels, Belgium, 2021.

28 European Commission Funding & Tender Opportunities: Novel Agro-Photovoltaic Systems, TOPIC ID: HORIZON-CL5-2022-D3-01-06; European Commission: Brussels, Belgium, 2021.

29 European Commission. Integrated National Energy and Climate Plan; European Commission: Brussels, Belgium, 2019.

30 GSE. Rapporto Statistico 2023—Solare Fotovoltaico; GSE: Rome, Italy, 2024.

in Puglia si sviluppasse, in maniera incontrollata, numerosi impianti fotovoltaici in aree agricole. La traccia lasciata da questo modello ha creato nell'immaginario collettivo un'accezione negativa secondo la quale le energie rinnovabili fossero esclusivamente legate al consumo di suolo, sottratto all'agricoltura e ad un impatto sul paesaggio.

Questa esperienza ha generato in noi tecnici, specializzati nell'inserimento delle energie rinnovabili nell'architettura e nel paesaggio, la consapevolezza di dover contribuire al dibattito collettivo con degli esempi virtuosi, promuovendo una nuova visione secondo la quale rinnovabili, agricoltura e paesaggio possano convivere in maniera armonica.

L'agrivoltaico rappresenta questa sintesi. Numerosi studi scientifici hanno dimostrato la capacità dell'agrivoltaico di coesistere con l'agricoltura, senza consumo di suolo. La progettazione integrata della componente agricola e di quella energetica porta a dei vantaggi, sul fronte della riduzione del consumo idrico, della protezione dagli eventi estremi e dall'irraggiamento solare eccessivo, migliorando il microclima al suolo e al di sotto dei pannelli.

Il potenziale di diffusione degli impianti nelle aree agricole risulta pertanto molto elevato, essendo l'agrivoltaico compatibile con numerose colture.

Ciò obbliga però alla necessaria diffusione della progettazione di qualità nell'integrazione dell'agrivoltaico nel paesaggio e nel territorio.

Si pongono due temi rilevanti:

1. La pianificazione a scala nazionale e territoriale
2. Il corretto inserimento nel contesto paesaggistico locale.

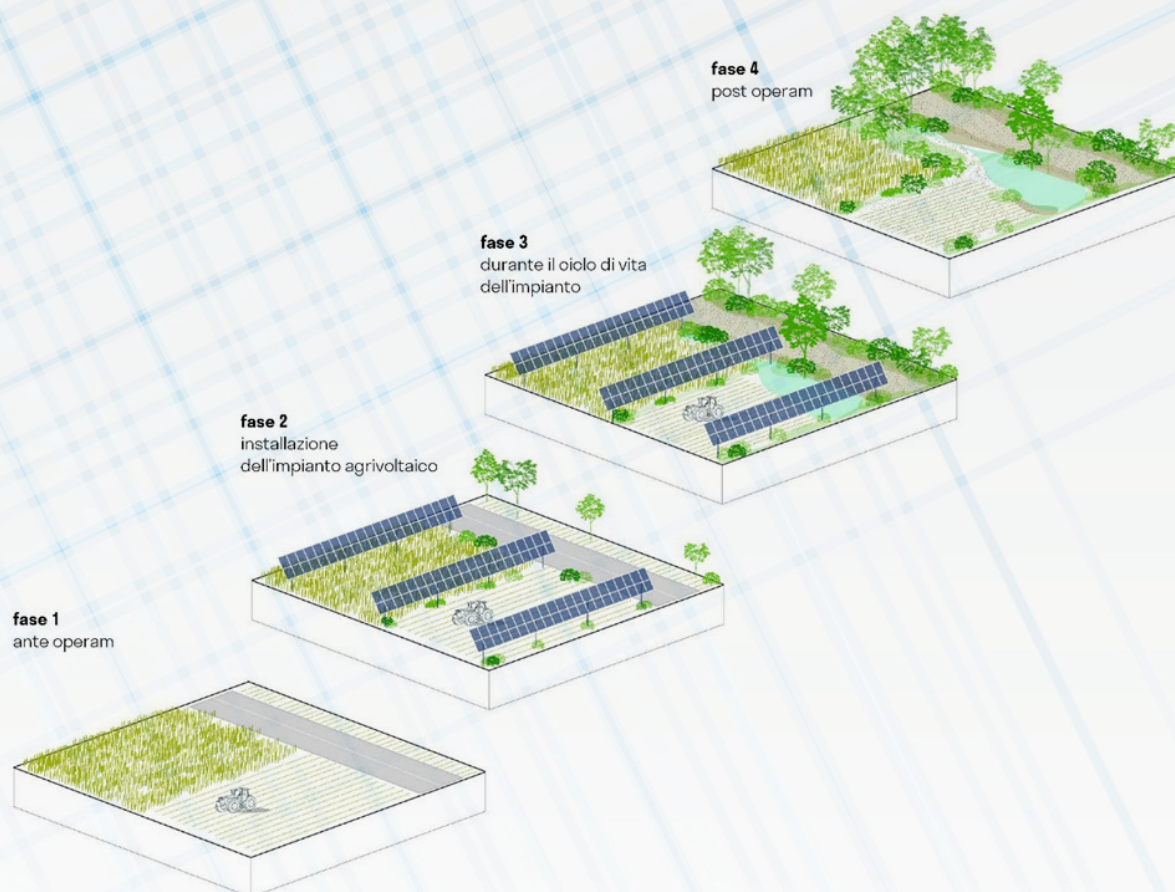
Per quanto riguarda la pianificazione bisognerebbe stabilire il cosiddetto *Burden Sharing*, ossia la quantità di territorio da destinare all'agrivoltaico. A questo principio si dovrebbe affiancare un'azione pianificatoria, coordinata da tavoli tecnici su scala regionale, che consideri la diversità di ogni territorio e le conseguenti scelte strategiche.

A tal proposito pongo l'attenzione su un aspetto rilevante: i progetti presentati nelle regioni del sud Italia superano di 10 volte le quantificazioni definite dal *burden sharing*. Questo dato crea una forte pressione sugli enti e sull'opinione pubblica, vanificando qualsiasi tentativo di pianificazione.

Credo che l'aumento dei progetti richieda un'evoluzione nell'approccio valutativo: la **qualità progettuale** deve diventare parametro di valutazione imprescindibile sin dall'inizio del processo autorizzativo.

È necessario superare la semplice scelta localizzativa per adottare una **visione integrata**, capace di generare progetti sostenibili e di qualità.

L'agrivoltaico rappresenta per noi un'occasione di rigenerazione del paesaggio.



Modello di rigenerazione del paesaggio mediante l'agrivoltaico – Studio Alami

Il paesaggio odierno è l'esito delle trasformazioni impresse dall'uomo nel tempo. Anche l'agricoltura ha contribuito in maniera significativa, spesso eliminando elementi di naturalità diffusa.

L'agrivoltaico rappresenta un nuovo modello economico e ambientale. Permette di generare maggior valore dai campi agricoli, grazie al doppio uso. Questo modello, se opportunamente gestito, è in grado di indirizzare economie verso il restauro del paesaggio e al ripristino della naturalità diffusa.

L'integrazione paesaggistica pertanto non si realizza solo mediante opere di mitigazione visiva degli impianti, ma immaginando la ricostruzione e riconnessione di habitat complessi, ricchi di biodiversità.

I progetti di qualità pertanto intendono pensare l'impianto agrivoltaico all'interno di un ecosistema connesso, mediante opere di infrastrutture verdi e riconnessione ecologica, che riammagliano il territorio.

Gli impianti agrivoltaici devono pertanto ripartire da un'analisi delle trame storiche del territorio agricolo, infrastrutturati da fossi, canali, muri a secco, che insieme ai bordi verdi rappresentano l'infrastruttura ecologica primaria.

Il rispetto di queste trame, rende gli impianti porosi e con il giusto grado di frammentazione, evitando l'imposizione di nuove geometrie artificiali nel paesaggio.



Impianto agrivoltaico 24 MWp – Fotoinserimento - Santa Lucia Energia – Gruppo Hope – Studio Alami

6. CRITICITÀ E SFIDE APERTE

Agrivoltaico, AIAS: qualità ed etica come traiettorie di sviluppo

Alessandra Scognamiglio, presidente AIAS - Associazione Italiana Agrivoltaico Sostenibile

L'agrivoltaico in Italia si trova oggi in una fase di transizione tra un'importante pipeline progettuale e una limitata realizzazione effettiva. I dati disponibili indicano una crescita significativa delle iniziative autorizzate: tra il 2021 e il 2024 risultano in iter circa 52,6 GW di progetti. Inoltre, dall'inizio del 2026 a fine marzo, il Mase ha rilasciato valutazioni ambientali positive per circa 1,7 GW di progetti agrivoltaici, per lo più di tipo avanzato. Tuttavia, la capacità effettivamente autorizzata e soprattutto realizzata rimane inferiore alle aspettative, confermando un disallineamento strutturale tra teoria e sviluppo, che non sorprende. Finora, infatti, lo sviluppo dell'agrivoltaico è avvenuto ad una velocità fortemente condizionata dalla possibilità di accedere ad incentivi, senza che fosse prima avvenuta la necessaria elaborazione di un approccio di fatto nuovo, sia dal punto di vista tecnico che culturale e procedurale.

La lentezza delle realizzazioni, anche quando rientranti tra quelle che godono di finanziamento PNRR, è segno di una complessità dei progetti che possono incontrare ritardi dovuti ad una serie di difficoltà di

varia natura, ascrivibili al fatto che lo stesso percorso dall'ideazione alla realizzazione dell'agrivoltaico è nuovo. In più, la definizione di "aree idonee" e la stratificazione delle normative regionali continuano a generare un contesto interpretativo eterogeneo, rallentando la standardizzazione dei processi.

In termini tecnologici l'agrivoltaico sta evolvendo a favore di una maggiore coesistenza e integrazione con sistemi informatici. Gli impianti privilegiano configurazioni elevate e dinamiche, con tracking e layout ottimizzati per garantire continuità agricola e migliorare le rese. Cresce il ruolo di IoT, DSS e monitoraggio per misurare le performance agro-energetiche. Parallelamente, si sviluppa l'integrazione con BESS, idrogeno verde ed elettrificazione, trasformando l'azienda agricola in hub energetico resiliente, con benefici anche nella gestione idrica.

Sul piano economico, lo scenario al 2030 delineato dal rapporto Althesys commissionato dall'Associazione Italiana Agrivoltaico Sostenibile (AIAS), prevede circa 7,75 GW installati di agrivoltaico avanzato, con un valore condiviso stimato in 11,8 miliardi di euro tra effetti diretti, indiretti e benefici ambientali. Come fare a valorizzare le ricadute positive dell'agrivoltaico e a sostenere progetti che siano di qualità?

Un elemento fondamentale è la dimensione sistemica e sociale, che va nutrita e costruita a partire dalle conoscenze attuali e con una capacità di visione per ciò che l'agrivoltaico può essere nella sua declinazione migliore. In questa prospettiva l'agrivoltaico è una infrastruttura territoriale multilivello, in grado di generare nuove filiere di valore e anche professionalità ibride, come quella dell'*agrivoltore* ovvero un soggetto capace di gestire la complessità di un intero progetto di agrivoltaico, riuscendo a mettere a sistema tutte le competenze, in primis energetiche ed agricole.

L'agrivoltaico è inoltre un approccio che può supportare il rilancio di territori interni in aree marginali, ad esempio nelle regioni del Sud dove lo spopolamento è un fatto tangibile e strettamente connesso alla creazione di posti di lavoro in linea con le competenze delle nuove generazioni.

Ma non tutto l'agrivoltaico è uguale: la differenza la fanno la qualità del progetto e l'etica degli investitori. AIAS auspica che nel 2026 l'agrivoltaico possa emergere più chiaramente come infrastruttura sociale, energetica e agricola. Per farlo, l'associazione continuerà il proprio lavoro di catalizzatore d'interessi per trasformarli in risultati concreti e recepibili anche dal legislatore.

Elemento cruciale affinché le esternalità positive dell'agrivoltaico possano concretizzarsi, è la capacità di orientare i progetti verso pratiche agricole effettive realmente sostenibili con benefici tangibili per le comunità che abitano i territori interessati dalle trasformazioni (anche del paesaggio) indotte dall'agrivoltaico. In questo, AIAS si sta muovendo sia internamente che esternamente per riuscire a delineare degli standard tangibili, anche attraverso la definizione della Certificazione AS (Agrivoltaico Sostenibile)³¹.

³¹ <https://www.associazioneitalianagrivoltaicosostenibile.com/nasce-la-certificazione-agrivoltaico-sostenibile-aias-rina/>

In termini di formazione, l'associazione si è già fatta promotrice di percorsi di apprendimento "in campo", con la serie dei convivi agrivoltaici svoltasi nel 2025 tra Sicilia, Puglia e Calabria, ma anche di molteplici eventi di formazione co-organizzati con ordini professionali.

A inizio marzo è stata lanciata la piattaforma "Coltivare futuro": una piattaforma digitale e interattiva realizzata nell'ambito del progetto "Agrivoltaics Shared Value: a Concrete Path Forward" con il supporto della European Climate Foundation. Il progetto restituisce in forma multimediale l'esperienza maturata nei territori italiani, raccontando l'agrivoltaico come soluzione concreta per integrare produzione agricola ed energia rinnovabile.

Lo sforzo dell'associazione di definire e raccontare l'agrivoltaico non si limita al contesto nazionale. Durante l'evento KEY 2026 a Rimini, l'associazione si è fatta promotrice del convegno internazionale "L'Italia nel panorama europeo e internazionale dell'agrivoltaico" in cui, grazie agli interventi di massimi esperti del settore, si è offerto un quadro complessivo e globale dell'agrivoltaico coprendo aspetti che hanno spaziato dalla normativa al mercato, dall'accettabilità sociale alla ricerca.

La mission di promozione dell'agrivoltaico come opportunità economica, sociale e ambientale di AIAS continuerà nel 2026 con la partecipazione ad altre fiere (come il Green Fair di Bari), l'organizzazione di eventi tematici e con l'organizzazione di eventi propri, tra cui il convegno "Per un ecosistema dell'agrivoltaico sostenibile" in programma il prossimo 14 aprile a Bologna.

In particolare, il capoluogo emiliano ospiterà un incontro di esplorazione di nuovi approcci alla pianificazione, capaci di trasformare parole come impatto, compensazione e mitigazione in strumenti per costruire paesaggi energetici e agricoli sostenibili, in cui autosufficienza energetica e alimentare diventino elementi di valore condiviso per i territori e le comunità che li abitano. Proprio con la Regione Emilia-Romagna, ad agosto 2025, l'associazione ha siglato un accordo triennale per promuovere lo sviluppo dell'agrivoltaico con modelli innovativi, sostenibili e replicabili.

Agrivoltaico, l'Italia davanti a una scelta di sistema

di Giorgio Boneschi, Direttore Generale di Elettricità Futura

L'agrivoltaico non è una scorciatoia, né una tecnologia di compromesso. È una delle risposte più evolute alle sfide che l'Italia ha davanti: la transizione energetica, la tutela del suolo agricolo, la competitività del sistema produttivo. Mettere in contrapposizione produzione di energia rinnovabile e agricoltura significa non cogliere la portata di un'innovazione che nasce proprio per integrare questi due mondi, valorizzandoli entrambi.

Il fotovoltaico in agricoltura, e in particolare l'agrivoltaico, consentono di condividere il suolo, non di sottrar-

lo. I sistemi agrivoltaici permettono di mantenere la continuità delle attività agricole, introducendo al tempo stesso nuove infrastrutture tecnologiche che migliorano l'efficienza complessiva dei terreni: dall'uso più razionale della risorsa idrica alla protezione delle colture dagli effetti del cambiamento climatico, fino al recupero di superfici marginali o abbandonate. È una filiera che genera valore ambientale, economico e occupazionale, rafforzando la resilienza del settore primario e contribuendo in modo strutturale alla sicurezza energetica del Paese. Non sorprende, dunque, che l'agrivoltaico sia oggi uno dei segmenti più dinamici del fotovoltaico italiano. A fine 2024 risultavano installati circa 3,3 GW di impianti fotovoltaici in ambito agricolo, di cui 1,4 GW agrivoltaici. Le richieste di nuovi progetti continuano a crescere, con un interesse particolarmente elevato nelle regioni meridionali, dove le condizioni climatiche e la disponibilità di superfici rendono questa tecnologia particolarmente efficiente. È un potenziale rilevante, che tuttavia rischia di rimanere sulla carta se non viene accompagnato da un quadro normativo coerente e stabile.

