

# Agrivoltaico dalla A alla Z

Incontro organizzato da APE FVG – Agenzia per l'energia del Friuli Venezia Giulia e finanziato dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia nell'ambito della programmazione SISSAR 2024 (Sistema integrato dei servizi di sviluppo agricolo e rurale), sezione B - Consulenza e assistenza specialistica altamente qualificata per specifici settori produttivi

# Agrivoltaico dalla A alla Z

AKREN GROUP

SISSAR 10/10/2024



Gabriele Chiodini

# INTRODUZIONE



# PERCHÉ UN GREEN DEAL EUROPEO?



- Il **93%** degli europei considera i cambiamenti climatici un grave problema;
- Il **93%** degli europei ha compiuto almeno un'azione contro i cambiamenti climatici;
- Il **79%** ritiene che l'azione contro i cambiamenti climatici creerà innovazione.

Fonte: Commissione europea

# GREEN DEAL = RIFORMA VERDE



Deriva dalla volontà dei cittadini europei di un'azione politica **concreta** in materia di cambiamenti climatici.



## Principi fondamentali:

- **neutralità climatica** dell'unione europea entro il 2050;
- **ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>** ed eliminare dall'atmosfera quella presente;
- sviluppare un' **economia circolare** fondata sull'utilizzo di **fonti rinnovabili**;
- transizione verde ed **equa**, che non lascia indietro nessuno.

# Il Green Deal europeo: le politiche



1. **Energia pulita:** la produzione e l'uso di energia rappresentano oltre il 75% delle emissioni di gas a effetto serra dell'UE;
2. **Industria sostenibile:** promozione dell'utilizzo di materiali riciclati nell'ottica di un'economia pulita;
3. **Costruire e ristrutturare** in un'ottica di maggiore sostenibilità ambientale;
4. **Mobilità sostenibile**, sia pubblica che privata;
5. Maggiore tutela per **biodiversità, foreste, oceani**;
6. **Strategia “dal produttore al consumatore”**;
7. **Eliminazione dell'inquinamento.**

# 1) Energia Pulita

- Maggiore **efficienza energetica** e sviluppo del settore energetico basato sulle **fonti rinnovabili**;
- **Approvvigionamento energetico** dell'UE a prezzi accessibili;
- **Collegare/integrare** più efficacemente alla rete le fonti di energia rinnovabili;
- Aumentare l'efficienza energetica e la **progettazione ecocompatibile** dei prodotti;
- Promuovere le **tecnologie innovative** e l'infrastruttura energetica moderna.



# Italia: Piano per la Transizione Ecologica (PTE)

- Risponde alla sfida che l'Unione Europea con il Green Deal ha lanciato al mondo:
  - assicurare una crescita che preservi salute, sostenibilità e prosperità del pianeta, attraverso l'implementazione di una serie di misure sociali, ambientali, economiche e politiche, aventi come obiettivi, in linea con la politica comunitaria, la neutralità climatica, l'azzeramento dell'inquinamento, l'adattamento ai cambiamenti climatici, il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, la transizione verso l'economia circolare e la bioeconomia.
- le tematiche delineate e trattate nel Piano sono suddivise in:
  - Decarbonizzazione;
  - Mobilità sostenibile;
  - Miglioramento della qualità dell'aria;
  - Contrasto al consumo di suolo e al dissesto idrogeologico;
  - Miglioramento delle risorse idriche e delle relative infrastrutture;
  - Ripristino e rafforzamento della biodiversità;
  - Tutela del mare;
  - Promozione dell'economia circolare, della bioeconomia e dell'agricoltura sostenibile.
- **Decarbonizzazione: apporto delle rinnovabili alla generazione elettrica dovrà raggiungere almeno il 72% al 2030, fino a sfiorare livelli prossimi al 95-100% nel 2050.**



# Gli alti paesi – qualche numero

- Germania:

- Il German Ministries of Economics and Climate Protection (BMWK), Environment (BMUV) and Agriculture (BMEL): **200 GWp attraverso l'agrivoltaico e correlati.**



- Cina:

- nel 2023 si prevede di installare 120 GWp di nuova potenza solare (totale), portando la capacità nazionale oltre i 510 GWp.
- realizzato un impianto agrivoltaico nel 2023 da 700 MWp



- Italia:

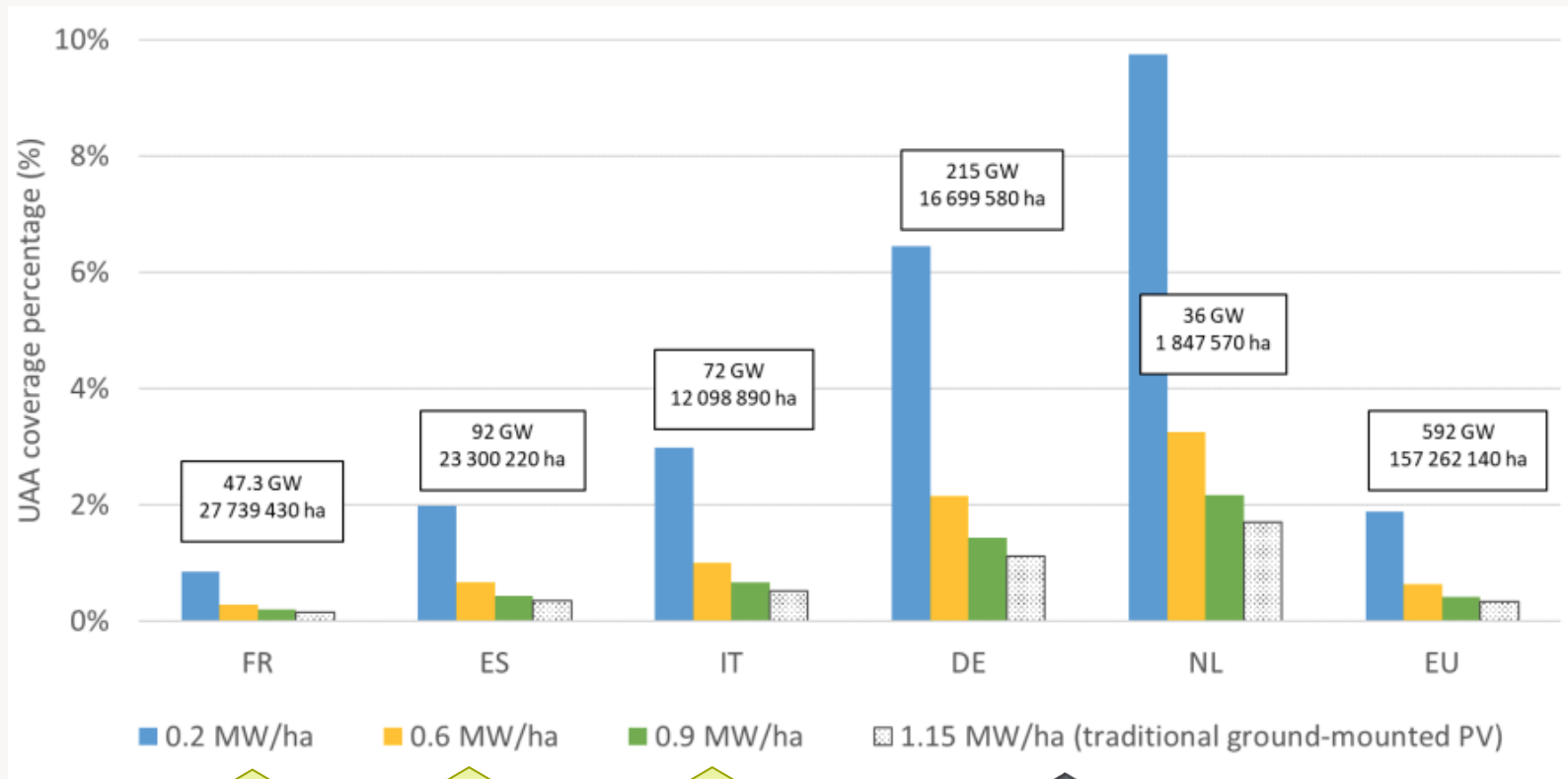
- 1,04 GWp finanziato con il PNRR;
- ne servono 50 al 2030; 70 al 2050.