Negli ultimi anni il quadro regolatorio dell'agrivoltaico si è progressivamente costruito attraverso interventi di diversa natura – norme, linee guida e specifiche tecniche – che hanno avuto il merito di avviare e strutturare lo sviluppo del settore. Oggi, tuttavia, questa evoluzione richiede un ulteriore salto di qualità: un consolidamento e un coordinamento più organico, in grado di offrire agli operatori un quadro stabile, chiaro e prevedibile, condizione essenziale per sostenere gli investimenti e accompagnare una programmazione industriale di medio-lungo periodo.

In questa prospettiva, è fondamentale continuare a valorizzare la specificità dell'agrivoltaico, evitando approcci interpretativi che non ne riflettano pienamente le caratteristiche distintive. Gli impianti agrivoltaici, infatti, non sono assimilabili al fotovoltaico tradizionale: non sostituiscono l'attività agricola, ma la accompagnano e la integrano, come anche la giurisprudenza ha avuto modo di riconoscere.

La recente introduzione di una definizione di agrivoltaico nel cd TU FER va nel giusto senso di dare un riferimento centrale univoco, che eviti approcci ideologici e riconosca il valore specifico di una tecnologia pensata per la coesistenza degli usi del suolo.

Ora è necessario che questo principio si consolidi e sia correttamente declinato e coordinato a tutti i livelli (norme nazionali, leggi regionali, norme tecniche, Linee Guida...) In questo scenario, anche il ruolo delle Regioni e della pianificazione territoriale sarà decisivo. Il decreto sulle aree idonee può diventare uno strumento ordinario di governo del territorio, capace di ridurre i conflitti e dare certezze agli operatori, a condizione che venga applicato con criteri omogenei e senza derive localistiche.

Anche gli schemi di sostegno, a partire dal DM Agrivoltaico Innovativo, rappresentano un passo avanti importante. Servono meccanismi di supporto coerenti con le specificità della filiera e un permitting realmente semplificato, soprattutto per gli impianti di qualità, progettati in sinergia con le attività agricole.

Elettricità Futura è convinta che lo sviluppo dell'agrivoltaico debba poggiare su alcuni pilastri chiari: valorizzare tutte le soluzioni tecnologiche che consentono l'integrazione con l'agricoltura, promuovere il

ruolo degli operatori energetici (che mettono in campo competenze industriali e capacità finanziaria indispensabili) e accompagnare la crescita del settore con un forte investimento in comunicazione e coinvolgimento dei territori, che è una condizione abilitante per realizzare progetti duraturi e condivisi.

La transizione energetica non è solo una questione ambientale. È una politica industriale, agricola e territoriale. L'agrivoltaico incarna questa visione integrata più di qualsiasi altra tecnologia. Spetta ora alle istituzioni creare le condizioni perché questo potenziale si traduca in impianti reali, investimenti concreti e benefici diffusi. Rinviare questa scelta significherebbe perdere un'occasione strategica per il Paese.

Agrivoltaico: sole e suolo un bene comune per tutta l'Italia

Michelangelo Lafronza, segretario ANIE Rinnovabili

Per anni agricoltura e fotovoltaico sono stati raccontati come due mondi in competizione, costretti a contendersi gli stessi doni preziosi che madre natura ci offre: il suolo ed il sole. Oggi, però, questa contrapposizione sta lasciando spazio a una nuova visione, capace di tenere insieme entrambe le esigenze: l'agrivoltaico.

C'è infatti un punto che spesso sfugge: l'agrivoltaico è un'opportunità per il sistema paese di innovarsi, perché tutela l'ambiente e coniuga due settori essenziali perché soddisfano i bisogni fondamentali dell'essere umano odierno: la sicurezza alimentare e la sicurezza energetica. La prima minata dal cambiamento climatico, la seconda minata dalla dipendenza di approvvigionamento all'estero delle commodity energetiche.

Con il termine agrivoltaico si indicano quegli impianti fotovoltaici progettati per convivere con l'attività agricola, permettendo la coltivazione dei terreni sottostanti o interposti ai pannelli solari. Non si tratta semplicemente di installare moduli su un campo, ma di ripensare l'impianto energetico come parte integrante del sistema agricolo. I pannelli vengono collocati su strutture, distanziati tra loro o dotati di sistemi di orientamento dinamico, in modo da lasciare spazio alla luce, al lavoro dei mezzi agricoli e alla crescita delle colture.

Il vero discrimine non è l'agrivoltaico in sé, bensì il modo in cui viene progettato.

L'agrivoltaico funziona se è co-progettato sin dalle prime fasi operative. La co-progettazione non è una parola di moda, ma un passaggio sostanziale. Significa che il progettista fotovoltaico e quello agricolo lavorano insieme fin dalle prime scelte fondamentali: layout dell'impianto, altezza delle strutture, spazi tra le file, orientamento dei moduli, ombreggiamento stagionale, sistemi di irrigazione, accessibilità per i mezzi agricoli. In altre parole, significa progettare un sistema che deve funzionare contemporaneamente come impianto energetico e come sistema produttivo agricolo. Un sistema co-progettato è più robusto sul piano tecnico ed economico, perché riduce i conflitti e aumenta la probabilità di arrivare davvero alla realizzazione, e sul piano sociale perché ne accresce l'accettabilità garantendo la continuità all'attività agricola.

I benefici di questa integrazione sono già visibili in numerose esperienze sul territorio italiano. In Nord Italia l'agrivoltaico viene utilizzato per proteggere i filari dei vigneti da grandinate, colpi di sole e sbalzi termici. L'ombreggiamento parziale dei pannelli contribuisce, inoltre, a creare un microclima più stabile, con effetti positivi sulla qualità dell'uva e sulla regolarità delle produzioni. Nel Sud Italia i progetti con agrumeti e colture mediterranee hanno mostrato di ridurre lo stress idrico delle piante, limitando l'evaporazione dell'acqua dal suolo e migliorando l'efficienza dell'irrigazione. Anche l'olivicoltura si sta dimostrando particolarmente compatibile con questi sistemi, soprattutto nelle forme di allevamento moderne e meccanizzate.

Accanto ai benefici agronomici, l'agrivoltaico offre alle aziende agricole un'importante opportunità economica, sia come integrazione al reddito sia come approvvigionamento energetico. In sostanza l'agrivoltaico accresce la resilienza delle colture e delle imprese agricole.

Dal punto di vista ambientale, l'agrivoltaico risponde a una delle critiche più frequenti rivolte alle grandi installazioni fotovoltaiche: il consumo di suolo. Producendo energia e cibo sulla stessa superficie, questi impianti permettono di aumentare la quota di rinnovabili senza sottrarre terreno all'agricoltura. L'agrivoltaico può dare un nuovo impulso all'agricoltura mediante l'avvio di un'attività agricola su un suolo abbandonato da diversi anni. Se ben progettato, mantiene la fertilità dei suoli, favorisce l'inerbimento e può persino contribuire alla biodiversità, grazie alla presenza di colture mellifere, pascolo controllato o attività apistiche.

Da un punto di vista infrastrutturale, l'agrivoltaico è portatore di infrastrutture energetiche e digitali nelle zone rurali del paese. Si tratta di infrastrutture indispensabili alla produzione energetica, ma che possono essere dualmente usate dal settore agricolo.

Naturalmente, l'agrivoltaico non è una soluzione valida in ogni contesto e richiede attenzione, competenze e progettazione accurata. Il suo successo dipende dalla capacità di mettere l'agricoltura al centro, adattando la tecnologia alle esigenze delle colture e del territorio, e non il contrario. Quando questa condizione viene rispettata, l'agrivoltaico smette di essere un compromesso e diventa una vera sinergia.

In un'epoca segnata dai cambiamenti climatici e dalla necessità di ripensare i modelli produttivi, l'agrivoltaico offre una risposta concreta: produrre energia pulita proteggendo i raccolti, valorizzare il suolo senza consumarlo, trasformare i campi agricoli in alleati della transizione ecologica.

Sperimentazione agronomica e monitoraggio in ambito agrivoltaico

Lorenzo Ferretti (DAGRI, UNIFI) e Aldo Dal Prà (Istituto per la BioEconomia, CNR)

L'integrazione tra produzione agricola e generazione di energia da fonti rinnovabili rappresenta oggi una delle sfide più dinamiche e promettenti nell'ambito della transizione ecologica. Tra le vie percorribili, i sistemi agrivoltaici, in cui agricoltura e produzione di energia da fotovoltaico coesistono sulla stessa su-

perficie, rappresentano una delle opzioni principali. L'agrivoltaico permette di superare l'approccio tradizionale che vedeva l'installazione dei pannelli fotovoltaici a terra generando competizione per l'uso del suolo agricolo. Oggi questo paradigma si sta trasformando grazie a modelli agrivoltaici che consentono la continuità dell'attività agricola, la massimizzazione dell'efficienza d'uso del suolo, generando benefici economici, ambientali e paesaggistici. I nuovi modelli agrivoltaici sono stati sviluppati sotto la spinta dell'avanzamento tecnologico (per esempio, pannelli bi-assiali ad inseguimento solare e semitrasparenti) e della ricerca integrata agronomico-ingegneristica.

All'interno di questo contesto, la sperimentazione agronomica e il monitoraggio scientifico assumono un ruolo centrale per comprendere a pieno le interazioni tra pannelli fotovoltaici, microclima e risposte delle colture. Solo attraverso un approccio rigoroso e multidisciplinare è possibile migliorare la sostenibilità e la resilienza dei sistemi agrivoltaici, per esempio attraverso un'innovazione colturale ad hoc.

Un percorso di sperimentazione in ambito agrovoltaico richiede protocolli specifici e adattabili ai diversi contesti colturali. Le attività principali includono: scelta delle colture e caratterizzazione delle varietà; gestione agronomica integrata; confronto con aree di controllo.

La sperimentazione deve valutare il comportamento varietale, gli effetti sulla fenologia e le rese produttive a diversi livelli di radiazione solare disponibile. Alcune specie risultano particolarmente idonee a crescere in condizioni di parziale ombreggiamento. Tra queste, leguminose, orticole e foraggere mostrano un buon adattamento eco-fisiologico, inoltre, cicli colturali brevi e gestione a mezzo sfalcio a stadi fenologici di maturazione lattea, rappresentano condizioni che possono mitigare criticità intrinseche della gestione colturale in ambiente agrivoltaico.

Pratiche come irrigazione di precisione, tecniche di agricoltura conservativa e fertilizzazione mirata possono massimizzare i benefici del microclima nei siti agrovoltaici. La gestione integrata consente inoltre di ridurre input idrici ed energetici, aumentando al contempo la sostenibilità complessiva del sistema.

Per ogni sistema è fondamentale prevedere una zona di riferimento non ombreggiata (in piena luce), utile per valutare differenze significative in resa, qualità dei prodotti e dinamiche del suolo. Lo schema di comparazione servirà per il confronto statistico dei dati permettendo di attribuire gli effetti significativi e specifici dei moduli fotovoltaici sulle coltivazioni ed in generale sull'agroecosistema. Su base teorica/metodologica le tesi di controllo su siti agrovoltaici, dovrebbero essere collocate all'interno del tracker, escludendo i pannelli solari per l'area oggetto dell'indagine.

Nel quadro generale della gestione post-installazione di un sistema agrivoltaico a garanzia della continuità dell'attività agricola è imprescindibile valutare l'impatto di pannelli e strutture sull'agro-ecosistema e la sua capacità produttiva attraverso il monitoraggio di: fertilità del suolo, biodiversità funzionale, condizioni microclimatiche e bilancio idrico. In questa sezione vengono approfonditi i metodi di monitoraggio di questi parametri. Tale monitoraggio può essere effettuato tramite sensoristica (Figura 1) ed indicatori speditivi in campo.

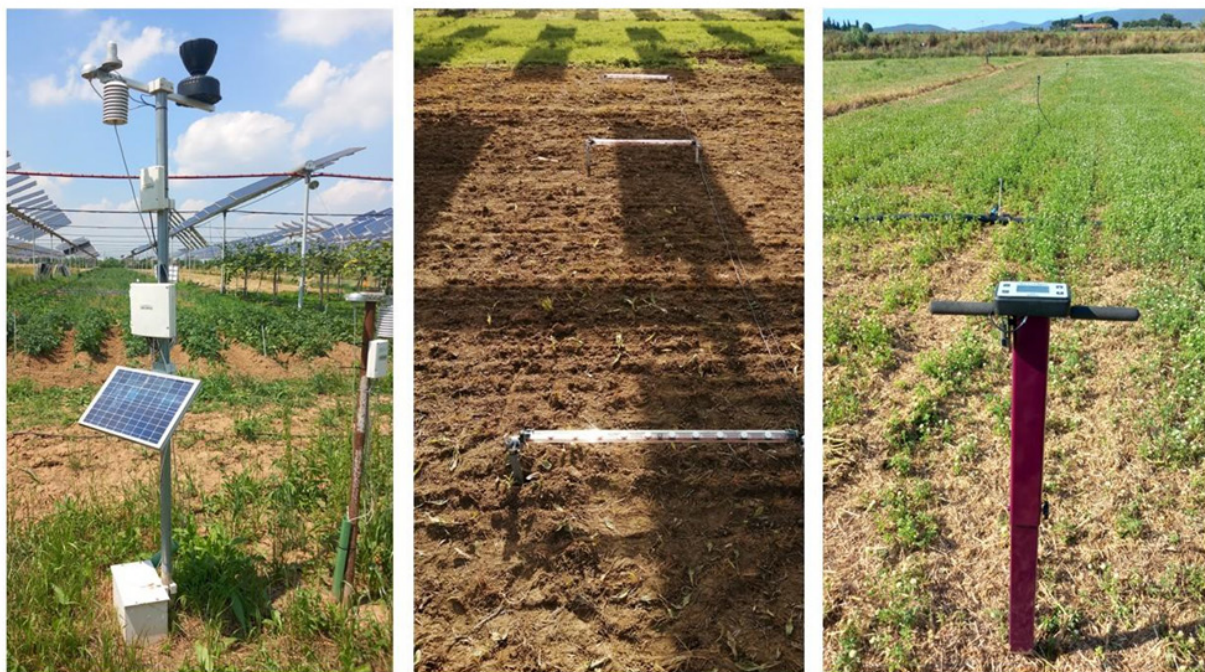


Figura 1. Sensori di comune impiego su siti agrivoltaici (da sinistra: Meteosense, Netsens s.r.l.; Barre con sonde PAR; FieldScout TDR 350 probe, Spectrum Technologies)

Il suolo è un elemento chiave del sistema agrivoltaico, non solo come substrato colturale ma anche come riserva di biodiversità e regolatore dei cicli biogeochimici. La presenza dei pannelli e delle strutture di sostegno possono influenzare temperatura del suolo, attività microbiologica e umidità degli strati superficiali. Da qui la necessità di includere nel monitoraggio: analisi fisiche e chimiche del terreno, valutazioni dell'attività biotica, misure di stabilità strutturale e capacità di ritenzione idrica. Un suolo sano permette di ospitare più specie rispetto ad uno degradato in cui solo quelle più rustiche riescono a sopravvivere. In aggiunta a questo, un terreno di qualità permette di ottenere colture più resilienti, ridurre la dipendenza da fertilizzanti e supportare la sostenibilità a lungo termine anche del modello agrivoltaico.

A livello di campo un approccio efficace al monitoraggio prevede una valutazione multi-indicatore all'interno ed all'esterno del sistema agrivoltaico per avere sempre uno schema di comparazione che permetta di formulare un giudizio complessivo, sito-specifico ed affidabile.

La valutazione dell'impatto di pannelli e strutture sulla fertilità del suolo può prevedere la misura di parametri chimici come azoto totale, fosforo disponibile, potassio scambiabile e materia organica e l'utilizzo di bio-indicatori di qualità del suolo, come i lombrichi ed i micro-artropodi (Paoletti et al., 2013³², Parisi et al., 2005³³); la valutazione dell'impatto sul microclima può essere effettuata attraverso stime di eva-

32 Paoletti, M.G., Sommaggio, D., Fusaro, S., 2013. Proposta di Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS-e) basato sui Lombrichi e applicato agli Agroecosistemi. *Biologia Ambientale*, 27(2):25-43.

33 Vittorio Parisi, Cristina Menta, Ciro Gardi, Carlo Jacomini, Enrico Mozzanica, Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 105, Issues 1-2, 2005, Pages 323-333, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.02.002>.

potraspirazione effettiva (ETa), temperatura del suolo, dell'aria e umidità; per l'impatto sui servizi ecosistemici si analizza numerosità e diversità di specie spontanee bioindicatrici (Bàrberi e Carlesi 2017³⁴); la presenza di alcune specie spontanee è legata a caratteristiche fisico-chimiche del suolo come, pH, salinità, umidità, compattamento e scarsità o abbondanza di elementi nutritivi.

Gli impianti agrovoltai, soprattutto quelli con pannelli elevati o a inseguimento solare, sono in grado di modulare in modo significativo variabili microclimatiche come temperatura, umidità e radiazione solare. La presenza di superfici ombreggianti può: ridurre gli stress termici estivi; mitigare i fenomeni di evaporazione del suolo; favorire condizioni più stabili per alcune colture sensibili alla siccità. Tuttavia, tali effetti non sono uniformi e dipendono dal tipo di impianto, dalla configurazione dei moduli e dalle caratteristiche pedoclimatiche del sito. Per questo motivo, l'acquisizione continua di dati tramite sensori ambientali, centraline climatiche e monitoraggio del suolo è un elemento imprescindibile. La raccolta di informazioni su radiazione fotosinteticamente attiva (Photosynthetically Active Radiation, PAR), umidità del suolo e dell'aria e biomassa prodotta permette di valutare in modo oggettivo l'impatto agronomico del sistema agrovoltai. Nel prossimo futuro, saranno inoltre fondamentali, dati ottenuti a mezzo Eddy Covariance (EC); la tecnica di (EC) è un metodo avanzato per misurare gli scambi di gas e energia tra ecosistemi e atmosfera. Utilizzando sensori ad alta frequenza, permette di quantificare in tempo reale il flusso di CO₂, il trasferimento di calore e l'evapotraspirazione, fornendo dati essenziali per lo studio del bilancio del carbonio e dei processi climatici, strategici per i siti agrovoltai.

La ricerca scientifica e tecnologica sta portando allo sviluppo di sistemi agrovoltai intelligenti, capaci di adattare in tempo reale l'orientamento dei pannelli in funzione delle esigenze delle colture. L'integrazione con strumenti digitali come IoT (Internet of Things, una network di sensori, software e strumenti capaci di scambiare dati tra loro e con altri sistemi) machine learning e modellistica predittiva consente di ottimizzare le rese agricole ed energetiche, riducendo al minimo gli impatti sul paesaggio e sugli agro-ecosistemi. Il futuro dell'agrovoltai passerà attraverso una sempre maggiore collaborazione tra agronomi, ingegneri, architetti, ecologi e comunità rurali, per garantire modelli replicabili, efficienti e sostenibili.

7. AGRIVOLTAICO: UNA LEVA STRATEGICA PER IL SETTORE PRIMARIO

Sistemi agrovoltai: i possibili scenari

Paolo Picchi, consulente ETA-Florence Renewable Energies, Ricercatore Postdoc DIDA-Università degli Studi di Firenze, socio AIAPP Associazione Italiana di Architettura del Paesaggio

I paesaggi europei, e quelli italiani sono il risultato di forme di gestione storica che hanno spesso frammentato il paesaggio, dando luogo a un mosaico di usi del suolo ad alta densità (Sereni, 1982)³⁵. Quasi tutti i paesaggi europei fino a 2000 metri sul livello del mare sono il risultato dell'interazione tra pro-

³⁴ Bàrberi, Paolo & carlesi, stefano. (2017). Weeds as soil bioindicators: How to sample and use data.

³⁵ Sereni, E. (1982). Storia del paesaggio agrario Italiano. Biblioteca Universale Laterza (69). ISBN: 9788842020943.

cessi umani e naturali: in primo luogo le attività agricole e di gestione forestale e, più recentemente, lo sviluppo industriale e tecnologico (Antrop, 2007³⁶; Antrop e van Eetvelde, 2010³⁷; Pedroli et al., 2007³⁸, 2013³⁹; Agnoletti e Santoro, 2022⁴⁰). In relazione allo sviluppo delle energie rinnovabili gli uffici per la tutela del patrimonio culturale degli Stati membri, in primis le Sovrintendenze italiane hanno adottato negli ultimi due decenni un approccio spesso conservativo al paesaggio, evitando in casi specifici qualsiasi modifica o regolamentandole attraverso linee guida di progettazione paesaggistica che spesso si sono rivelate inefficaci (Laviscio, 2018⁴¹). Eppure i paesaggi sono dinamici e cambiano da sempre seguendo lo sviluppo delle società (Pedroli et al., 2007, 2013) e secondo la Convenzione per il Paesaggio del Consiglio d'Europa devono cambiare seguendo le aspirazioni di vita di chi le abita (art. 2).

Rispetto ad altre tecnologie per le energie rinnovabili, i sistemi agrivoltaici non causano un cambiamento nell'uso del suolo, ma aggiungono ad esso una funzione e potenzialmente sono in grado di soddisfare gli interessi di diverse parti interessate (ad esempio, agricoltori e investitori nel settore energetico), ma dipende da come la loro progettazione viene approcciata. Se ben progettati, i sistemi agrivoltaici possono contribuire a salvaguardare la qualità del paesaggio, i sistemi rurali locali e le opportunità di sviluppo, il miglioramento dei servizi ecosistemici e della biodiversità, fornendo al contempo un reddito economico agli agricoltori per il presidio territoriale, evitando l'abbandono dei campi e garantendo un mantenimento del paesaggio agrario. La FAO ha definito conservazione dinamica del paesaggio *"la conservazione del paesaggio basata su di un'attività agricola sana e produttiva"* (Agnoletti e Santoro, 2022).

Il Decreto Agricoltura del 16 maggio 2024 (DL 63/24) concede all'articolo 5 l'installazione di impianti per la generazione di energia solare su terreni agricoli esclusivamente ai sistemi agrivoltaici, terreni così come definiti dai piani urbanistici locali, nelle aree e modalità definite dalla Regione in termini di idoneità o non idoneità all'installazione, e salvo vincoli specifici previsti dalla pianificazione regionale. Ad oggi non abbiamo ancora dei modelli economici ben definiti e testati per l'agrivoltaico, alcuni progetti di ricerca Horizon 2020 sono in corso in Europa e si pongono tra gli altri obiettivi quello di individuare diversi modelli di sviluppo economico. Ciò nonostante è sensato pensare che una azienda agricola possa beneficiare di un sistema agrivoltaico nell'ottica di un miglioramento aziendale, sia nel caso di un proprio investimento, sia nel caso di una cessione del terreno, per abbassare i costi di

36 Antrop, M. (1997). The concept of traditional landscapes as a base for landscape evaluation and planning. The example of Flanders Region. *Landscape and urban planning*, 38(1-2), 105-117.

37 Antrop, M., Van Eetvelde, V. (2010). Landscape as a holistic, perceptive and dynamic phenomenon. *Landscape as a project*, Libria.

38 Pedroli, G. B. M., van Doorn, A. M., De Blust, G., Wascher, D. M., & Bunce, F. (2007). Europe's living landscapes, *Essays exploring our identity in the countryside* (p. 432). KNNV publishing.

39 Pedroli, B., Antrop, M., & Pinto Correia, T. (2013). Editorial: Living Landscape: The European Landscape Convention in Research Perspective. *Landscape Research*, 38(6), 691-694.

40 Agnoletti, M., & Santoro, A. (2022). Agricultural heritage systems and agrobiodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 31(10), 2231-2241. *Conservation*, 31(10), 2231-2241.

41 Laviscio, R. (2018). Paesaggio ed energie rinnovabili. Il supporto degli Enti territoriali ad una progettazione integrata. *Ri-Vista. Research for landscape architecture*, 16(2), 66-85.

gestione dell'attività agricola relativi ai consumi energetici, avvantaggiare una coltura che sta incontrando criticità relative ai cambiamenti climatici o non è più competitiva, adottare pratiche di agricoltura rigenerativa come il basso consumo idrico e la lavorazione minima del suolo, ed avere un reddito aggiuntivo derivante dalla vendita dell'energia elettrica generata e/o dalla rendita del terreno (sempre che non diventi un reddito prevalente).

Tutto ciò ha trovato effettiva conferma nel Decreto Agrivoltaico del 13 febbraio 2024, onde si evince che particolare attenzione è stata rivolta alla figura dell'imprenditore agricolo come proponente del progetto agrivoltaico finanziabile o comunque come parte irrinunciabile di una società di scopo proponente il progetto. La natura contrattuale e le clausole relative alla corresponsabilità dell'imprenditore agricolo nel mantenimento della parte elettrica del sistema agrivoltaico rappresentano ad oggi l'elemento critico e discriminante per cui l'imprenditore agricolo fa un passo indietro in molti progetti, e da ciò si evince con ancora più forza la necessità di approcciare un progetto di sistema agrivoltaico con l'imprenditore agricolo che lo coltiverà sin dal principio (quando non sia lui l'investitore) sia egli a cedere i terreni o ad essere parte di una società di scopo, in una logica di mantenimento del paesaggio agrario, in altre parole approcciare un *progetto agrivoltaico a misura dell'agricoltore e del paesaggio*.

A tal fine è fondamentale che ogni progetto agrivoltaico parta dallo studio attento del paesaggio, dalla storia e dalla semiologia (il sistema dei segni del paesaggio riconosciuti come significanti dalla comunità locale), ai sistemi agro-ambientali specifici che l'agricoltore gestisce e si inserisca il progetto in un processo di naturale evoluzione delle dinamiche socio-ecologiche che sono alla base della vita di quel paesaggio, per come viene riconosciuto dalla comunità.

Un articolo del 2021 pubblicato sulla rivista scientifica *Sustainability* (Toledo e Scognamiglio, 2021)⁴² evidenzia come i sistemi agrivoltaici richiedano un approccio di progettazione sistemica, basato sia sulla multi-disciplinarietà, intesa come integrazione di diverse competenze professionali, sia sulla trans-disciplinarietà, che prevede il coinvolgimento delle comunità locali. Il coinvolgimento delle comunità locali sin dalle prime fasi è fondamentale poiché un sistema agrivoltaico venga ben progettato (Picchi et al., 2025)⁴³. Fin da subito è necessario avviare un percorso di dialogo con il contesto socio-economico e culturale per conoscere gli imprenditori agricoli, le loro esperienze e le loro prospettive future, come tutti gli altri attori economici e portatori di interesse locali. In questo modo l'agrivoltaico non solo contribuisce alla decarbonizzazione, ma può generare benefici concreti e duraturi a livello locale e sul paesaggio.

42 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). *Sustainability*, 13(12), 6871.

43 Picchi, Paolo & Scognamiglio, Alessandra & Paolinelli, Gabriele & Lambertini, Anna. (2025). Landscape integration of agrivoltaic systems A methodological approach in research through design and education.

Anche la ricerca internazionale sta muovendo passi in questo senso, ad esempio il progetto Horizon Europe *Symbiosyst*, che vede coinvolti in Italia l'Eurac, l'ENEA, ETA-Florence, il centro di ricerca Laimburg e l'Associazione degli Agricoltori Sudtirolesi SBB, ha recentemente testato metodologie e approcci per coinvolgere le comunità regionali e locali nella co-progettazione dei sistemi agrivoltaici: è stato progettato e sperimentato un modello di laboratorio di comunità per l'agrivoltaico, ispirato a metodi consolidati in letteratura scientifica a cavallo tra le scienze sociali e le scienze del paesaggio (Picchi et al., 2025). Il laboratorio si articola in due momenti principali. Al mattino una passeggiata immersiva nel paesaggio locale, pensata per favorire la condivisione e la ricognizione dei valori del paesaggio da parte dei partecipanti, ed una visita al progetto dimostratore agrivoltaico; e una seconda fase dedicata alla mappatura di quest'ultimi e alla co-progettazione del sistema agrivoltaico: intesa come l'elaborazione condivisa di principi progettuali utili a integrare i sistemi agrivoltaici nelle pratiche agricole e nel paesaggio locale. I gruppi invitati a partecipare sono eterogenei e rappresentativi del contesto locale: imprenditori agricoli, associazioni di categoria, ONG nazionali e locali impegnate nella tutela e valorizzazione del paesaggio, studenti e docenti delle scuole superiori, narratori di comunità, esperti come storici, archeologi, agronomi e botanici, oltre a tecnici delle amministrazioni locali e regionali, rappresentanti del Ministero della Cultura e amministratori pubblici. La sperimentazione condotta a giugno 2025 ad Ora/Auer, in Alto Adige-Süd Tirol, dove il progetto ha un dimostratore agrivoltaico su meleto presso Laimburg, ha mostrato un interesse positivo verso questa tecnologia, a condizione che sia accompagnata da una comunicazione chiara alla popolazione sulle differenze rispetto al fotovoltaico tradizionale a terra. L'esperienza ha confermato l'obiettivo di sviluppare linguaggi condivisi e comprensibili, in grado di favorire il coinvolgimento degli attori locali nel progetto agrivoltaico e di rafforzarne l'accettazione è stato soddisfatto. In particolare la sezione locale di Italia Nostra e la Federazione Ambientalisti Alto Adige si sono dette molto contente del laboratorio, perché hanno potuto conoscere da vicino l'agrivoltaico e ragionare sulla sua integrazione nel paesaggio della Bassa Atesina. Il tema del paesaggio non può essere ridotto a una semplice verifica della visibilità o meno di un sistema agrivoltaico: esso è lo spazio in cui si riflettono le trasformazioni tecnologiche e diventa il luogo privilegiato di confronto. Per questo motivo va affrontato insieme alla comunità locale, valorizzando le sue aspirazioni e quelle degli imprenditori agricoli che quotidianamente lo mantengono. È auspicabile che in futuro il coinvolgimento delle comunità nei processi di progettazione possa avere un ruolo sempre più rilevante anche nell'iter di approvazione dei progetti, diventando un criterio di valutazione della qualità del progetto, a vantaggio di progetti etici.



Figura 1. Un momento della visita al progetto agrivoltaico dimostratore Symbiosyst di 72,4 kW, presso Laimburg a Ora/Auer (BZ). Il progetto, costruito e inaugurato nel 2025 presenta degli inseguitori mono-assiali con moduli bifacciali a diversa trasparenza e posit a 4,7 m da suolo. Il progetto sta monitorando la produzione di mele, con un primo dato già incoraggiante su un risparmio del 40% sul fabbisogno idrico della coltura. Alla visita è seguito un laboratorio di co-progettazione per integrare i sistemi agrivoltaici nel paesaggio della Bassa Atesina, immaginando gli attori e le possibili ricadute positive su altri aspetti, come la rete ecologica e gli aspetti ricreativi del paesaggio. Il laboratorio si è tenuto presso la Biblioteca Civica di Ora/Auer (immagine @ETA-Florence, 2025).

L'agrivoltaico in Italia: il punto di vista delle Associazioni agricole

CIA - Confederazione Italiana Agricoltori

Cristiano Fini, presidente nazionale Cia-Agricoltori Italiani

L'agrivoltaico rappresenta una delle leve più concrete per accompagnare il sistema agricolo nella transizione energetica, senza snaturarne la funzione produttiva e sociale. In questo quadro, Cia-Agricoltori Italiani sostiene un modello che metta al centro l'impresa agricola, la tutela del suolo e la continuità delle produzioni, senza sottrazione di terra fertile all'agricoltura.

Il percorso intrapreso negli ultimi anni, anche grazie a strumenti come il Parco Agrisolare, dimostra che il settore primario può contribuire in modo significativo alla produzione di energia rinnovabile. La

misura, con quasi 23 mila progetti finanziati e una potenza installata pari a 1,72 GW, per un investimento complessivo di 2,35 miliardi di euro, può essere considerata oggi uno degli interventi più rilevanti del PNRR in ambito agricolo.

L'installazione di impianti fotovoltaici sui fabbricati aziendali – stalle, magazzini, serre – consente di ridurre i costi energetici, che oggi incidono per oltre il 20% sulla spesa variabile delle imprese, rafforzandone la competitività. A regime, tali interventi potranno coprire circa un terzo del fabbisogno energetico del comparto, generando risparmi stimati in oltre 540 milioni di euro l'anno.