# Potenzialità dell'agrivoltaico

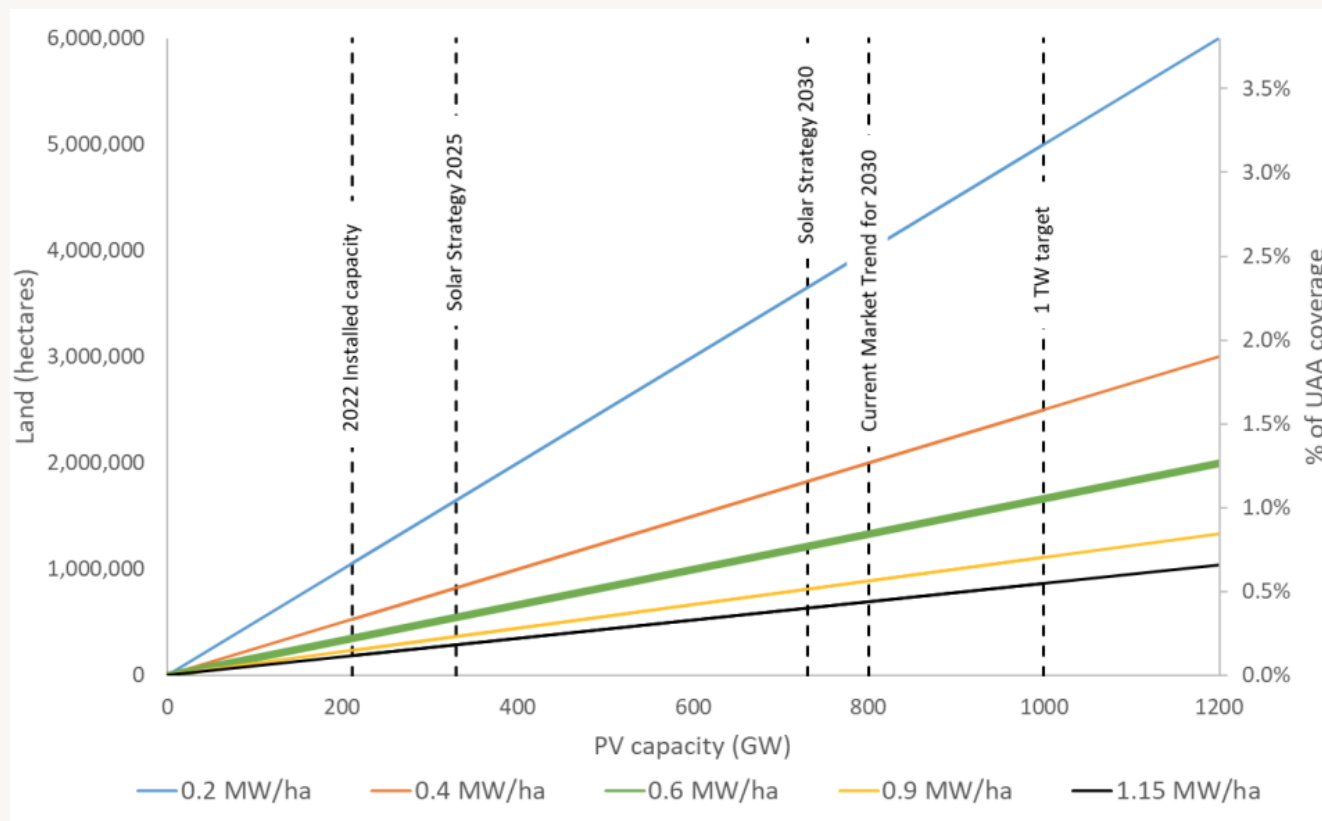
- Utilizzare solo l'1% della superficie agricola utilizzata (SAU) europea permette di installare 1TW di capacità:
  - l'obiettivo del fotovoltaico è di installare 450 GWp tra il 2021 e il 2030 (quattro volte la capacità attuale);
  - Il 50% di questa capacità è attesa dai sistemi installati in area agricola;
  - È sufficiente occupare solo lo 0,6% della SAU europea per raggiungere gli obiettivi al 2030 (attualmente il 2,4% della SAU è destinato a produrre energia).
- Contribuisce a diverse politiche della Commissione relative a due ambiti molto diversi ma ugualmente importanti ed impegnativi: l'energia e l'agricoltura.
- Sono necessarie strategie di trasformazione in agricoltura per affrontare le sfide globali urgenti legate alla produzione energetica e alimentare, rafforzando al tempo stesso le risorse naturali e l'ambiente.
- L'agrivoltaico (AV) è emerso negli ultimi anni come una soluzione a questa sfida fondamentale di miglioramento della sicurezza energetica e alimentare.
- L'agrivoltaico permette di produrre energia in campo che può essere direttamente impiegata nei processi produttivi agricoli, contribuendo a ridurre gli impatti della produzione primaria (elettrificazione dell'agricoltura).
- L'agrivoltaico può aumentare la produttività e la redditività delle aziende, offrendo una valida opportunità per la diversificazione del reddito.

# Impatto del fotovoltaico (2)



Source: JRC 2023

# Impatto del fotovoltaico (1)



Source: JRC 2023

# Farm to fork



COMMISSIONE  
EUROPEA

Bruxelles, 20.5.2020  
COM(2020) 381 final

**COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO,  
AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E  
AL COMITATO DELLE REGIONI**

**Una strategia "Dal produttore al consumatore"  
per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente**

# Dal produttore al consumatore (1)

- La strategia “dal produttore al consumatore” mirerà a stimolare un **consumo alimentare sostenibile** e promuovere alimenti sani a prezzi accessibili per tutti:
  - Alimentazione **sana e sostenibile**;
  - **Riduzione degli sprechi alimentari**;
  - Supporto degli **strumenti digitali**;
  - Maggiori informazioni sulla **provenienza, valore nutritivo e impronta ambientale** degli alimenti.



garantire che i cittadini europei abbiano prodotti alimentari sostenibili a costi contenuti



far fronte ai cambiamenti climatici



proteggere l'ambiente



preservare la biodiversità



potenziare l'agricoltura biologica

# Dal produttore al consumatore (2)

- Gli Stati Membri, tramite i Piani Strategici, dovranno incentivare le pratiche agricole più sostenibili, specialmente l'**agricoltura biologica**;
- La Commissione vuole aumentare le superfici coltivate ad **agricoltura biologica**, metodo di produzione sostenibile ed essenziale per ridurre l'impatto ambientale dell'agricoltura.



# I numeri della strategia



- **Ridurre del 50% l'uso di pesticidi chimici entro il 2030**
- **Ridurre del 50% l'uso di pesticidi più pericolosi entro il 2030**



- **Ridurre almeno del 50% le perdite di nutrienti**
- **Ridurre almeno del 20% l'uso di fertilizzanti entro il 2030**



- **Ridurre del 50% le vendite di sostanze antimicrobiche**

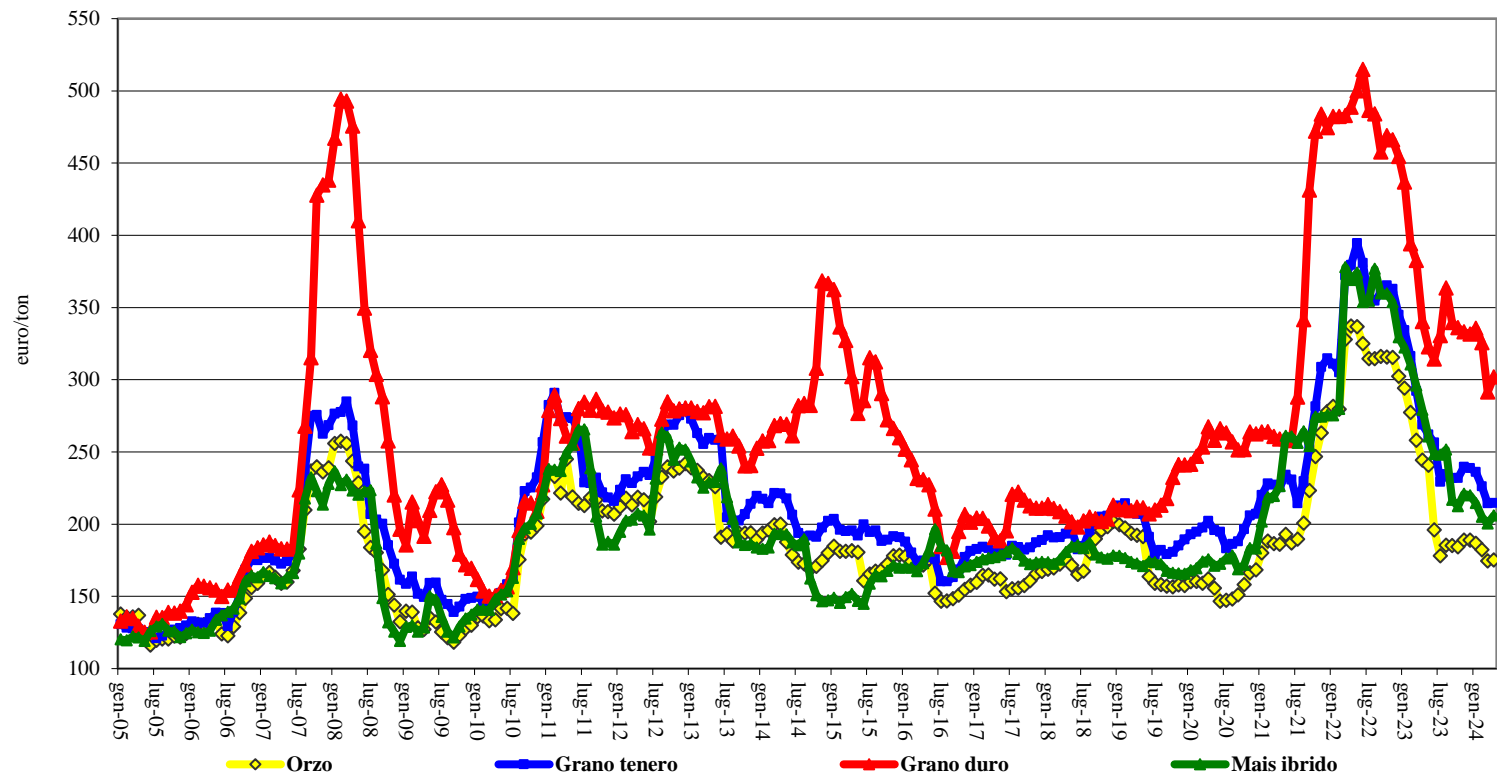


- **Il 25% del totale dei terreni agricoli dovrà essere dedicato all'agricoltura biologica entro il 2030**



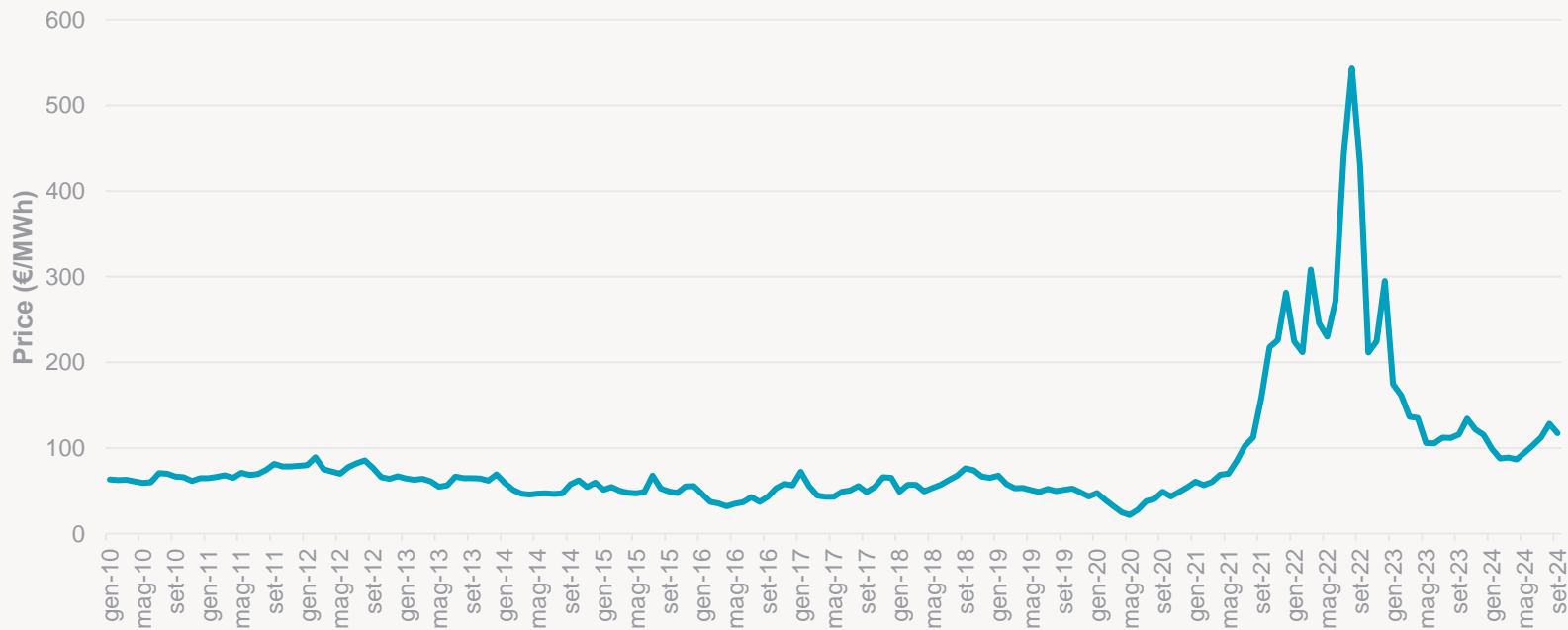
# PERCHÉ PRODURRE ENERGIA IN AGRICOLTURA?