In una fase segnata da forti tensioni geopolitiche e dalla volatilità dei mercati energetici, accelerare sulla produzione diffusa di energia rinnovabile in ambito agricolo è una priorità strategica per il Paese. Proprio per questo, è essenziale che le misure attuative in corso – a partire dai nuovi bandi e dai decreti sull'agrivoltaico – garantiscano tempi certi, procedure semplificate e criteri chiari, evitando ritardi che rischiano di compromettere gli obiettivi del PNRR e di frenare gli investimenti delle imprese.

Si tratta di un approccio virtuoso che privilegia l'utilizzo di superfici già disponibili, senza consumo di suolo agricolo. Accanto a questo modello, l'agrivoltaico "avanzato" può rappresentare un'opportunità ulteriore, a condizione che sia pienamente integrato con l'attività agricola. In tal senso, Cia condivide l'impianto definito dalle linee guida nazionali e dai successivi provvedimenti attuativi, che individuano criteri chiari e stringenti per qualificare gli impianti.

È fondamentale, in primo luogo, garantire che almeno il 70% della superficie interessata resti destinata all'attività agricola. Allo stesso tempo, le soluzioni costruttive devono consentire la piena operatività aziendale: altezze adeguate dei moduli, tali da permettere il passaggio dei macchinari e lo svolgimento delle attività zootecniche, rappresentano un requisito imprescindibile. Elemento centrale è, poi, la continuità dell'attività agricola e allevatoria, che deve essere effettiva e verificabile, garantendo una PLV minima dell'80% rispetto alla PLV di riferimento. Solo in presenza di queste condizioni l'agrivoltaico può configurarsi come attività agricola connessa, contribuendo a integrare il reddito aziendale senza sostituirsi alla produzione.

Per Cia, il ruolo dell'agricoltore è decisivo, da protagonista della gestione e della pianificazione. È necessario, quindi, rafforzare strumenti che favoriscano la partecipazione esclusiva delle imprese agricole, anche attraverso modelli di aggregazione e servizi di assistenza tecnica qualificata, in grado di garantire qualità e sostenibilità degli investimenti.

Restano tuttavia alcune criticità da affrontare sul piano normativo e fiscale. In particolare, appare necessario chiarire in modo definitivo il trattamento degli impianti, distinguendo nettamente tra fotovoltaico a terra e agrivoltaico avanzato. Per quest'ultimo, deve essere confermata la riconducibilità nell'ambito delle attività agricole connesse, con un regime coerente che non penalizzi le aziende che investono nel rispetto dei requisiti previsti.

Infine, è fondamentale introdurre limiti dimensionali e criteri di connessione che impediscano uno sviluppo non controllato degli impianti, salvaguardando l'equilibrio tra produzione agricola ed energetica oltre a favorire una più efficace transizione energetica attraverso impianti diffusi. L'agrivoltaico deve rimanere uno strumento al servizio dell'agricoltura, non un fattore di competizione nell'uso del suolo.

In conclusione, la sfida dell'agrivoltaico può essere vinta solo con un approccio che tenga insieme sostenibilità ambientale, economica e sociale. Gli agricoltori sono pronti a fare la loro parte, ma chiedono regole chiare, stabilità normativa e il pieno riconoscimento del proprio ruolo strategico nella transizione ecologica del Paese.

Cia si batte da tempo in questo senso e affianca, in particolare, le imprese nell'accesso alla misura Parco Agrisolare attraverso la sua struttura tecnica Esco Agroenergetica, offrendo supporto completo dalla progettazione alla realizzazione degli interventi. Sulle quattro edizioni del bando Cia ha gestito oltre 600 pratiche di incentivo, di cui già 200 relative al solo ultimo avviso.

Coldiretti

Stefano Masini, responsabile area ambiente e territorio Coldiretti

Sulla base della necessità di coniugare la produzione energetica con un adeguato livello di tutela delle aree interessate dalle produzioni agroalimentari, la diffusione della tecnologia agrivoltaica costituisce senz'altro una soluzione percorribile. Tale tecnologia, infatti, mira proprio a conciliare la presenza degli impianti in area agricola e la tutela della funzione produttiva del suolo. Gli imprenditori agricoli risultano, quindi, senz'altro interessati ad investimenti diretti a favorire quella che si può considerare una evoluzione tecnologica degli impianti di fotovoltaico a terra, che, invece, rappresentano un problema per gli impatti generati su suolo e paesaggio. Già a partire dall'istituzione del sistema di incentivazione dell'agrivoltaico si è cercato di affrontare la delicata questione della differenziazione tra fotovoltaico a terra e agrivoltaico, introducendo una serie di criteri fissati su base tecnica (*Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici* pubblicate nel giugno 2022 a cura di un Gruppo di lavoro coordinato dal MiTE), ma scontando l'assenza di esperienze consolidate nei nostri areali produttivi. Il risultato è che ancora oggi resta da verificare in che misura le soluzioni tecniche ed impiantistiche siano adeguate a garantire la sostenibilità degli impianti, nell'ambito di una attività che dovrebbe essere ricompresa nel concetto di multifunzionalità agricola. La nuova definizione di agrivoltaico, introdotta dalla recente revisione del D.lgs 190/2024 (art. 4, comma 1, f-bis e art. 11-bis, comma 2) introduce, al proposito, una importante novità, stabilendo come, in ambito autorizzativo, il soggetto proponente debba dotarsi di una dichiarazione asseverata redatta da un professionista abilitato che attesti che l'impianto sia idoneo a conservare almeno l'80 per cento della produzione lorda vendibile, chiarendo anche che la dichiarazione debba essere allegata alla richiesta di autorizzazione e messa a disposizione per le attività di

controllo (assegnate ai comuni). Tuttavia, la nuova definizione introdotta, laddove fa riferimento all'impiego di moduli collocati in posizione "adeguatamente" elevata da terra, ha di fatto anche segnato un distacco rispetto ai criteri individuati dalle Linee Guida ministeriali, che, invece, precisavano le altezze. Gli elementi che possono contribuire alla diffusione di un agrivoltaico sostenibile possono essere individuati principalmente nella necessità di garantire un essenziale *protagonismo* alle imprese agricole e nell'introdurre opportune limitazioni sulle dimensioni impiantistiche, in grado di conservare il carattere multifunzionale degli investimenti. Questo vale soprattutto per l'installazione di impianti agrivoltaici in contesti agricoli caratterizzati da un certo livello di specializzazione produttiva, dove appare necessaria una progettazione per così dire "sartoriale" per conciliare esigenze produttive agricole ed energetiche. Si ricorda, inoltre, che gli investimenti nelle suddette aree andrebbero valorizzati anche in termini di tecnologia complementare alla diffusione dell'agricoltura di precisione, ad esempio, con riguardo alla riduzione dei consumi idrici, dell'impronta carbonica, dell'impatto sulla biodiversità, ecc. Questa impostazione, espressamente prevista dalle citate Linee Guida ministeriali, sottolinea ulteriormente la necessità di considerare la produzione energetica proveniente dagli impianti agrivoltaici al servizio delle esigenze tecniche, economiche ed ambientali dell'impresa agricola multifunzionale (e non il contrario). Conseguentemente, un altro problema da considerare è quello legato al fatto che gli investimenti di taglia ridotta vengono ancora giudicati non convenienti sulla base dell'economia di scala, mentre dovrebbero essere sostenuti, proprio per ottenere quella efficienza progettuale necessaria a far sì che, in prospettiva (come avvenuto per il biogas) il titolare dell'iniziativa possa essere anche l'imprenditore agricolo (singolo o associato), con le società energetiche chiamate a svolgere, opportunamente, ruoli di consulenza, progettazione, gestione e manutenzione degli impianti. Va anche sottolineato che, per impianti di maggiori dimensioni, che necessitano di investimenti difficilmente alla portata delle imprese agricole, la prospettiva debba essere quella di concorrere ad un recupero delle attività di coltivazione ed allevamento in aree in cui la redditività agricola è a rischio, per diversi motivi. In questi contesti restano da esplorare soluzioni (co-progettazione, contrattualistica, ecc.) in grado di restituire alle imprese agricole nuove prospettive, attraverso una maggiore centralità nei progetti, superando logiche strumentali che, in molti casi, non permettono di distinguere un investimento agrivoltaico e fotovoltaico a terra. Proseguendo con il parallelismo con il biogas (per il quale, nel tempo, sono stati introdotti correttivi dimensionali e funzionali, facendone una vera e propria opportunità di adattamento ecologico-energetico delle imprese zootecniche) anche il settore agrovoltaico dovrà essere soggetto ad un simile percorso di adeguamento e perfezionamento, sia tecnico che normativo. Questa prospettiva, tuttavia, resta necessariamente legata ad una prosecuzione degli incentivi, che dovranno essere orientati a ridurre la dipendenza energetica delle imprese agricole e accompagnarle, grazie agli strumenti di monitoraggio, nel continuo miglioramento delle prestazioni digitale e climatico-ambientale.

Confagricoltura

Nicola Gherardi, membro giunta esecutiva Confagricoltura

La sfida della transizione ecologica ci pone davanti a un ostacolo apparentemente insormontabile: come espandere la produzione di energia da fonti rinnovabili senza sottrarre suolo prezioso. La risposta risiede nell'**agrivoltaico**, una tecnologia che non si limita a "occupare" il terreno, ma punta a integrarsi con esso. Se progettato con intelligenza e in stretta collaborazione con chi la terra la lavora, l'agrivoltaico tra all'agricoltura forma il conflitto per l'uso del suolo in una simbiosi virtuosa.

A differenza degli impianti fotovoltaici a terra standard, che spesso rendono il suolo sottostante inutilizzabile per la coltivazione, l'agrivoltaico solleva i moduli ad altezze significative o utilizza strutture mobili e verticali. Questo permette il passaggio dei macchinari agricoli e il mantenimento delle attività colturali o di pascolo. Ma l'importanza dell'agrivoltaico va ben oltre la semplice "coesistenza spaziale"; si tratta di un'opportunità per **ottimizzare la resa agricola** in un contesto di mutamento climatico.

Un impianto agrivoltaico non può essere un pacchetto "chiavi in mano" calato dall'alto da una società energetica. Per essere davvero efficace, deve nascere da un dialogo serrato con l'agricoltore. Solo chi vive la terra conosce le criticità specifiche di ogni appezzamento: l'esposizione al vento, il fabbisogno idrico delle piante, i tempi della semina e della raccolta.

Quando l'agricoltore diventa protagonista della progettazione, l'impianto si adatta alle esigenze delle colture:

- **Protezione dal microclima:** In molte regioni, l'ombreggiamento parziale offerto dai pannelli riduce l'evapotraspirazione, mantenendo il terreno più umido e proteggendo le piante dalle ondate di calore estremo, ormai sempre più frequenti.
- **Difesa dagli eventi atmosferici:** Le strutture possono fungere da scudo contro la grandine o le gelate tardive, agendo come una sorta di "serra aperta" tecnologica.
- **Gestione idrica intelligente:** Molti progetti avanzati prevedono sistemi di recupero dell'acqua piovana dai pannelli per convogliarla in sistemi di irrigazione di precisione, ottimizzando una risorsa sempre più scarsa.

Promuovere l'agrivoltaico significa anche dare una **nuova dignità economica** alle aziende agricole. In un mercato globale dove i margini del settore primario sono spesso ridotti all'osso, la produzione di energia pulita fornisce un'integrazione del reddito sicura e costante. Questo flusso finanziario non deve sostituire l'agricoltura, ma sostenerla: i proventi dell'energia possono essere reinvestiti in tecnologie agricole innovative, in nuovi macchinari elettrici o nel miglioramento della qualità dei prodotti.

Questo modello contrasta l'abbandono delle terre, specialmente in aree marginali o meno produttive, garantendo che il presidio umano sul territorio rimanga attivo. Un agricoltore che produce energia è un agricoltore più resiliente, capace di affrontare le annate di scarso raccolto grazie alla stabilità garantita dal sole.

Perché l'agrivoltaico si diffonda correttamente, è necessario superare la diffidenza estetica e burocratica. La tecnologia esiste, ma serve un quadro normativo che premi la qualità dei progetti "agri-centrici" rispetto a quelli puramente energetici. È fondamentale che la produzione elettrica resti subordinata o, al massimo, paritaria alla produzione agricola. Non vogliamo "campi di specchi", ma **ecosistemi produttivi ibridi**.

Inoltre, la ricerca scientifica gioca un ruolo chiave. È necessario continuare a studiare quali varietà vegetali rispondano meglio all'ombreggiamento dinamico per massimizzare la fotosintesi sotto i moduli. L'agricoltore, in questo senso, diventa un "sperimentatore sul campo", integrando le conoscenze agronomiche con le più moderne tecniche di produzione di energia solare.

L'agrivoltaico rappresenta la sintesi perfetta della modernità sostenibile. Non è una minaccia per le coltivazioni né per le nostre tradizioni rurali, ma il suo più potente alleato. Promuovere questa tecnologia significa credere in un futuro dove l'energia non viene estratta a scapito della natura, ma raccolta in armonia con essa. Coinvolgere gli agricoltori non è solo un atto di cortesia, ma una necessità tecnica: senza la loro esperienza, l'agrivoltaico rimane una macchina fredda; con il loro contributo, diventa un organismo vivo che nutre il pianeta e illumina le nostre case. La terra e il sole, finalmente, tornano a lavorare insieme per il bene comune.

8. CASI DI STUDIO E BUONE PRATICHE

Agrivoltages Erasmus+ – Agrivoltaics for Sustainable Agriculture and Renewable Energy Integration in VET

di Lorenzo Ferretti (DAGRI, UNIFI) e Aldo Dal Prà (Istituto per la BioEconomia, CNR)

Il progetto si concentra sulla formazione professionale nel settore agrovoltaico, sviluppando strumenti educativi e percorsi di apprendimento per studenti e tecnici, con l'obiettivo di favorire l'integrazione tra agricoltura sostenibile ed energie rinnovabili. Nella Figura 2. è rappresentato l'impianto agrivoltaico dell'azienda Le Rogaiè. Questo piccolo impianto pilota, aiuterà a individuare le specie più adatte da introdurre nel Parco Agrivoltaico che sarà presto realizzato in azienda. Questa attività rientra nell'accordo siglato tra l'azienda e l'Istituto per la BioEconomia del CNR, nell'ambito del progetto Erasmus+ agriVOL-Tages⁴⁴ (Project number: 2025-1-PL01-KA220-VET-000364027). La prova agronomica recentemente allestita comprende due ecotipi toscani di melo, insieme a un blocco randomizzato di specie foraggere

44 <https://www.agrivoltages.eu/>

(erba medica e festuca arundinacea) idonee per l'areale Maremmano a vocazione zootecnica. Ad aprile inizierà la fase di monitoraggio, che si concentrerà sulla crescita e resa degli alberi e delle specie foragere (digeribilità della fibra); qualità del suolo, biodiversità funzionale e monitoraggio delle condizioni microclimatiche, saranno le attività complementari. La sfida in Toscana è quella di costruire un modello energetico diffuso e partecipato, funzionale al nostro modello agricolo e compatibile con la tutela del paesaggio e della biodiversità.



Figura 2. Impianto Agroforestale-Fotovoltaico Demo: allestimento sperimentazione agronomica (azienda Le Rogaie, Grosseto).

L'ecofisiologia vegetale applicata a sistemi coltivati ci insegna che l'accumulo di carbonio in una popolazione vegetale è proporzionale alla quantità di radiazione assorbita dagli organi fotosintetici delle piante, ma questa proporzionalità si riduce quando subentrano fattori limitanti e tende a modificarsi quando l'assorbimento di energia luminosa determina stati di stress radiativo, idrico o termico. Da un punto di vista generale il problema dell'ombreggiamento dinamico delle colture non è quindi riconducibile ad una relazione semplice (meno più luce → meno accumulo di più biomassa), ma dipende anche dalla interazione fra la tolleranza agli stress della specie coltivata e dall'intensità dei fattori di stress biotici e abiotici spesso legata all'areale geografico di coltivazione.

La Tabella 1 riassume le principali sperimentazioni agrivoltaiche condotte in Italia fino a marzo 2026, mettendo a confronto le rese ottenute in piena luce con quelle registrate sotto diversi livelli di ombreggiamento e differenti configurazioni impiantistiche. Nel complesso, i dati, non si discostano dalla teoria, mostrando una tendenza piuttosto chiara: la produzione agricola in condizioni agrivoltaiche risulta generalmente penalizzata rispetto al controllo in piena luce, con una riduzione di entità variabile in funzione della coltura, del grado di copertura del suolo e della tipologia di impianto.

Dalle sperimentazioni riportate emergono alcuni elementi ricorrenti:

1) Effetti dell'ombreggiamento moderati con basso grado di copertura (≈13%)

Colture come mais, prati polifiti, riso, grano duro e patata mostrano riduzioni produttive generalmente contenute, spesso comprese tra il -2% e il -15%. In alcuni casi (il mais negli studi di Amaducci et al. 2018)⁴⁵ si osservano addirittura lievi incrementi di resa, evidenziando che livelli moderati di ombreggiamento possono essere compatibili con un buon mantenimento della produttività, specialmente in annate sfavorevoli o in sistemi con inseguimento e regolazione della luce solare.

2) Penalizzazioni significative con coperture più elevate (≈36-41%)

Le colture più sensibili, tra cui pomodoro e patata, sperimentano riduzioni ben più marcate quando il grado di copertura del suolo supera il 35-40%, con cali che possono superare il 30%. Questi risultati confermano che gli impianti agrivoltaici ad alta densità o con ombreggiamenti persistenti non sono sempre compatibili con colture orticole ad alta domanda di luce, salvo l'adozione di sistemi di gestione intelligente dell'orientamento dei moduli o gestione definita 'Dynamic anti-tracking strategy' (Colauzzi, 2026 ⁴⁶).

3) Importanza dell'approccio sperimentale

⁴⁵ Amaducci, Stefano & Yin, Xinyou & Colauzzi, Michele. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*. 220. 545-561. 10.1016/j.apenergy.2018.03.081.

⁴⁶ Michele Colauzzi, Gabriele Sortino, Eleonora Potenza, Yuri Bellone, Giorgio Impollonia, Amirhossein Nik Zad, Michele Croci, Giancarlo Ghidesi, Iliana Le Bossenec, Stefano Amaducci, Potato cultivation in agrivoltaic systems in Northern Italy: a four-year case study on array setup, shading patterns, and yield response, *Smart Agricultural Technology*, Volume 14, 2026, 101989, ISSN 2772-3755, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2026.101989>.

Le prove in pieno campo forniscono un quadro molto più robusto rispetto alle sole simulazioni: gli studi più recenti (es. Dal Prà et al. 2024⁴⁷; Colauzzi et al. 2026) mostrano risultati derivanti da sperimentazioni pluriennali, migliorando l'affidabilità delle stime e permettendo di evidenziare anche la variabilità tra i differenti anni di sperimentazione, approccio necessario per le prove agronomiche scientificamente apprezzate. Le differenze tra simulazioni e dati reali sottolineano la necessità di integrare modelli previsionali con osservazioni empiriche, soprattutto per colture sensibili e sistemi dinamici di inseguimento. Sebbene la tabella di 'review' (Tabella 1) fornisca una sintesi immediata (in taluni casi con dati estrapolati dal testo ed in contesti di 'disegno sperimentale' più robusto ed articolato) delle performance quantitative, presenta un limite importante: non considera gli aspetti qualitativi delle produzioni agricole. Questo aspetto è rilevante perché, nel contesto agrivoltaico, l'effetto dell'ombreggiamento può influenzare parametri come: contenuto di sostanza secca (DMC); qualità organolettica (es. grado zuccherino, acidità, aromi); calibro e distribuzione dimensionale dei frutti/tuberi; shelf-life; parametri tecnologici (es. resa alla trasformazione, contenuto di amido o proteine). In alcune colture, come patata e pomodoro, la qualità può essere altrettanto, se non più, importante della quantità. Inoltre, studi recenti mostrano che alcuni parametri qualitativi possono variare in modo indipendente dalla resa e non sempre in modo negativo: ad esempio, in alcune orticole l'ombreggiamento leggero può migliorare l'uniformità o ridurre i danni da stress termico. L'assenza di tali informazioni limita quindi la possibilità di valutare in modo completo la reale compatibilità tra impianti agrivoltaici e specifiche filiere agroalimentari. Una valutazione esaustiva dovrebbe infatti combinare, resa totale e commerciabile, qualità merceologica e nutrizionale, stabilità interannuale e risposta agli stress biotici e abiotici.

In conclusione la Tabella 1 offre una panoramica sintetica dell'effetto dell'agrivoltaico sulla produttività agricola nelle principali sperimentazioni italiane. Tuttavia, per una piena comprensione delle potenzialità dell'agrivoltaico, è necessario integrare i dati quantitativi con valutazioni qualitative, essenziali per determinare la reale sostenibilità e competitività delle produzioni agricole sotto impianti fotovoltaici. Alcuni degli articoli citati in questo documento hanno seguito questo approccio metodologico e la loro valorizzazione in riviste scientifiche prestigiose ne conferma la robustezza. Resta per adesso insoluta una ulteriore criticità legata al fatto che la maggior parte delle sperimentazioni sono state svolte nei pochissimi impianti ad oggi disponibili prevalentemente collocati in area Padana. Nuovi fattori, tra cui area geografica, condizioni pedoclimatiche, differenti colture e gestioni agronomiche, apporteranno conoscenza e variabilità ad un sistema multifattoriale dove l'ombreggiamento rappresenta solo una delle molteplici variabili che 'spiegano il fenomeno'.

47 Dal Prà, A., Miglietta, F., Genesio, L., Lanini, G.M., Bozzi, R., Morè, N., Greco, A., Fabbri, M.C., 2024. Determination of feed yield and quality parameters of whole crop durum wheat (*Triticum durum* Desf.) biomass under agrivoltaic system. *Agroforestry Systems* 98, 2861–2873. <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00979-8>

Tabella 1. Risultati delle sperimentazioni in agrivoltaico condotte in Italia aggiornate a marzo 2026.

Autori	Coordinate	Tipo di sperimentazione	Grado di copertura del suolo (%)	Coltura	Resa colturale in piena luce (t/ha)	Resa colturale in agrivoltaico (t/ha)	Differenza (%)
Ademollo et al. 2025	Sesto Fiorentino (43.819°N, 11.202°E)	Simulazione con software	n.d	Patata	31,5	26,8	-15,5
Amaducci et al. 2018	Valle del Po', N 45.09° E 10.00° and N 45.07° E 9.93°	Pieno campo / Simulazione con software	13	Mais	20,8	20,91	0,53
Amaducci et al. 2018	Valle del Po', N 45.09° E 10.00° and N 45.07° E 9.93°	Pieno campo / Simulazione con software	13	Mais	20,8	21,78	4,71
Amaducci et al. 2018	Valle del Po', N 45.09° E 10.00° and N 45.07° E 9.93°	Pieno campo / Simulazione con software	36	Mais	20,8	21,31	2,45
Amaducci et al. 2018	Valle del Po', N 45.09° E 10.00° and N 45.07° E 9.93°	Pieno campo / Simulazione con software	36	Mais	20,8	22,02	5,87
Dainelli et al. 2025	Borgo Virgilio, Mantova 45°05'50" N – 10°47'00" E	Pieno campo	13	Prati polifiti	4	3,91	-2,25
Dal Prà et al. 2024	Borgo Virgilio, Mantova 45°05'40" N – 10°47'30" E	Pieno campo	13	Grano duro	8,3	8,1	-2,41
Dal Prà et al. 2024	Borgo Virgilio, Mantova 45°05'40" N – 10°47'30" E	Pieno campo	41	Grano duro	8,3	6,4	-22,89
Dal Prà et al. 2024	Borgo Virgilio, Mantova 45°05'40" N – 10°47'30" E	Pieno campo	41	Pomodoro	35,4	33,1	-6,50
Dal Prà et al. 2024	Borgo Virgilio, Mantova 45°05'40" N – 10°47'30" E	Pieno campo	13	Pomodoro	35,4	51,5	45,48
Colauzzi et al. 2026	Borgo Virgilio, Mantova 45°05'40" N – 10°47'30" E	Pieno campo	13	Patata	38,96	**34,40	*-12,00
Colauzzi et al. 2026	Borgo Virgilio, Mantova 45°05'40" N – 10°47'30" E	Pieno campo	41	Patata	38,96	**22,90	*>30,00

* Media su dati triennali rispetto ad una sperimentazione quadriennale. **Riduzione complessiva della sperimentazione quadriennale.

9. UNFAKE NEWS: LUOGHI COMUNI E PREGIUDIZI SULL'AGRIVOLTAICO



Falso

I pannelli fotovoltaici rendono i terreni inutilizzabili.



Vero

I sistemi agrivoltaici sono progettati per lavorare insieme all'agricoltura, non per sostituirla. I pannelli vengono installati a un'altezza che consente il passaggio dei macchinari e lo svolgimento delle normali attività nei campi, mentre le colture continuano a crescere.

Inoltre, la loro presenza può generare benefici concreti: l'ombreggiamento contribuisce a ridurre l'evaporazione e lo stress idrico, la gestione delle acque piovane risulta più efficiente e, grazie a sensori integrati nella struttura, è possibile ottimizzare l'impiego di irrigazione, fertilizzanti e fitofarmaci. Fotovoltaico e agricoltura non sono in contrapposizione, ma possono convivere dando origine a sinergie virtuose.



Falso

Gli impianti agrivoltaici comportano una cementificazione estesa del terreno.



Vero

Gli impianti agrivoltaici utilizzano strutture come pali infissi nel terreno e sistemi removibili, che non impermeabilizzano il suolo in modo permanente e possono essere rimossi dopo il fine vita dell'impianto. A differenza di edifici, parcheggi o centri commerciali, il terreno resta permeabile e biologicamente attivo.

Questo significa che può continuare a essere utilizzato per coltivazioni, pascolo o altre attività agricole.

Inoltre, studi a livello europeo⁴⁸ mostrano che basterebbe destinare circa l'1% della superficie agricola dell'UE all'agrivoltaico per installare quasi 1 TW di potenza fotovoltaica, una quota molto significativa rispetto agli obiettivi energetici al 2030. L'agrivoltaico non consuma suolo: lo valorizza, mantenendolo produttivo e contribuendo alla transizione energetica.

48 Overview of the potential and challenges for agri-photovoltaics in the European Union, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/208702>.

**Falso**

L'agrivoltaico sottrae terra all'agricoltura e compromette la biodiversità.

**Vero**

Nei sistemi agrivoltaici il terreno mantiene la sua destinazione agricola e continua a essere produttivo. Le coltivazioni possono proseguire (ad esempio cereali, foraggi, orticole o vigneti, a seconda delle configurazioni), così come il pascolo.

Se ben progettati, questi impianti possono anche favorire la biodiversità: le aree sotto e tra i pannelli possono diventare habitat per insetti impollinatori e piccoli animali, grazie alla presenza di vegetazione stabile e minore disturbo rispetto all'agricoltura intensiva.

Alcuni studi evidenziano che prati permanenti, pascolo controllato e coperture vegetali sotto i pannelli possono aumentare la biodiversità naturale rispetto a terreni coltivati in modo convenzionale e intensivo. L'agrivoltaico non sostituisce l'agricoltura: può mantenerla e, se ben gestito, contribuire anche alla tutela della biodiversità.

**Falso**

L'agrivoltaico è solo uno strumento speculativo.

**Vero**

Molte aziende agricole vedono nell'agrivoltaico un'opportunità concreta per diversificare il reddito e ridurre i rischi economici. La produzione di energia affianca quella agricola, creando una fonte aggiuntiva di entrate.

Questo è particolarmente rilevante nelle aree marginali o più esposte ai cambiamenti climatici, dove la redditività agricola è più incerta: i ricavi energetici possono contribuire alla stabilità delle aziende. Non è solo business: è uno strumento per rendere l'agricoltura più resiliente e sostenibile.

**Falso**

A causa dell'ombreggiamento generato dai pannelli fotovoltaici, le colture possono risentirne e non svilupparsi adeguatamente.

**Vero**

Al di sotto dei pannelli, proprio grazie all'ombreggiamento, le colture possono trarre beneficio, contribuendo a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici, come l'eccessiva insolazione e l'aumento delle temperature, che determinano condizioni di stress idrico per le piante.

**Falso**

Non serve: bastano i pannelli sui tetti

**Vero**

Una delle principali obiezioni sostiene che la decarbonizzazione possa essere conseguita semplicemente installando impianti fotovoltaici sui tetti. Tuttavia, la transizione energetica è ormai una necessità non più rinviabile, imposta dalla crisi climatica e dalle tensioni geopolitiche. Limitarsi alle coperture non sarà sufficiente: entro il 2030 l'Italia dovrà installare 62.284 MW di nuova capacità rinnovabile, pari a circa 10.380 MW all'anno. Mantenendo invece il ritmo medio registrato tra il 2021 e il 2025, pari a 4.978 MW annui, il Paese rischia di raggiungere i propri obiettivi con oltre sei anni di ritardo, slittando di fatto di circa undici anni.

10. LE ESPERIENZE DELLE AZIENDE

Absolute Energy Spa

La transizione energetica dei territori: la sfida dell'agrivoltaico come motore di sviluppo per il settore agricolo

Nel cuore della transizione energetica italiana, Absolute Energy opera come Independent Power Producer specializzato nello sviluppo, nella realizzazione e nella gestione di impianti da fonti rinnovabili e sistemi di accumulo. La nostra visione nasce da un principio semplice: produrre energia pulita creando al tempo stesso valore durevole per i territori, per le comunità locali e per le attività economiche che li abitano. Oggi contribuiamo a questo percorso con un portafoglio articolato di progetti fotovoltaici e BESS, accompagnando la crescita del Paese verso modelli energetici più sostenibili e resilienti.

In questo scenario, l'agrivoltaico rappresenta una delle evoluzioni più interessanti e responsabili del settore. Non una sottrazione di suolo all'agricoltura, ma una nuova forma di integrazione tra produzione agricola ed energia rinnovabile. Attraverso soluzioni tecnologiche avanzate, l'agrivoltaico consente infatti di mantenere la vocazione produttiva dei terreni, migliorandone in molti casi la redditività, la gestione e la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici. È un modello che mette in dialogo innovazione e tradizione, impresa e paesaggio, sicurezza energetica e tutela ambientale.

Sempre più spesso, inoltre, l'agrivoltaico si configura come un nuovo motore di sviluppo per il comparto agricolo, oggi messo sotto pressione dall'aumento dei costi, dalla volatilità dei mercati e da margini economici sempre più ridotti. In molti contesti rurali, la sola attività agricola fatica a garantire continuità e investimenti senza il ricorso a forme di sostegno pubblico. In questo senso, l'agrivoltaico può rappresentare una leva complementare agli strumenti tradizionali di supporto al settore, generando nuove entrate capaci di rafforzare la competitività delle aziende e di renderle più autonome e resilienti nel tempo.

Il suo valore è anche sociale. Offrendo prospettive economiche più solide e introducendo innovazione tecnologica, l'agrivoltaico può favorire il ricambio generazionale e riavvicinare i giovani a un settore che negli ultimi anni ha progressivamente perso attrattività, pur mantenendo un ruolo strategico per il Paese. Nuove competenze, digitalizzazione, meccanizzazione e gestione evoluta delle colture e degli allevamenti trovano in questi progetti un terreno fertile per rilanciare l'impresa agricola contemporanea.

Per Absolute Energy un progetto agrivoltaico, per essere autenticamente sostenibile, non deve nascere dall'energia per poi adattarsi al territorio, ma dal territorio stesso. Significa partire dalle esigenze agronomiche, dalle caratteristiche dei suoli, dalle pratiche produttive esistenti e dall'identità economica locale per costruire soluzioni realmente integrate. È da questo approccio che derivano impianti capaci di sostenere anche il rinnovamento delle aziende agricole, favorendo investimenti in mezzi, infrastrutture e processi produttivi più efficienti.

Il progetto di Genazzano incarna pienamente questa visione. Nato dalla collaborazione con l'Azienda Agricola Pelle Eros, realtà familiare attiva da oltre trentacinque anni nell'allevamento ovino da latte, il progetto si fonda su un principio essenziale: i terreni restano agricoli, continuano a essere gestiti dalla famiglia Pelle e mantengono la loro funzione produttiva anche durante l'esercizio dell'impianto. Sotto le strutture agrivoltaiche proseguirà infatti il pascolo estensivo di circa 300 capi ovini, preservando continuità economica, identità rurale e fertilità del suolo.