# Prezzi materie prime agricole



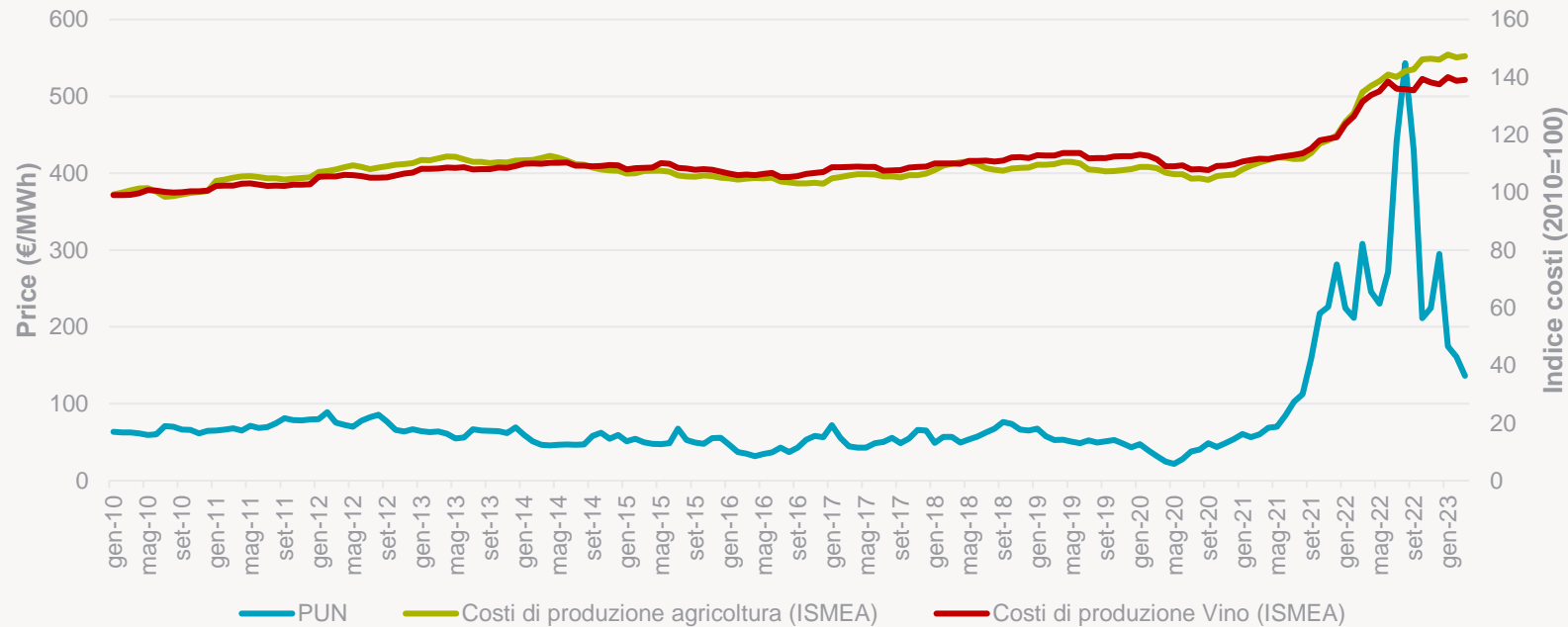
# Energia Elettrica - PUN

Costo o opportunità?

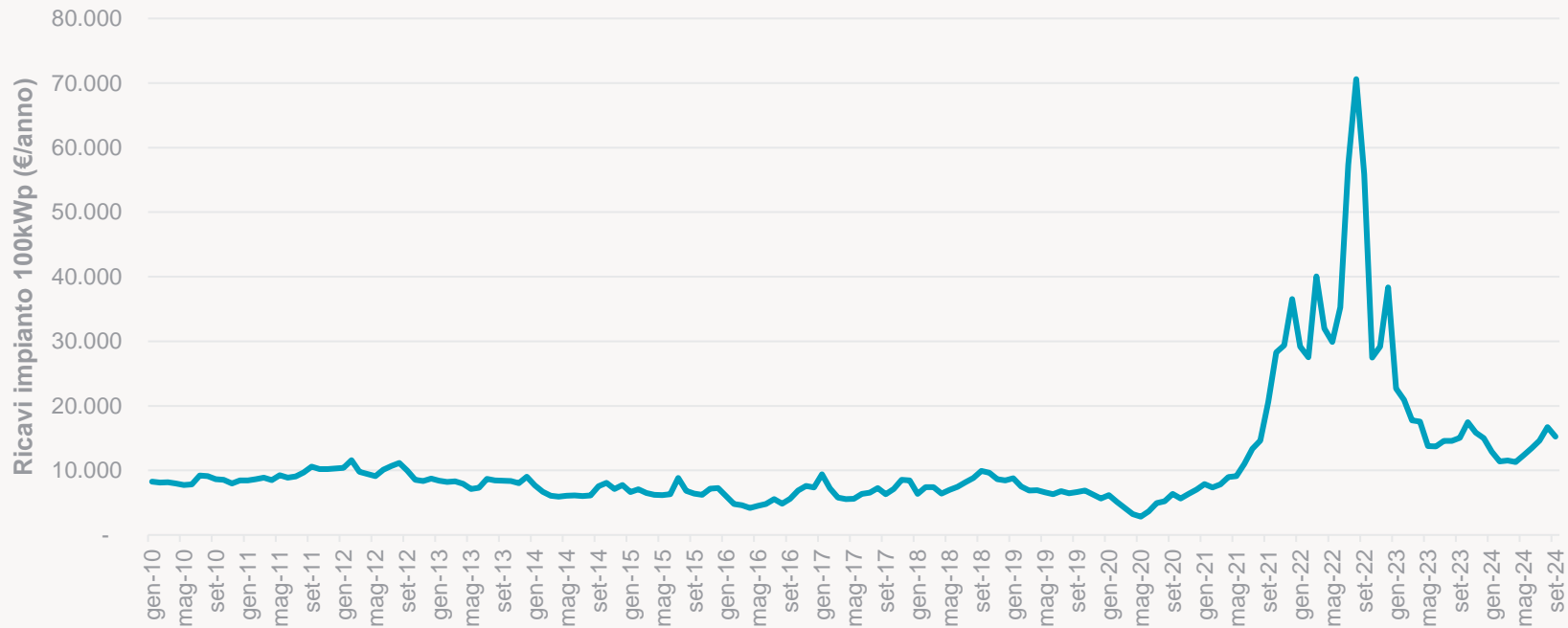


Fonte: GME

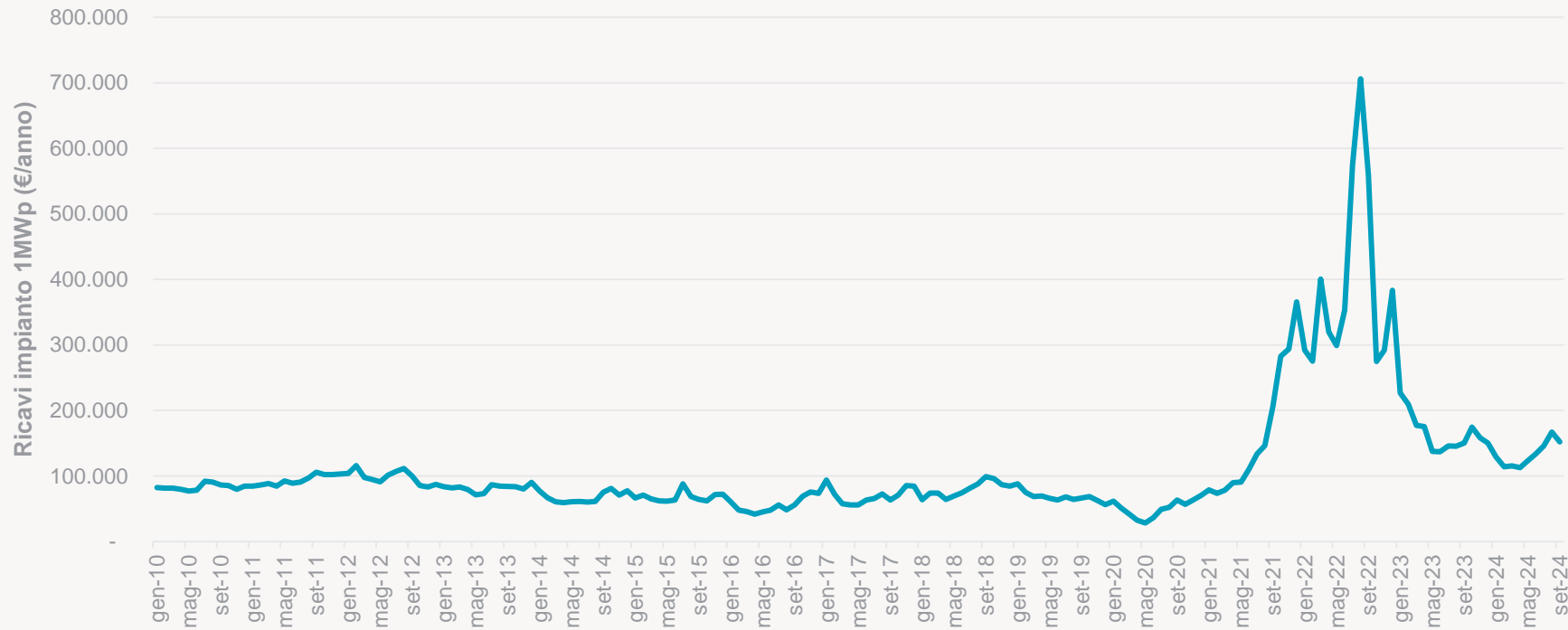
# Costo



# Opportunità



# Opportunità



Gabriele Chiodini

# **AGRIVOLTAICO: DEFINIZIONE**

# L'agrivoltaico: cosa è?

- L'Agrioltaico è una tecnologia ibrida che, in una logica consociativa e simbiotica, di gestire ed ottimizzare la produzione agricola ed energetica nello stesso sito;
- è un sistema complesso che combina la produzione agricola ed energetica nello stesso spazio enfatizzando il doppio uso del suolo;
- attraverso tale innovazione si riesce a ottimizzare l'utilizzo della terra e, se **adeguatamente progettata**, ad ottenere un vantaggio per entrambe le dimensioni che la compongono;
- Incarna in pieno il concetto di **intensificazione sostenibile** dell'agricoltura, alla base di tutte le politiche di sviluppo del comparto.

A



B



C





# L'agrivoltaico: cosa è?

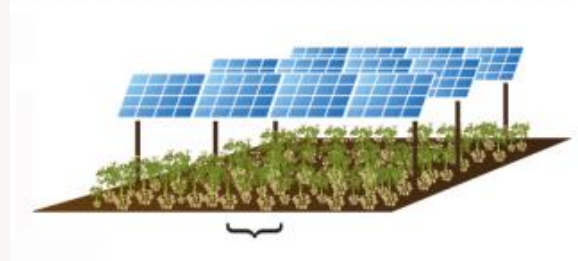
**Fotovoltaico  
+  
Agricoltura**



**100% Patate + 100 % Energia Solare**

---

**Agrivoltaico**



**103 % Patate**

**83 % Energia Solare**



**186% Efficienza nell'uso del suolo**

# Due usi del suolo - 1

- Normalmente fotovoltaico e attività agricole risultano in opposizione: le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa:
  - un eccessivo ombreggiamento sulle piante può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione;
  - le ridotte distanze spaziali tra i moduli e tra i moduli ed il terreno possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in genere in uso in agricoltura;
- una soluzione che privilegi solo una delle due componenti - fotovoltaico o agricoltura - è passibile di presentare effetti negativi sull'altra;
- è importante progettare adeguatamente il sistema, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica;
- un impianto agrivoltaico, rispetto agli impianti fotovoltaico a terra, presenta dunque una maggiore variabilità:
  - **nella distribuzione in pianta dei moduli;**
  - **nell'altezza dei moduli da terra;**
  - **nei sistemi di supporto dei moduli;**
  - **nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola realizzata.**

## Due usi del suolo - 2

- Un impianto agrivoltaico, rispetto agli impianti fotovoltaico a terra, presenta dunque una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola realizzata.
- Nei contesti caldi e asciutti, la copertura offerta dai pannelli permette di ridurre l'evapotraspirazione e il consumo di acqua:
  - la temperatura e la disponibilità di acqua sono il principale fattore limitante allo sviluppo dell'agrivoltaico;
  - la disponibilità di luce diventa un fattore limitante per le colture solo se si sta al di sotto del punto di saturazione luminosa della coltura.
- Le applicazioni con l'orticoltura sono più immediate, ma è necessario adottare questa tecnologia anche nell'ambito delle colture estensive per garantire una maggior copertura del territorio.

# Normativa

## Decreto-legge del 24/01/2012 n. 1 - Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività

Art. 65 Impianti fotovoltaici in ambito agricolo in vigore dal 29/04/2022 così come modificato dal Decreto-legge del 01/03/2022 n. 17 Articolo 11

1-quater: il comma 1 non si applica agli impianti agrovoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con **montaggio dei moduli elevati da terra**, anche **prevedendo la rotazione** dei moduli stessi, comunque in modo da **non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola** e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione.

1-quinquies: l'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1-quater e' inoltre subordinato alla contestuale **realizzazione di sistemi di monitoraggio**, da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei servizi energetici (GSE), entro trenta giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione, che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

# Definizione da linee guida

## Linee guida MISE agrivoltaico 2022

REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da **consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi**

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da **garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale**

REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico **adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra**, volte a **ottimizzare le prestazioni** del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli

REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è **dotato di un sistema di monitoraggio** che consenta di **verificare l'impatto sulle colture**, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate

REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un **sistema di monitoraggio** che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di **verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici**

Agrivoltaico

Agrivoltaico avanzato

PNRR

# Definizione norma CEI-PAS

**Norma CEI PAS 82-93 2° edizione del dicembre 2023 che supera quella del gennaio 2023.**

Differenze relative alla difficoltà di fissare criteri rigidi circa l'altezza da terra degli impianti nonché la determinazione delle porzioni non coltivabili derivanti dalla presenza delle strutture agrivoltaiche (0,5 m per sicurezza) . Tali parametri sono variabili e dipendenti dal tipo (e dall'altezza della coltura, 20 cm di franco minimo) e, ovviamente, della rotazione colturale.

La norma risulta così più allineata alla tedesca DIN SPEC 91424.

Maurizio Comodi

# **PROGETTARE UN AGRIVOLTAICO ITER BUROCRATICO E TECNICO**

# Autorizzazione impianti / leggi di riferimento

Le procedure amministrative di autorizzazione degli impianti da fonti rinnovabili trovano disciplina nei decreti adottati in attuazione delle direttive dell'Unione europea in materia:

- il **decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387**, di attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;
- il **decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28**, recante attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, di modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- Il **decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199**, di attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.



# Autorizzazione impianti / tipologie di iter autorizzativo

Si ricorda, inoltre, che l'articolo 26, comma 4 della legge sulla concorrenza 2021 (legge n. 118/2022) ha **delegato il Governo ad adottare entro il 27 dicembre 2023 decreti legislativi di riordino e semplificazione della normativa in materia di fonti rinnovabili**. Le norme di settore che disciplinano le procedure autorizzative per la realizzazione di impianti da fonti rinnovabili rinviano o comunque vanno **interpretate in combinato disposto con le norme generali sul procedimento amministrativo di cui alla legge 7 agosto 1990, n. 241**.

Vengono in particolare rilievo, infine, le norme in materia ambientale e paesaggistica che disciplinano i principali atti di assenso cui talvolta è subordinato il rilascio dell'autorizzazione o comunque la realizzazione dell'impianto da fonti elettriche rinnovabili. Si fa quindi riferimento:

- alle norme ambientali di cui al **decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152** che disciplinano, in particolare, le procedure per la valutazione di impatto ambientale;
- al codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al **decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42** e, in particolare, alle norme sull'autorizzazione paesaggistica di cui all'articolo 146.

È poi l'articolo 4, comma 2 del D.Lgs. n. 28/2011, come modificato dal D.Lgs. n. 199/2021, ad elencare i regimi di autorizzazione per la costruzione e l'esercizio degli impianti a fonti rinnovabili:

- comunicazione relativa alle attività in edilizia libera;
- dichiarazione di inizio lavori asseverata, (DILA);
- procedura abilitativa semplificata, (PAS);
- autorizzazione unica, (AU).