L'impianto previsto, da 9,95 MWp, produrrà circa 16,2 GWh di energia ogni anno, con un beneficio ambientale stimato in circa 7.000 tonnellate di CO₂ evitate annualmente. Ma il valore del progetto non si esaurisce nei numeri energetici. Gli spazi tra le file dei moduli sono stati pensati per garantire il pascolo, la gestione sostenibile del terreno e la biodiversità locale. L'ombreggiamento controllato dei pannelli potrà contribuire a ridurre lo stress idrico del suolo e a migliorare la disponibilità di foraggio nei mesi più caldi, con ricadute positive anche sul benessere animale.

Grande attenzione è stata inoltre riservata all'inserimento paesaggistico e al rapporto con il territorio. Il progetto prevede mitigazioni verdi, recinzioni integrate nel contesto rurale, corridoi ecologici e fasce fiorite dedicate agli impollinatori. Tra le ipotesi di opere compensative figurano inoltre interventi utili alla comunità locale, come il miglioramento della viabilità rurale, l'illuminazione stradale o nuove installazioni fotovoltaiche a servizio del territorio.

Genazzano dimostra che la transizione energetica può essere concreta ed equilibrata se condivisa con il territorio e la sua amministrazione comunale, chiamata a garantire l'interesse dei cittadini. Quando l'innovazione rispetta la terra e valorizza chi la coltiva, l'energia rinnovabile diventa non solo una risposta ambientale, ma anche un'opportunità sociale ed economica per le comunità che scelgono di guardare al futuro.

Blunova Spa

Energia e territorio: un modello di agrivoltaico sostenibile per le attività agricole e pastorali

Nel dibattito sulla transizione ecologica, uno dei nodi più complessi riguarda la capacità di coniugare produzione energetica, tutela del paesaggio e salvaguardia delle vocazioni produttive dei territori. In questo quadro, l'esperienza di Blunova SpA – società del Gruppo Carlo Maresca – si inserisce come caso emblematico di un approccio industriale che tenta di superare la contrapposizione tra sviluppo delle rinnovabili e difesa del suolo agricolo.

Fondato negli anni '50, il Gruppo Carlo Maresca rappresenta oggi una realtà consolidata nel panorama imprenditoriale italiano, con attività che spaziano dall'energia all'edilizia terziaria, alberghiera e residenziale. È tuttavia nel settore delle fonti rinnovabili che il gruppo ha sviluppato, attraverso Blunova, una visione integrata capace di coprire l'intera filiera: progettazione, realizzazione, gestione degli impianti ed efficientamento energetico. Un modello industriale che, nel tempo, ha consentito all'azienda di posizionarsi come produttore indipendente di energia (IPP), con investimenti che dal 2010 superano i 700 milioni di euro e una crescita significativa accelerata a partire dal 2017, anche grazie alle opportunità offerte dal quadro normativo nazionale.

Ciò che distingue maggiormente l'approccio di Blunova non è tuttavia soltanto la dimensione industriale, ma una precisa scelta di campo: escludere il consumo di suolo agricolo di pregio per la realizzazione di impianti energetici. Una linea che anticipa e rafforza le istanze poste da Legambiente e da una parte crescente del mondo agricolo e scientifico, che vedono nel rischio di sottrazione di superfici coltivabili uno dei principali punti critici dello sviluppo non governato delle rinnovabili. Gli impianti realizzati dall'azienda sono stati infatti localizzati su aree industriali attive o dismesse, siti limitrofi a zone produttive o territori da bonificare, contribuendo in alcuni casi anche alla rigenerazione di contesti compromessi.

È su queste basi che si sviluppa il passaggio verso l'agrivoltaico avanzato, considerato non come deroga ma come evoluzione coerente di un modello fondato sull'integrazione. L'agrivoltaico, nella sua forma più

strutturata, rappresenta infatti un cambio di paradigma: non più semplice coesistenza tra pannelli e colture, ma progettazione di sistemi in cui la produzione energetica diventa leva per rafforzare la resilienza agricola, migliorare le condizioni microclimatiche e sostenere la redditività delle aziende.

In questo ambito si inserisce l'esperienza di Blusera, società agricola del Gruppo Maresca, che affianca Blunova nella gestione dei terreni destinati a ospitare impianti agrofotovoltaici. Il modello adottato è quello della filiera integrata: da un lato lo sviluppo e la gestione degli impianti energetici, dall'altro la conduzione diretta delle attività agricole e pastorali. L'obiettivo è costruire sistemi produttivi complessi in cui l'infrastruttura energetica non sostituisce ma sostiene l'attività agricola, anche attraverso la realizzazione di strutture funzionali all'allevamento – stalle, recinzioni, silos e spazi di stoccaggio – con una particolare attenzione alla filiera ovina, sia per la produzione lattiero-casearia sia per quella di carne.

Questo approccio consente di generare valore su più livelli. Dal punto di vista energetico, contribuisce alla produzione di energia rinnovabile necessaria alla decarbonizzazione. Sul piano agricolo, offre nuove opportunità di reddito e strumenti di adattamento alla crisi climatica, sempre più evidente anche nel settore primario. Sul fronte ambientale, può favorire una gestione più sostenibile del suolo e delle risorse, riducendo al contempo la pressione su aree agricole di maggiore pregio.

Guardando alle prospettive future, Blunova è impegnata nello sviluppo di una pipeline di circa 3 GW, che si aggiunge agli oltre 600 MW già autorizzati e realizzati, con un portafoglio che include anche progetti innovativi come l'eolico offshore, i sistemi di accumulo (BESS) e la produzione di idrogeno verde. Una traiettoria che conferma come la transizione energetica, per essere efficace, debba muoversi lungo più direttrici, integrando tecnologie diverse e modelli di gestione capaci di dialogare con i territori.

L'esperienza del Gruppo Carlo Maresca evidenzia come l'agrivoltaico possa rappresentare una soluzione concreta se inserito in una visione più ampia, che tenga insieme pianificazione, qualità progettuale e responsabilità ambientale. Non una scorciatoia, ma un processo che richiede regole chiare, monitoraggio costante e una forte alleanza tra imprese, istituzioni e comunità locali. In questo senso, il contributo di realtà industriali strutturate può risultare decisivo, a patto che continui a muoversi nella direzione di un equilibrio reale tra produzione energetica e tutela del territorio.

Oxy Eos Srl

Produzione energetica rinnovabile, tutela del paesaggio e filiere agricole innovative e sostenibili

In Italia sono **attualmente presenti oltre mille istanze** considerando solo quelle a VIA nazionale, per impianti "agrivoltaici" su suolo agricolo, per una potenza di oltre 46 GW, pari ad una superficie agricola stimata in oltre 55.000 ha. Oltre due terzi di questi procedimenti sono al centro-sud. A questi numeri vanno aggiunti quelli degli impianti minori, soggetti a procedura regionale e comunale. E tutti gli impianti che, dal

2025 ad oggi, sono stati avviati direttamente a procedure regionali. Una visione del portale Terna indica numeri ancora superiori, 48 GW di Stmg accettate, 24 GW di progetti in valutazione, ben 46 GW di progetti già benestariati (dunque 95 GW di Stmg) cui aggiungere 9 GW di progetti in costruzione o con STMD.

La gran parte di questi progetti (oltre 3.000) sono "agrivoltaici".

La visione di Oxy Eos è semplice: la produzione agricola deve essere effettiva e sostenibile, garantire la propria autonomia rispetto alla produzione elettrica e assicurare l'inserimento in una filiera effettiva e permanente nel tempo. La società è una start-up innovativa agricola che unisce le esperienze e le capacità di tre attori: un fondo di investimento industriale Oxy Capital, la società di filiera Olio Dante S.p.a., la società di progettazione del paesaggio Progetto Verde e la società di ingegneria Aedes Engineering.

L'obiettivo è di promuovere progetti integrati che garantiscano la *Produzione di energia e olio*, la *Protezione del paesaggio e della natura* (quella che chiamiamo la logica delle "Due P").

L'obiettivo agricolo è di produrre un'agricoltura di qualità, ad alta meccanizzazione, producendo olio ad alti polifenoli, completamente tracciato e commercializzato in filiera con Olio Dante che si occupa di ritirare e commercializzare l'olio prodotto nei segmenti premium del mercato nazionale e internazionale. Oxy Eos investe solo nell'agricoltura, autonomamente, e vuole controllare i processi produttivi per garantire la qualità del prodotto finale.

La scelta di una cultura ulivicola in assetto a parete, consente di ottenere piantagioni molto dense con oltre mille alberi per ettaro, pur rispettando le necessità di rendimento dell'impianto fotovoltaico. Con riferimento alle indicazioni della norma, e quindi al rispetto come condizione necessaria per la qualifica "agrivoltaica" della produzione del 80% della PLV preesistente, l'iniziativa di Oxy Eos può assicurare una produzione adeguata, sia in termini di quantità di quintali per ettaro che in termini di valore della produzione.

Oltre a quattro progetti in assetto "avanzato", ammessi agli incentivi del Pnrr che sono in costruzione in quattro regioni italiane, Oxy Eos ha oltre quindici procedimenti a diverso grado di maturità in corso con primari investitori internazionali e nazionali. Si tratta di circa 1.000 MW e oltre 1,5 milioni di piante di olivo. Tutti i progetti sono interamente finanziati da Oxy Eos per la parte agricola, che non richiede agli investitori elettrici alcun contributo di funzionamento.

Ma non si tratta solo di produrre agricoltura sostenibile sul piano economico. Ogni progetto di Oxy Eos prevede importanti investimenti complementari per garantire il migliore inserimento nel paesaggio e la più coerente protezione della natura e della biodiversità.

Prendendo un impianto come esempio: il progetto "*Energia dell'Olio di Segezia*", in Puglia, che ha conseguito il Decreto di Compatibilità Ambientale dal MASE a settembre del 2025. L'impianto avrà ampia dimensione, circa 230 ha, di cui 53 dedicati ad aree naturali non produttive (22%), e 108 ha dedicati all'area

produttiva olivicola (62%), cui si aggiungeranno 44 ha dedicati ad apicoltura (25%). Le aree non produttive saranno impegnate per un articolato progetto di paesaggio a doppio uso, la cui funzione è di inserire il progetto e creare continuità ecologica. Si tratterà di piantare oltre 5.500 alberi e 10.000 arbusti, oltre a 210.000 ulivi produttivi. Come dagli standard imposti ai nostri progetti l'investimento per inserimento paesaggistico e continuità ecologica vale almeno il 2% dell'investimento (in questo caso 1,7 milioni di euro, al quale aggiungere i 2 milioni di investimento agricolo produttivo, su un investimento elettrico di ca. 97 milioni).

L'Olio Extravergine di Oliva prodotto sarà acquistato in esclusiva da Olio Dante S.p.A, marchio storico presente nel settore dal 1879 ed oggi uno dei principali operatori italiani e nel settore dell'Olio di Oliva. L'irrigazione sarà a goccia e le colture saranno interessate dalle più avanzate tecniche di meccanizzazione e di irrigazione di precisione.

Sulla base di progetti simili Oxy Eos ritiene che l'integrazione concreta tra la produzione agricola e l'energia solare possa rappresentare un'occasione per potenziare il settore primario, affrontare le sue necessità di investimento e di riconversione unendo la più intransigente protezione della natura e del paesaggio. La crisi climatica, in particolare, richiede importanti investimenti nella rotazione delle colture, inserimento di nuove pratiche agricole, innalzamento tecnico e risparmio idrico.

L'agrivoltaico, se inteso correttamente, può essere parte della soluzione.

I-Pergola Srl società benefit

Innovazione e ricerca per progettare sistemi agrivoltaici avanzati e migliorare l'efficienza energetica e la resilienza climatica

Nel panorama delle tecnologie per la transizione ecologica, i-Pergola si distingue come startup innovativa impegnata nello sviluppo di sistemi agrivoltaici avanzati capaci di integrare in modo armonico la produzione di energia solare con le attività agricole. Il cuore della sua attività di ricerca e sviluppo si concentra su mecatronica, elettronica IoT e software, ambiti tecnologici che consentono di progettare soluzioni in grado di garantire la coesistenza tra generazione energetica e coltivazione senza comprometterne continuità produttiva, qualità delle colture e redditività delle aziende agricole. Il modello di crescita dell'azienda si fonda su un approccio di open innovation, basato su collaborazioni strutturate con università ed enti di ricerca che permettono di validare sperimentalmente le soluzioni prima della loro industrializzazione. In questa rete scientifica figurano partner accademici di primo piano come il Politecnico di Milano, impegnato nello sviluppo e nel perfezionamento delle componenti strutturali e tecnologiche dei sistemi; l'Università di Bologna, coinvolta nelle sperimentazioni su colture arboree e nei sistemi di monitoraggio; la Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, attiva nella ricerca applicata alla filiera vitivinicola; e l'Università degli Studi di Napoli Federico II, che contribuisce agli studi sull'integrazione paesaggistica degli impianti nel

contesto territoriale del Sud Italia. All'interno di questa rete di collaborazioni si collocano diversi progetti di ricerca applicata che mirano a valutare concretamente il potenziale dell'agrivoltaico nei sistemi agricoli. Tra questi, Agrivolt-ER, sviluppato a Castel Bolognese, affronta le principali sfide legate all'integrazione e alla gestione degli impianti agrivoltaici, contribuendo a colmare il deficit di conoscenze ancora esistente su opportunità e criticità per il mondo agricolo attraverso sperimentazioni su colture arboree e sistemi avanzati di monitoraggio dei dati; Ener-Vitis, attivo nel territorio di Piacenza, punta invece a rafforzare la competitività della filiera vitivinicola dell'Emilia-Romagna tramite la validazione di un impianto agrivoltaico in vigneto e lo sviluppo di soluzioni tecniche in grado di migliorare efficienza energetica e resilienza climatica della produzione; mentre il progetto realizzato presso il CIHEAM Bari a Valenzano si concentra sulla filiera agrumicola mediterranea, sperimentando l'applicazione di un sistema agrivoltaico all'interno di un agrumento sperimentale con l'obiettivo di favorire modelli produttivi sostenibili e replicabili nei paesi che si affacciano sul Mediterraneo. In questo contesto si inserisce anche la tecnologia proprietaria i-Pergola PowerShield Tech, dotata di sistemi di inseguimento solare e soluzioni progettuali pensate per adattarsi alle esigenze delle colture e del paesaggio agricolo. Parallelamente alle attività sperimentali, l'azienda sta integrando nei propri sistemi tecnologie emergenti come intelligenza artificiale, robotica, computer vision e digital twin, strumenti che permettono di migliorare il monitoraggio, l'efficienza energetica e la gestione operativa degli impianti agrivoltaici, contribuendo a costruire modelli agricoli più resilienti, tecnologicamente avanzati e capaci di rispondere alle sfide poste dalla crisi climatica e dalla transizione energetica.

Naturgy Rinnovabili Italia Srl

Produzione energetica rinnovabile, gestione agricola biologica e tutela del suolo

Agrovoltaico avanzato della Tenuta San Carlo (Grosseto, GR)

Nel territorio rurale della pianura maremmana, il progetto di agrovoltaico avanzato realizzato presso la Tenuta San Carlo, nel Comune di Grosseto, rappresenta un intervento di ampia scala che sperimenta l'integrazione tra produzione energetica rinnovabile, gestione agricola biologica e tutela del suolo. Il caso studio evidenzia come l'agrovoltaico possa trovare applicazione anche in contesti estesi, mantenendo la funzione agricola come elemento centrale e non subordinato rispetto all'infrastruttura energetica.

La Tenuta San Carlo è un'azienda agricola storica, certificata in regime biologico, con una produzione orientata alle colture estensive e alla zootecnia. Nel tempo, l'azienda ha consolidato un approccio fondato sulla rotazione colturale, sulla conservazione della fertilità dei terreni e sulla riduzione degli input esterni, operando in un contesto caratterizzato da elevata vocazione agricola e crescente pressione climatica.

Il progetto è promosso da Naturgy Rinnovabili Italia, società del gruppo Naturgy, nell'ambito di un percorso di sviluppo delle energie rinnovabili orientato a criteri ESG (Environmental, Social and Governance),

che pongono forte attenzione alla sostenibilità ambientale, alla responsabilità sociale e al rapporto con i territori. Nel caso della Tenuta San Carlo, l'intervento è stato impostato valorizzando l'uso agricolo del suolo e integrando il progetto energetico con le strategie produttive dell'azienda, evitando approcci intensivi o mono-funzionali.