# Fasi del progetto / progetti e opere

1. Analisi di pre-fattibilità urbanistica e ambientale
2. Layout e progetto elettrico preliminare
3. Domanda di connessione alla rete
4. Accettazione del preventivo di connessione
5. Progetto definitivo
6. Iter autorizzativo dell'impianto e delle opere di connessione
7. Costruzione impianto
8. Esercizio, manutenzione e rendicontazione energetica e agronomica

# Inquadramento normativo aree

- dove si possono fare e dove non si possono fare gli impianti:

SI	NO
Vicino autostrade	Vincoli paesaggistici
Vicino stabilimenti produttivi	Vincoli idraulici
Vicino zone industriali, commerciali	A terra, attenzione DL agricoltura
Lontano dai vincoli culturali	A terra: coltivazioni biologiche o di qualità (es. DOP, DOC, IGP)

## Come:

- L.R. FVG 13/05/2024 stabilisce che il progetto degli impianti agrovoltaici deve essere corredato dalla relazione tecnica asseverata da un **agronomo**;
- Agrivoltaico sì, a condizione che siano mantenute le produzioni agroalimentari di qualità o le coltivazioni biologiche

## Pre-fattibilità: come scegliere le aree?

- Individuazione di elementi che possono accelerare l'iter procedurale:
  - Fascia di 300m dalle autostrade;
  - Entro 500m da zone industriali;
  - Entro 500m da stabilimenti produttivi;
- elementi che possono contenere i costi del progetto:
  - presenza/vicinanza della rete elettrica;
  - Terreni adatti all'infissione di strutture;
  - regolarità degli appezzamenti;
  - orientamento appezzamenti;
  - pendenza terreno;
  - Assenza di colture arboree.

# Layout preliminare e definizione potenza

- Una volta validata l'area si procede con il progetto preliminare dell'impianto al fine di calcolare la potenza installabile;
- i parametri che influenzano il disegno e quindi la potenza sono:
  - Orientamento colturale;
  - superficie disponibile;
  - pitch (interasse fra le file);
  - orientamento impianto;
  - tecnologia costruttiva;
  - fabbisogni agronomici;
  - tipologia di connessione.

# Domanda di connessione: tipologie di connessione

- 3 tipologie di connessione:
  - Alta tensione ( $> 6.000$  kW)
  - Media tensione ( $100 < P < 3.000$  kW)
  - Bassa tensione ( $< 100$  kW)

*Nota 1: Privilegiare connessioni interrato e su propri terreni.*

*Nota 2: tra 3 e 6 MW è facoltà del distributore se connettere in MT o AT.*

# Domanda di connessione: iter

- Progetto elettrico preliminare
- Pagamento oneri di istruttoria
- Domanda di connessione (iter 45 gg lav.)
- Ottenimento del preventivo di connessione
- Accettazione del preventivo (acconto 30% dei costi)

# Procedura autorizzativa impianto di produzione

Esempio impianti in DILA: < 1 MW, no vincoli, no richiesta di pareri urbanistici (es. paesaggistici, idraulici, ambientali):

- Progetto definitivo del generatore elettrico
- Richiesta di pareri ai vari enti (es. ENAC, ENAV, MISE, UNIMIG)
- Dichiarazione (DILA ai sensi del D.Lgs. 28/2011) al Comune con tutti gli elaborati progettuali e i pareri ottenuti



# Autorizzazione opere di connessione

**Ipotesi “a”:** opere di connessione autorizzate congiuntamente al procedimento DILA del generatore, vedi slide precedente,

**Ipotesi “b”:** opere di connessione alla rete autorizzate con dichiarazione inizio lavori successiva e realizzata mediante le linee guida MITE del 20/10/2022 valida per:

- Elettrodotti interrati di qualsiasi lunghezza
- Elettrodotti aerei fino a 5 km di lunghezza
- Cabine elettriche accessorie

# Autorizzazione impianti: alcuni temi per le scelte ragionate

Esiste una **funzione di ottimizzazione della dimensione dell'impianto** che consideri:

- **Localizzazione regionale**
- Localizzazione in aree della stessa **cabina primaria** degli stabilimenti
- **Potenza** dell'impianto
- Fattispecie normativa dell'area idonea (es. **solar belt** o distanza dai vincoli)
- **Capienza della rete** del distributore
- Possibilità di aderire alle fattispecie dell'**autoconsumo cablato** a distanza
- Soluzione di connessione alla rete del distributore (semplice o complessa, ovvero con necessità di servitù, passaggi su strade pubbliche)

così da selezionare l'iter amministrativo corretto al fine di soddisfare i bisogni energetici.

Gabriele Chiodini

# TIPOLOGIE DI AGRIVOLTAICO

# Tipologie costruttive e specificità

- Impianti Tracker:
  - Monoassiale, Biassiale;
  - 2P, 1P, 1L...
- Impianti Fissi:
  - a vela;
  - su palo;
  - a capanna.



# Tipi di impianto: verticale



**Impianti agrivoltaici  
verticali.**

*Foto: prof. P. Campana. Malardalens University, Svezia*

# Tipi di impianto - interfilare



**Impianti agrivoltaici  
interfilari**

*Foto: fotoinserimento Akren*

# Tipi di impianto: tracker elevato da terra



**Impianti agrivoltaici tracker monoassiale single-portrait elevato da terra.**

**Tecnologia nodi rigidi in carpenteria metallica.**

*Foto: F. Ceccarini, impianto Sun Agri, Francia*

# Tipi di impianto: tracker elevato da terra



**Impianti agrivoltaici tracker  
monoassiale single-landscape  
elevato da terra**

**Tecnologia funi tirante.**

*Foto: M. Comodi, impianto Valente, Veneto*



# Tipi di impianto: tracker elevato da terra



**Impianti agrivoltaici tracker monoassiale  
single-landscape elevato da terra**

**Tecnologia funi tirante.**

**Particolari della posa inverter di stringa e reti  
antigrandine**

*Foto: M. Comodi, impianto Valente, Veneto*

## Tipi di impianto: tracker biassiale elevato da terra



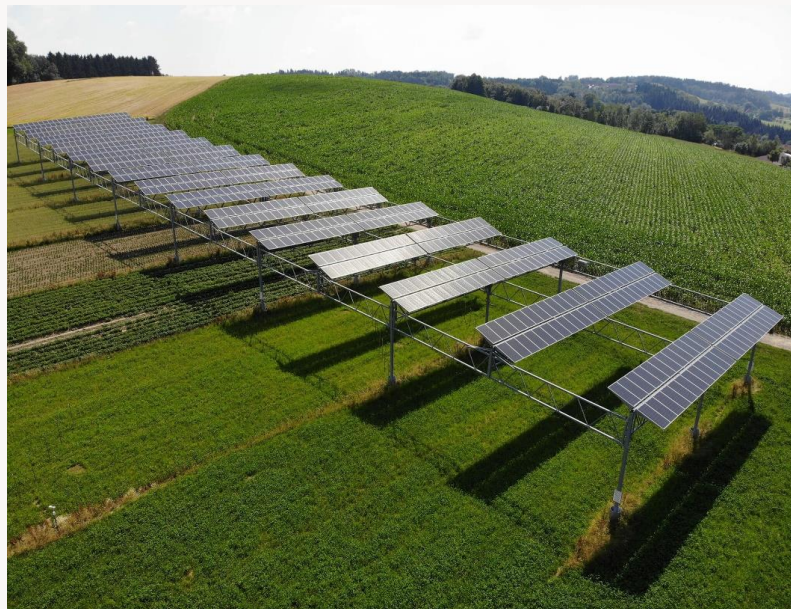
**Impianti agrivoltaici tracker biassiale double-l'portrait elevato da terra**

*Foto: sito internet Rem-Tec*

# Applicazioni su colture estensive



Impianto RemTec



Impianto Heggelbach

# Applicazioni su piccoli frutti



Impianto Babberich



# Applicazioni su vigneto



Impianto Piolenc Sun Agri



# Applicazioni su funghicoltura



Impianto Tome e Kami

APPROFONDIMENTO

Gabriele Chiodini

# LINEE GUIDA IN MATERIA DI AGRIVOLTAICO

# 5 Tipologie di requisiti degli impianti

- REQUISITO A: consente l'**integrazione fra attività agricola e produzione elettrica** e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- REQUISITO B: garantisce la **produzione sinergica di energia elettrica (producibilità elettrica minima)** e prodotti agricoli e non compromettere la **continuità dell'attività agricola** e pastorale nel tempo (resa produttiva e mantenimento/miglioramento indirizzo);
- REQUISITO C: adotta soluzioni integrate innovative con **moduli elevati da terra**, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- REQUISITO D: è dotato di un **sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture**, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- REQUISITO E: è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare il recupero della **fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici**.