La componente agronomica del progetto è stata sviluppata in collaborazione con SEA TUSCIA, spin-off dell'Università degli Studi della Toscana, che ha contribuito alla definizione dell'ordinamento colturale, del piano di pascolamento razionale e del sistema di monitoraggio degli effetti del progetto su produttività agricola, suolo e microclima; mentre gli aspetti ambientali e di inserimento territoriale sono stati seguiti da Ambiente Srl, azienda attiva da molti anni in Toscana nella progettazione ambientale. Il supporto tecnico-scientifico ha permesso di strutturare così il progetto come sistema integrato, capace di migliorare la resilienza aziendale rispetto agli stress climatici.

Il parco agrolvoltaico avanzato della Tenuta di San Carlo prevede una potenza complessiva di 53 MWp, affiancata da un sistema di accumulo di 16 MW, e si sviluppa su una superficie di circa 88 ettari.

La localizzazione del parco agrolvoltaico è stata il frutto di vari mesi di lavoro e confronto, finalizzati all'individuazione di una soluzione progettuale nel rispetto sia delle attività aziendali, attuali che future, che dei beni ambientali, paesaggistici e architettonici della Maremma.

Come risultato, oltre l'80% dell'area del parco rimane destinata all'attività agricola, attraverso la realizzazione di prati-pascolo polifiti e l'introduzione di un allevamento ovino estensivo. Questa scelta consente di mantenere una copertura vegetale permanente, ridurre le lavorazioni del suolo e limitare il fabbisogno idrico grazie alla conduzione in asciutta delle colture foraggere. Il parco agrolvoltaico, inoltre, è localizzato su terreni ampiamente al di fuori di beni ambientali e paesaggistici tutelati e a una quota inferiore rispetto alla viabilità circostante, condizione che contribuisce a ridurre la visibilità dalla viabilità limitrofa.

Particolare attenzione è stata data anche alla progettazione delle opere di mitigazione paesaggistica, la gestione delle fasce verdi, la regimazione delle acque e la compatibilità dell'intervento con il contesto agricolo e ambientale locale. A tal fine, sono state adottate:

- strutture sufficientemente elevate per il passaggio dei capi di bestiame ed i macchinari,
- ampie distanze tra le file dei pannelli, per consentire il regolare svolgimento delle attività agricole,
- pannelli antiriflettenti, per ridurre l'abbagliamento e migliorare l'integrazione del parco con l'ambiente ed il paesaggio circostante,
- specie vegetali autoctone per la mitigazione visiva contribuendo ad un'integrazione graduale del parco agrolvoltaico nel paesaggio rurale.

Nel suo complesso, il progetto della Tenuta San Carlo dimostra come l'agrovoltaico avanzato possa essere applicato anche su superfici estese, combinando produzione energetica, agricoltura biologica e tutela del suolo. Il caso studio restituisce l'immagine di un modello di intervento che, se guidato da una progettazione integrata e da un confronto costante tra impresa, mondo agricolo e ricerca, può contribuire in modo significativo alla transizione ecologica dei territori rurali.

LOCALIZZAZIONE

Tenuta San Carlo

AZIENDA AGRICOLA

Grosseto (GR), pianura maremmana

Conduzione biologica certificata

Colture estensive e allevamento zootecnico

PARCO AGRIVOLTAICO

Potenza fotovoltaica: 52,99 MWp

Sistema di accumulo (BESS): 16 MW

Superficie totale: ~88 ha

USO DEL SUOLO

Superficie agricola mantenuta: ~80%

Coltivazioni principali: erba medica | prati polifiti

Allevamento: ~200 ovini di razza Appenninica

BENEFICI AMBIENTALI

Coltivazioni in asciutta e conseguente riduzione del prelievo idrico

Miglioramento del microclima del suolo

Diversificazione delle attività agricole e rafforzamento dell'attività aziendale

Produzione rinnovabile con riduzione emissioni di CO₂

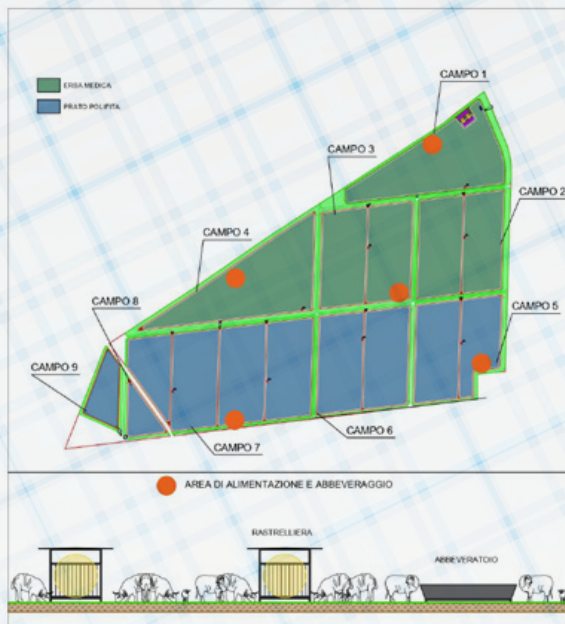


Figura dettaglio dell'attività zootecnica

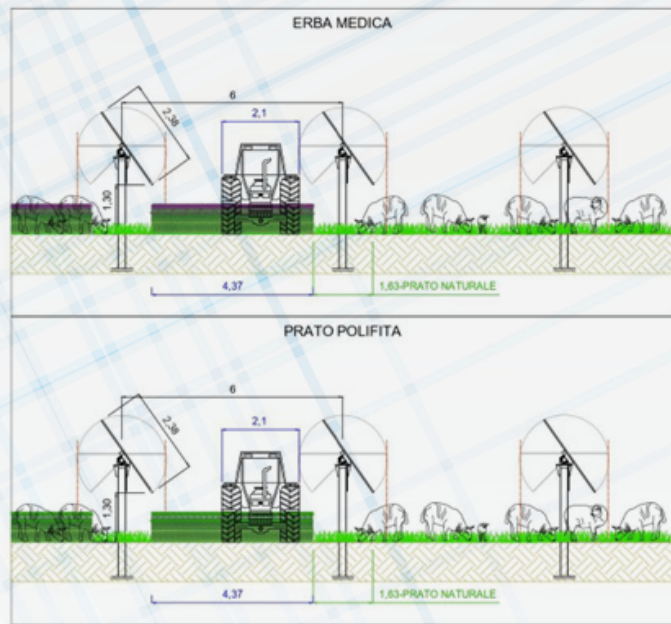


Figura rappresentazione del prospetto frontale degli impianti di erba medica e prato polifita

Figura riportante il layout dell'impianto agrivoltaico avanzato dell'Azienda Agricola Tenuta San Carlo

Agrovoltaico avanzato dell'Azienda Agricola Biologica La Selva (Orbetello, GR)

Il progetto di agrovoltaico avanzato realizzato presso l'Azienda Agricola Biologica La Selva, nel Comune di Orbetello, rappresenta un esempio concreto di integrazione tra produzione agricola, tutela ambientale e produzione di energia da fonti rinnovabili. L'intervento, la cui progettazione è cominciata nel 2023 instaurando un dialogo sia con gli Enti locali che regionali, vuole dimostrare come l'agrovoltaico, se correttamente progettato e inserito nel contesto territoriale, possa contribuire alla transizione energetica senza compromettere l'uso agricolo del suolo, anzi riportando in produzione terreni ormai marginali a causa dell'ingresso del cuneo salino e generando al tempo stesso benefici ambientali, economici e sociali.

La Selva è una realtà agricola biologica storica della Maremma toscana, attiva da oltre quarant'anni e certificata secondo i principali standard internazionali del biologico. L'azienda adotta un modello produttivo multifunzionale che integra coltivazioni, allevamento, trasformazione agroalimentare, agriturismo e filiere di qualità, svolgendo un ruolo rilevante in termini occupazionali e di presidio del territorio rurale.

Il progetto è promosso in collaborazione con Naturgy Rinnovabili Italia, società del gruppo Naturgy, operatore energetico con oltre 35 anni di esperienza nello sviluppo delle fonti rinnovabili. Il Gruppo è da molti anni attenta all'attuazione di politiche ESG (Environmental, Social and Governance) orientate alla riduzione degli impatti ambientali, alla responsabilità sociale e al dialogo con i territori.

In questo quadro, l'intervento di Orbetello è stato impostato sin dall'inizio assumendo l'attività agricola

esistente come elemento centrale del progetto, al fine non solo di consentire di coprire i consumi elettrici con energia rinnovabile ma soprattutto, grazie ad un cambio di utilizzo agricolo, di salvaguardare il bosco del Campo Regio.

Il risultato è stato un impianto agrivoltaico avanzato con una potenza complessiva di 18,3 MWp che interessa una superficie di circa 25,7 ettari, di cui oltre il 97% resta destinato all'uso agricolo. Il progetto si concentra su superfici caratterizzate da condizioni pedo-agronomiche marginali, influenzate dalla risalita del cuneo salino, e prevede il mantenimento e il potenziamento del pascolamento ovino biologico e delle colture foraggere condotte in asciutta, riducendo il consumo di risorsa idrica all'interno del Campo Regio, in linea con quanto previsto dal DGR 644/2004.

Un ruolo centrale è svolto dalla collaborazione con SEA TUSCIA, spin-off dell'Università degli Studi della Tuscia, che ha contribuito alla progettazione agronomica, alla scelta delle colture, all'organizzazione del pascolo e alla definizione di un sistema di monitoraggio degli effetti del progetto su suolo, microclima e continuità produttiva agricola. Il contributo scientifico ha consentito di integrare l'impianto energetico in un modello di gestione agricola orientato alla sostenibilità e all'adattamento ai cambiamenti climatici.

L'Az. Agr. LaSelva, Naturgy e la SEA TUSCIA si sono affiancati alla progettazione tecnica e ambientale realizzata dalla società di ingegneria D.R.E.Am. Italia s.c., che dal 1978 svolge attività di progettazione ambientale con grande attenzione nel territorio regionale. Durante le fasi di progettazione si è riusciti così a mettere particolare attenzione su vari dettagli come la riduzione dell'impatto paesaggistico, inserendo arbusti e alberature singole o a piccoli gruppi per mantenere l'effetto spontaneo del paesaggio circostante, misure per la gestione delle acque in modo compatibile con gli ecosistemi locali, in particolare il

bosco del Campo Regio, l'adozione di strutture leggere infisse senza utilizzo di cemento, pannelli anti-riflesso, con il fine sia di evitare disturbi all'avifauna, che di minimizzare l'impatto paesaggistico a lunga distanza. Inoltre, anche a discapito della produzione energetica, si è previsto l'orientamento dei pannelli al fine di rispettare l'attuale reticolo di drenaggio delle acque esistenti e per posizionare le stringhe parallelamente al tracciato ferroviario e stradale limitrofo al progetto, con l'obiettivo di armonizzare il più possibile il progetto con il territorio circostante, mitigando preventivamente l'impatto visivo.

Nel suo insieme, il progetto ha l'ambizione di dimostrare come l'agrovoltaico avanzato del LaSelva, inserito in un contesto naturale come quello del Campo Regio, possa rappresentare uno strumento efficace di integrazione tra politiche energetiche, agricole e ambientali, quando sviluppato attraverso un dialogo strutturato tra impresa, enti locali, mondo agricolo e ricerca, contribuendo a una transizione ecologica attenta alle specificità dei territori.

LOCALIZZAZIONE	Orbetello (GR), Maremma Toscana
	Area agricola pianeggiante, prossima al bosco del Campo Regio
AZIENDA AGRICOLA	La Selva - azienda agricola biologica attiva dal 1980
	Oltre 700 ha di superficie aziendale
	Produzione biologica certificata (ICEA, Naturland, Naturland Fair, NOP USA)
IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO	Potenza installata: 18,3 MWp
	Sistema di accumulo (BESS): 8 MW
	Superficie totale progetto: 25,7 ha
	Superficie agricola mantenuta: 97,5%
	Superficie occupata da infrastrutture: 2,5%
COLTIVAZIONI E ATTIVITÀ:	Pascolo ovino
	Erba medica e prati polifiti
	Allevamento di 200 ovini di razza Appenninica
BENEFICI AMBIENTALI	Coltivazioni condotte in asciutta → riduzione significativa del prelievo idrico
	Produzione energetica per coprire anche il 100% del fabbisogno aziendale
	Riqualificazione del bosco del Campo Regio
	Riduzione delle emissioni di CO₂ grazie a energia rinnovabile e gestione agricola rigenerativa.

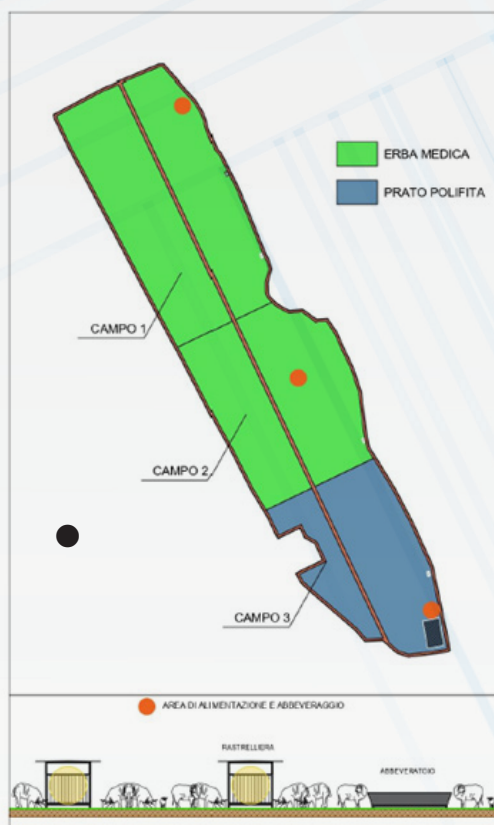


Figura dettaglio dell'attività zootecnica

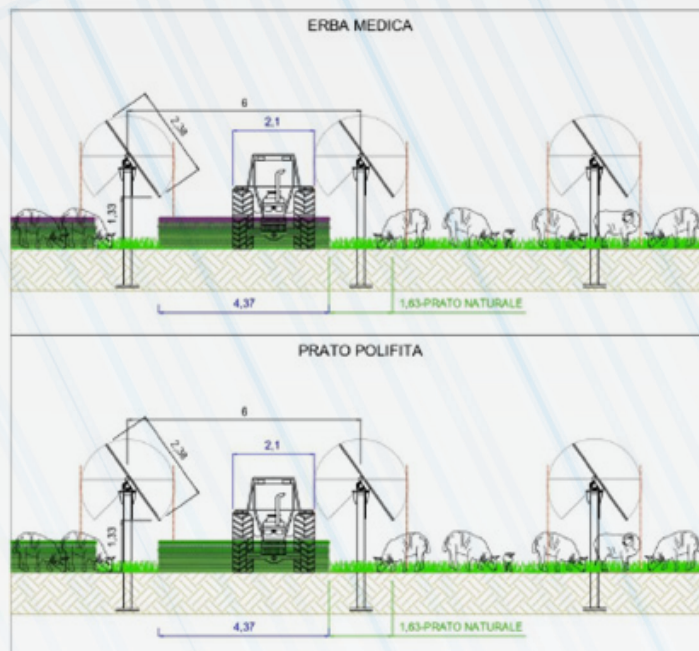


Figura rappresentazione del prospetto frontale degli impianti di erba medica e prato polifita

Figura riportante il layout dell'impianto agrivoltaico avanzato dell'Azienda Agricola Biologica La Selva

Neoen Renewables Italia Srl

Integrazione e sinergia tra attività agricola e fotovoltaica: l'ecologia al centro

Fondata nel 2008, Neoen è tra i principali produttori indipendenti di energia da fonte esclusivamente rinnovabile, con un'esperienza comprovata nella generazione solare, eolica onshore e nello stoccaggio elettrochimico (BESS). Operativa dal 2022 in Italia, Neoen si è posta l'obiettivo di sviluppare e realizzare impianti rinnovabili sull'intero territorio nazionale, sfruttando le proprie competenze tecniche di eccellenza in ogni ambito tecnologico.