**Agrivoltaico  
(accesso  
aree  
agricole)**

**Agrivoltaico  
avanzato  
(tariffa  
incentivante)**

**Sistema  
Agrivoltaico  
(PNRR)**

Linee Guida  
in materia di  
Impianti Agrivoltaici

**3 Tipologie di impianto**



# Requisiti (1)

- Requisito A1: Superficie minima destinata all'attività agricola: la superficie minima destinata all'attività agricola deve essere pari almeno al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico (Stot) [Requisito A.1]:
  - $S_{agricola} \geq 0,7 \cdot Stot$

Nella superficie agricola non rientrano le superfici non destinate all'impianto agrivoltaico (strade impermeabilizzate, laghetti, ecc.)
- Requisito A2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S tot). Il valore è espresso in percentuale; Al fine di non limitare l'aggiunta di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:
  - $LAOR \leq 40\%$

## Requisiti (2)

- Requisito B1
- a) Esistenza e resa della coltivazione:
  - accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni negli anni successivi all'entrata in funzione dell'impianto, tramite la valutazione della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico;
  - monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.
- b) mantenimento dell'indirizzo produttivo:
  - rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale (metodo RICA)

## Requisiti (2)

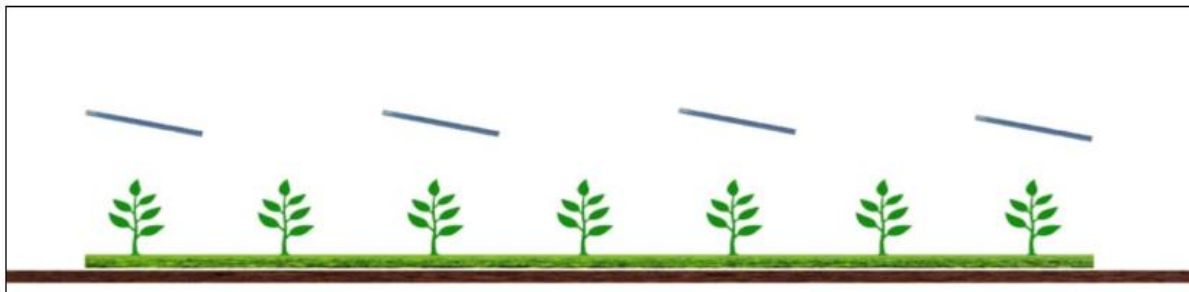
- Requisito B2: Producibilità elettrica minima: La produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico avanzato ( $FV_{agri}$ ) non è inferiore al 60 % della producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento ( $FV_{standard}$ ) [requisito B.2]:
  - $FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$ .

## Requisiti (3)

- Requisito C2: Soluzioni costruttive integrate innovative [requisito C]:
  - 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame) e impianti agrivoltaici che prevedono l'installazione di moduli in posizione verticale fissa;
  - 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

# Requisito C - dettaglio

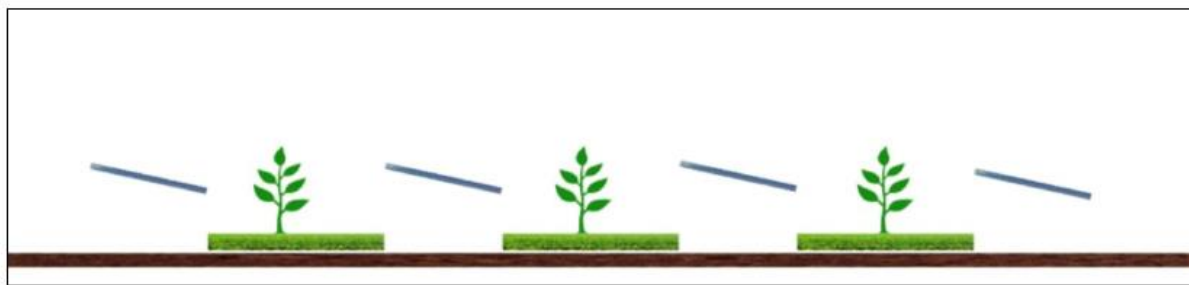
Tipo 1



Requisito C



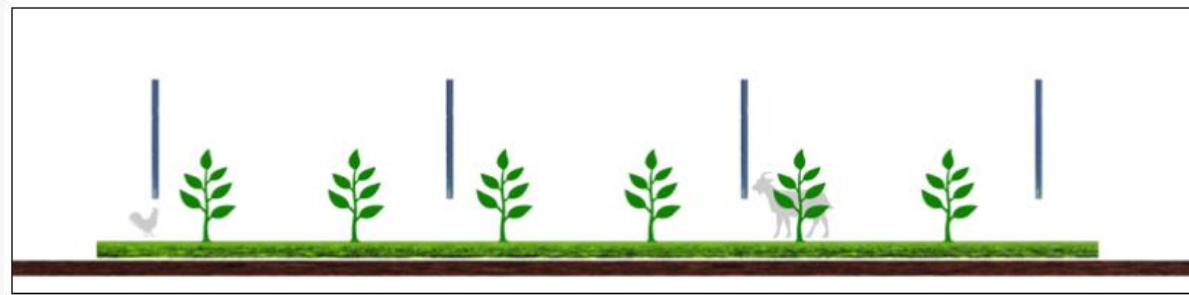
Tipo 2



Requisito C



Tipo 3



Requisito C



## Requisito D

- D.1 – Risparmio idrico: tenere in considerazione se il sistema agrivoltaico prevede specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (recupero acqua per l'irrigazione o monitoraggio dell'evapotraspirazione);
- D.2 – Continuità dell'attività agricola:
  - redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita (piani annuali di coltivazione, alle condizioni di crescita delle piante, tecniche di coltivazione).

# Requisito E

- E.1 - il recupero della fertilità del suolo: recupero terreni non coltivati: ripresa dell'attività agricola su un terreno non utilizzato negli ultimi 5 anni;
- E.2 - il microclima;
  - la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^\circ \text{ C}$ ;
  - la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^\circ \text{ C}$ ;
  - l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
  - la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.
- E.3 - la resilienza ai cambiamenti climatici:
  - in fase di progettazione: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
  - in fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).

ANTICIPAZIONE

Gabriele Chiodini

# BANDO PNRR



# PNRR | Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1

- DM 03/04/2023 riguardante i criteri e le modalità per incentivare la realizzazione, entro il 30 giugno 2026, di sistemi agrivoltaici di **natura sperimentale**
- Obiettivi:
  - diffondere gli impianti agrivoltaici per avere una agricoltura sostenibile e una produzione energetica da fonti rinnovabili
  - **installare 1,04 GWp**
  - **produrre 1.300 GWh/anno**
- Dotazione finanziaria: 1.098.992.050,96 € (investimento 1.1 Sistema agro-voltaico della Missione 2, Componente 2 del PNRR).
- Stato: pubblicato.

# PNRR | Meccanismo di incentivazione

1° modalità < 1MW:

- a) un contributo in conto capitale nella misura massima del **40% dei costi ammissibili**;
- b) una **tariffa incentivante** applicata alla produzione di energia elettrica netta immessa in rete (20 anni).