Ad oggi, Neoen Renewables Italia Srl presenta all'attivo n.22 progetti di tipo agrivoltaico, per un totale di circa 665 MWp. Di questi, nello specifico, n.6 progetti risultano già autorizzati (circa 60 MWp), n.8 sono in corso di autorizzazione (circa 82 MWp), n.5 sono in fase di Valutazione Ambientale (circa 215 MWp), mentre n.3 sono in stato preliminare con connessione elettrica assicurata (circa 308 MWp).

L'accortezza per i dettagli in ambito agricolo è da sempre una prerogativa di Neoen nello sviluppo di progetti agrivoltaici all'avanguardia, sostenibili e tecnicamente realizzabili. A tal proposito, Neoen Italia si impegna a seguire delle linee guida interne derivanti dall'esperienza globale della Società in ambito agri-

voltaico e da molteplici confronti con esperti del settore. Tra questi criteri, c'è il rispetto di una distanza minima interfilare di almeno 12 metri e la predisposizione di aree perimetrali per permettere in maniera agile il passaggio e la curvatura dei mezzi agricoli. Inoltre, per ciascun progetto agrivoltaico, Neoen si affianca a figure tecniche competenti, come agronomi specializzati, per stabilire un piano agronomico sostenibile e adottare colture adatte al territorio e che permettano di mantenere un'elevata resa agricola. Un altro aspetto che Neoen cerca di implementare in gran parte dei suoi progetti agrivoltaici, è quello di prevedere delle coltivazioni perimetrali tramite piante da frutto, con il duplice obiettivo di accrescere il valore ambientale dell'area e garantire un'efficace mitigazione visiva dell'impianto.

Queste sono solo alcune delle caratteristiche che contraddistinguono la Società da altri operatori del settore.

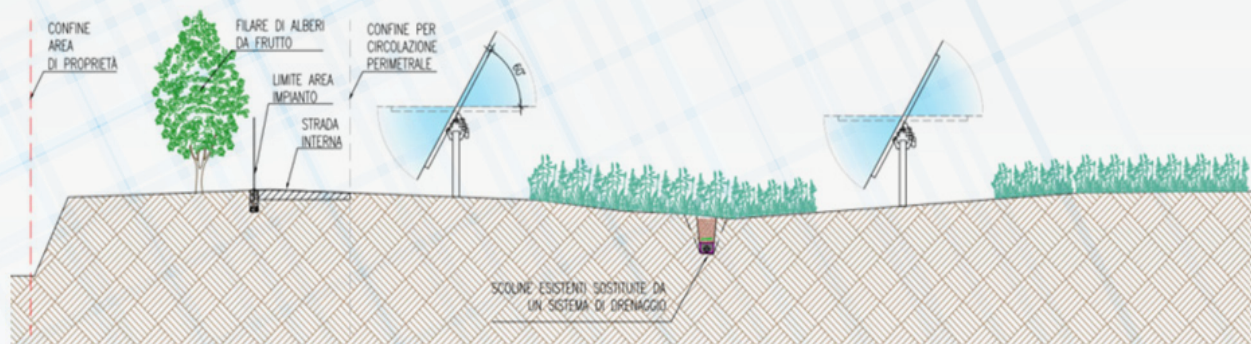


Figura 1 - Schema impianto agrivoltaico Neoen

Il progetto agrivoltaico di Neoen Italia in fase più avanzata, per cui si programma l'inizio della costruzione entro la fine dell'anno 2026, è situato in provincia di Verona. Il progetto, di circa 7 MWp distribuiti su 12,85 Ha seminativi, prevede una coltivazione interfilare di erba medica per i primi 5 anni. A seguire, sono previste colture di frumento tenero, pisello proteico, pomodoro da industria, sovescio a base di rafano e senape (per disinfettare la terra dal pomodoro che può portare patogeni ed impoverire il suolo), pisello proteico nuovamente (leguminosa per arricchire il terreno dopo il pomodoro), loietto da seme, per poi tornare ad un nuovo ciclo di medica quinquennale. Oltre ad un piano colturale dettagliato, la progettazione dell'impianto dispone l'integrazione di un sistema idrico migliorativo caratterizzato dal posizionamento di linee di drenaggio sotterranee che consentiranno un più efficiente scolo delle acque sotto i trackers. Nel caso in esame, per la mitigazione e coltivazione perimetrale si prevede la messa a dimora di susine Stanley.

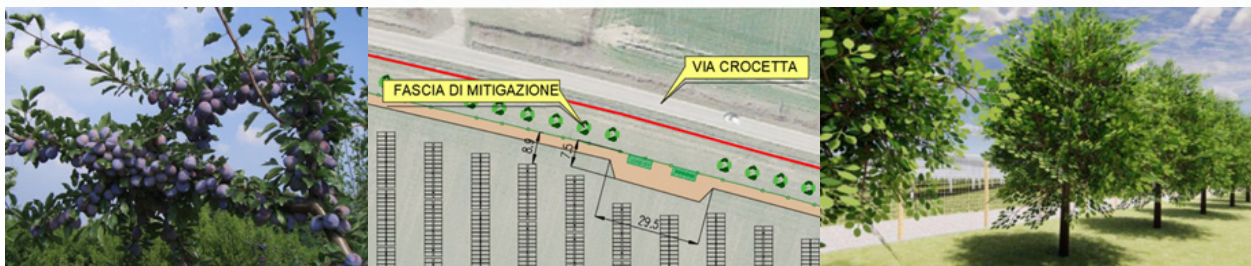


Figura 2 - Misure di mitigazioni area di progetto

La forte capacità di adattamento e di integrazione di Neoen viene confermata anche nella scelta di soluzioni particolari ed innovative, pensate e progettate in base alle esigenze agricolo-territoriali specifiche. Per esempio, per un progetto in provincia di Udine, si sta studiando la sperimentazione di due filari di viti tra le file dei pannelli; mentre per un altro progetto in provincia di Pavia, si sta considerando l'implementazione di coltivazione di riso tramite subirrigazione a goccia.

I progetti agrivoltaici proposti da Neoen mirano ad una innovativa integrazione tra la produzione agricola e quella fotovoltaica: l'attività agricola risulta ottimizzata sotto il profilo agronomico e produttivo, e l'attività fotovoltaica è rispettosamente inserita nel contesto rurale, con grande riguardo per gli aspetti ambientali ed ecologici connessi. Forte di questa visione, Neoen sviluppa, realizza e gestisce direttamente tutti i suoi progetti, con l'obiettivo di generare valore sostenibile nel tempo e instaurare relazioni a lungo termine con le comunità locali e i partner coinvolti.

Studio Architettura Consolini

Un percorso di equilibrio tra produzione agricola, tutela del paesaggio e degli ecosistemi

Nel percorso di definizione di modelli agrivoltaici credibili e replicabili, la qualità progettuale rappresenta uno degli elementi decisivi. Non si tratta soltanto di collocare impianti energetici in contesti agricoli, ma di costruire un equilibrio reale tra produzione, paesaggio ed ecosistemi. L'esperienza dello Studio di Architettura Consolini si inserisce in questa prospettiva, proponendo un approccio in cui l'agrivoltaico nasce come esito di un processo progettuale evolutivo, capace di integrare competenze energetiche, urbanistiche e ambientali.

Attivo nella progettazione di impianti da fonti rinnovabili – dal solare all'idroelettrico fino al biogas – lo studio ha sviluppato negli anni una serie di interventi che testimoniano la crescente centralità dell'agrivoltaico come strumento di mediazione tra esigenze energetiche e tutela del territorio. Tra questi, il progetto di Piombino, in località Bocca di Cornia, rappresenta un caso particolarmente significativo per comprendere come un impianto fotovoltaico possa trasformarsi, nel corso dell'iter autorizzativo e grazie al confronto con il territorio, in un sistema integrato agro-ambientale.

Nato inizialmente come impianto fotovoltaico tradizionale, il progetto è stato progressivamente ripensato introducendo attività agricole e misure ecologiche avanzate, anche grazie al contributo di interlocutori locali e del mondo associativo. Questo passaggio segna un elemento chiave: l'agrivoltaico non come punto di partenza ideologico, ma come approdo di un processo di ascolto e adattamento. Su circa 60 ettari e con una potenza prossima ai 34 MW, l'intervento si configura oggi come un prototipo in cui produzione energetica, coltivazioni e tutela della biodiversità convivono.

Particolare attenzione è stata riservata agli aspetti ambientali. La prossimità con l'oasi del Bottagone ha imposto una progettazione attenta alla salvaguardia dell'avifauna, con l'inserimento di strutture per la

nidificazione all'interno dell'area e la realizzazione di un laghetto con funzione sia idraulica, come bacino di laminazione, sia ecologica, per favorire habitat umidi. A ciò si aggiungono interventi mirati alla tutela degli impollinatori, come la creazione di apiari e la messa a dimora di essenze mellifere, e una progettazione delle recinzioni che consente il passaggio della piccola fauna lungo corridoi ecologici, evitando la frammentazione degli habitat.

Il progetto si distingue anche per una forte componente agronomica e paesaggistica. Le fasce di mitigazione sono pensate non come semplice schermatura visiva, ma come infrastrutture verdi complesse, composte da specie tipiche della macchia mediterranea e da colture produttive: olivo, melograno, pesco, melo, oltre a essenze arbustive come mirto, corbezzolo, alloro e biancospino. Una scelta che contribuisce a rafforzare la biodiversità, migliorare la qualità del suolo e restituire continuità ecologica al paesaggio.

Accanto a questo intervento, il progetto di Manciano, in località Montauto, introduce un ulteriore elemento di riflessione: l'integrazione tra impianti fotovoltaici e attività agropastorali. Su un'area di oltre 100 ettari, caratterizzata da una produttività agricola limitata, l'agrivoltaico viene utilizzato come leva per rafforzare e rilanciare un allevamento ovino storico del territorio. In questo caso, l'impianto – con una potenza prevista di circa 85 MW associata a sistemi di accumulo – è progettato per convivere con il pascolo, garantendo ombreggiamento, protezione dagli eventi climatici e miglioramento delle condizioni di benessere animale.

Il modello proposto evidenzia alcuni vantaggi rilevanti: la riduzione dei costi di manutenzione del verde grazie al pascolo naturale, la diminuzione dell'uso di mezzi meccanici e combustibili fossili, e una maggiore resilienza economica dell'azienda agricola, che integra il reddito tradizionale con quello energetico. Allo stesso tempo, vengono introdotte migliorie strutturali – recinzioni, punti di abbeverata, ricoveri – che rafforzano la qualità complessiva dell'attività pastorale.

Queste esperienze mettono in luce un aspetto cruciale: l'agrivoltaico funziona quando è progettato come sistema e non come sovrapposizione. La disposizione dei pannelli, le distanze tra le file, l'inclinazione, le opere di mitigazione e le scelte colturali diventano elementi di un unico disegno, in cui ogni componente contribuisce all'equilibrio complessivo.

In questa direzione, il contributo della progettazione assume un valore strategico anche per le politiche pubbliche. La definizione di criteri qualitativi, linee guida e strumenti di valutazione capaci di distinguere tra interventi realmente integrati e operazioni meramente speculative diventa una priorità. L'esperienza dello Studio Consolini dimostra che è possibile costruire impianti energetici che non sottraggono territorio, ma lo reinterpretano, rafforzandone le funzioni ecologiche e produttive.

L'agrivoltaico, in questa prospettiva, non è una soluzione automatica, ma un campo di sperimentazione che richiede competenze, visione e responsabilità. Solo attraverso una progettazione attenta e condivisa sarà possibile trasformarlo in uno degli strumenti più efficaci per accompagnare la transizione ecologica senza compromettere il valore dei paesaggi e delle economie agricole.

11. CONCLUSIONI – COLTIVARE ENERGIA, PRODURRE FUTURO

Le sfide che abbiamo di fronte non consentono più esitazioni né soluzioni parziali. La crisi climatica, l'instabilità dei mercati energetici, i conflitti in corso, il progressivo consumo di suolo e la fragilità crescente dei sistemi agricoli impongono un cambio di paradigma netto. Non è più tempo di contrapporre interessi o settori: produzione alimentare, tutela degli ecosistemi e generazione di energia devono essere pensate come parti di un'unica strategia. In questo quadro, l'agrivoltaico emerge non come una semplice opzione tecnologica, ma come una delle leve più avanzate per guidare una trasformazione profonda e necessaria.

Coltivare energia e produrre futuro significa innanzitutto affermare una visione politica che riconosce il valore multifunzionale del suolo agricolo. Non più solo spazio produttivo, ma infrastruttura strategica per la transizione ecologica, capace di generare energia rinnovabile senza rinunciare alla sua vocazione primaria. È una scelta che rompe una dicotomia ormai superata e che richiede responsabilità: perché l'agrivoltaico resti ancorato alla sua funzione originaria di integrazione virtuosa tra agricoltura ed energia.

Per questo, la qualità dei progetti deve essere il primo criterio guida. Occorre promuovere progetti capaci di migliorare la produttività agricola, ottimizzare l'uso dell'acqua, ridurre l'esposizione a eventi climatici estremi e favorire la biodiversità. È su queste esperienze che occorre costruire politiche pubbliche coerenti, premiando l'innovazione vera ed incoraggiando modelli che pongano al centro il protagonismo ed il ruolo essenziale della componente agricola

Serve, dunque, una governance solida e lungimirante. Pianificazione territoriale, strumenti normativi chiari e omogenei, criteri stringenti di monitoraggio e valutazione devono accompagnare lo sviluppo dell'agrivoltaico. Allo stesso tempo, è indispensabile **semplificare** e rendere più efficienti i processi autorizzativi, evitando che la complessità burocratica diventi un freno alla diffusione delle soluzioni migliori. La sfida è trovare un equilibrio tra velocità e qualità, tra urgenza della transizione e supporto reale al settore primario. Un ruolo centrale deve essere riconosciuto alle comunità locali e al mondo agricolo. Senza il loro coinvolgimento attivo, nessuna transizione sarà davvero sostenibile. L'agrivoltaico può rappresentare un'opportunità concreta di integrazione del reddito per le aziende agricole, di innovazione tecnologica per il sistema rurale, di rilancio delle aree interne e di creazione di nuove filiere occupazionali. In numerosi casi può inoltre favorire modelli agroecologici sia riducendo gli impatti negativi dal punto di vista ambientale, che aumentando le aree ad alta biodiversità in ambito rurale. Ma questo richiede modelli partecipativi e trasparenza nei processi decisionali. Non si tratta solo di installare impianti, ma di costruire alleanze territoriali capaci di generare valore condiviso e di creare opportunità straordinarie di sviluppo per le aree rurali.

L'Italia, per caratteristiche climatiche, competenze agricole e capacità industriali, ha tutte le carte in regola per diventare un punto di riferimento europeo in questo ambito. Può farlo valorizzando le proprie eccellenze, investendo in ricerca e sperimentazione, e definendo **standard elevati** che orientino il mercato

verso soluzioni sostenibili e replicabili. Ma il tempo è una variabile decisiva: ritardi negli iter autorizzativi incertezze normative o approcci disomogenei rischiano di compromettere un potenziale straordinario.

In definitiva, l'agrivoltaico rappresenta molto più di una tecnologia emergente: è un banco di prova per la credibilità delle politiche di transizione ecologica. Misura la capacità delle istituzioni di guidare il cambiamento, di coniugare interessi diversi e di mettere al centro il bene comune e la necessità urgente di un sistema di approvvigionamento energetico che riesca a fare a meno delle fonti fossili Scegliere di investire in un agrivoltaico di qualità significa scommettere su un modello di sviluppo che trasforma in modo positivo e lungimirante il paesaggio anziché distruggerlo, che rigenera, anziché consumare; che integra, anziché escludere; che guarda al lungo periodo, anziché inseguire vantaggi immediati,

Coltivare energia e produrre futuro, allora, diventa un **impegno concreto**. Un orizzonte che chiama in causa responsabilità pubbliche e private, visione strategica e coerenza nelle scelte. Perché la transizione ecologica non è un passaggio automatico, ma una costruzione collettiva. E l'agrivoltaico, se ben governato e fatto bene, può esserne uno dei pilastri più solidi e promettenti sia per il settore delle energie rinnovabili che per quello agricolo.



LEGAMBIENTE

D O S S I E R

L'AGRIVOLTAICO in ITALIA

2 0 2 6

Il dossier è realizzato con il contributo di



Sito web: **agricoltura.legambiente.it**

Mail: agricoltura@legambiente.it

 Legambiente Agricoltura

 [legambienteagricoltura](https://www.instagram.com/legambienteagricoltura)