2° modalità > 1 MW:

- a) un contributo in conto capitale nella misura massima del **40% dei costi ammissibili**;
- b) una **tariffa incentivante (obbligo di riduzione della tariffa minima del 2%)** applicata alla produzione di energia elettrica netta immessa in rete (20 anni).

# PNRR | Tariffa incentivante

Potenza	Tariffa	Costo
	€/MWh	€/MWh
1<P<300	93	1.700
P>300	85	1.500

Zona Geografica	Fattore di correzione
Regioni del Centro (Lazio, Marche, Toscana, Umbria, Abruzzo)	+ 4 €/MWh
Regioni del Nord (Emilia-Romagna, <b>Friuli-Venezia Giulia</b> , Liguria, Lombardia, Piemonte, Trentino-Alto Adige, Valle d'Aosta, Veneto)	+ 10 €/MWh

# PNRR | Spese ammissibili

- a) realizzazione di impianti agrivoltaici avanzati (moduli fotovoltaici, inverter strutture per il montaggio dei moduli, sistemi elettromeccanici di orientamento moduli, componentistica elettrica);
- b) fornitura e posa in opera dei sistemi di accumulo;
- c) attrezzature per il sistema di monitoraggio previsto dalle Linee Guida CREA-GSE, ivi inclusi l'acquisto o l'acquisizione di programmi informativi funzionali alla gestione dell'impianto;
- d) connessione alla rete elettrica nazionale;
- e) opere edili strettamente necessarie alla realizzazione dell'intervento;
- f) acquisto, trasporto e installazione macchinari, impianti e attrezzature hardware e software, comprese le spese per la loro installazione e messa in esercizio;
- g) studi di prefattibilità e spese necessarie per attività preliminari;
- h) progettazioni, indagini geologiche e geotecniche il cui onere è a carico del progettista per la definizione progettuale dell'opera;
- i) direzioni lavori, sicurezza, assistenza giornaliera e contabilità lavori;
- j) collaudi tecnici e/o tecnico-amministrativi, consulenze e/o supporto tecnico-amministrativo.

Le spese di cui alle lettere da g) a j) sono finanziabili in misura non superiore al 10% dell'importo ammesso a finanziamento.

# PNRR | Accesso agli aiuti

- Partecipazione a procedure pubbliche, distinte in **registri e aste**, bandite dal GSE nel corso del 2024, in cui vengono messi a disposizione, periodicamente, contingenti di potenza, eventualmente incrementati dalle quote di risorse e contingenti non assegnati nelle procedure precedenti.
- Attivazione per bandi:
  - a) pubblicazione bando;
  - b) 60 giorni di apertura;
  - c) 90 giorni pubblicazione graduatoria (in base alla riduzione tariffaria) – impegno al riconoscimento della tariffa incentivante.
- Le istanze di partecipazione alle procedure per l'accesso agli incentivi sono inviate al GSE esclusivamente tramite il sito [www.gse.it](http://www.gse.it) allegando:
  - a) l'offerta di riduzione della tariffa di riferimento (modalità 2);
  - b) la documentazione necessaria a comprovare il rispetto dei requisiti obbligatori;
  - c) la documentazione necessaria a comprovare il rispetto del criterio di priorità (percentuale di autoconsumo, anteriorità della domanda).
- Gli impianti risultanti in posizione utile nelle relative graduatorie entrano in esercizio entro diciotto mesi a decorrere dalla data di comunicazione dell'esito della procedura e comunque non oltre il 30 giugno 2026

# PNRR | Tempi

- Gli impianti risultanti in posizione utile nelle relative graduatorie entrano in esercizio entro diciotto mesi a decorrere dalla data di comunicazione dell'esito della procedura e comunque non oltre il **30 giugno 2026**.
- I predetti termini sono da considerare al netto dei tempi di fermo nella realizzazione dell'impianto e delle opere connesse, derivanti da cause di forza maggiore e comunque non possono andare oltre il 30 giugno 2026.
- Il mancato rispetto dei termini di cui al comma 1, comporta l'applicazione di una decurtazione della tariffa spettante dello 0.5% per ogni mese di ritardo, nel limite massimo di nove mesi di ritardo e comunque non oltre il 30 giugno 2026.
- Nel caso in cui non sia rispettato il limite massimo di nove mesi di ritardo ovvero l'ulteriore termine del 30 giugno 2026 di cui al comma 2, il GSE dichiara la decadenza del diritto di accesso a tutti i benefici previsti dal presente decreto.

## PNRR | Modalità di erogazione delle tariffe

- Impianti fino a 200 kW: ritiro diretto del GSE ed erogazione della tariffa incentivante.
- Oltre 200 kW: valorizzazione sul mercato da parte del produttore e il GSE calcola la differenza tra la tariffa spettante e il prezzo di mercato dell'energia elettrica:
  - se la differenza è positiva: erogazione di una tariffa premio;
  - se la differenza è negativa: conguaglio e recupero degli importi corrispondenti.

ANTICIPAZIONE

Maurizio Comodi

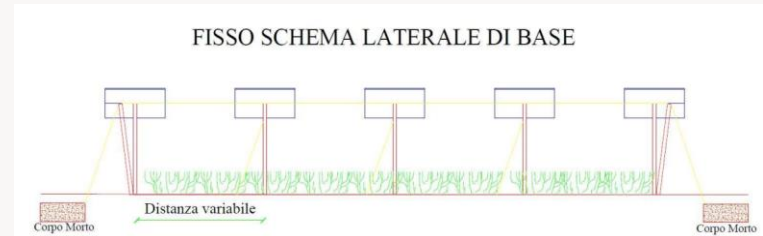
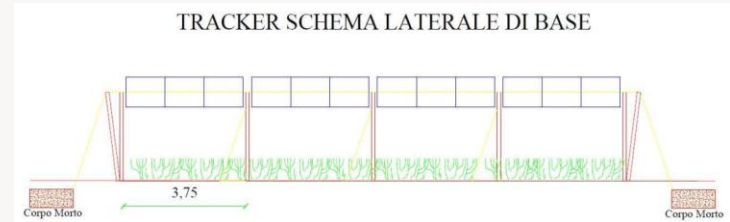
# REDDITIVITA' AGRIVOLTAICO



# Impianto agrivoltaico: caratteristiche in sintesi



- Per un impianto da 1 MW necessitano dai 2 - 3 Ha a seconda dell'orografia della natura dei terreni.
- E' necessaria la connessione ad una **linea di media tensione** a distanza non eccessiva, ( entro i 500ml).
- I sistemi di impianto possono essere **sia con moduli fissi che a inseguimento solare, (tracker).**



# Impianto agrivoltaico: caratteristiche e costi



ì maggiori costi rispetto ad un impianto tradizionale sono:

- Strutture elevate, sistemi di monitoraggio, lunghezza degli elettrodotti;
- Costi di rendicontazione annuale, costi operativi;

Medesimi costi :

- Costo dei pannelli, delle componenti elettriche, delle cabine, etc.
- Costi di progettazione e gestione del cantiere;
- Costi di gestione e assicurazione degli impianti in esercizio.

Minori costi:

- Irrigazione, ( minore evapotraspirazione), protezione da pioggia e grandine;
- uso dei pali come supporti di impianto arboreo, etc.



# Agrivoltaico da 1 MW: Struttura di un investimento tipo

## - tipologia di impianto con moduli a inseguimento

Dati di progetto:	Valore	U.M.
Potenza unitaria moduli	0,55	kWp
Quantità moduli	1818	#
Potenza	999,00	kW
Producibilità attesa	1.330	kWh/kWp
Energia prodotta	1.328.670	kWh/anno
Riduzione rendimento impianto	0,80	% annuo

Dettaglio voci di costo	Valore	U.M.
Costo impianto	1.250.000,00	€
Ricezione misura PNRR	40%	%
Costo impianto al netto PNRR	750.000,00	€

Leva finanziaria:		
Equity – capitale proprio	10%	€ 75.000,00
Debito	90%	€ 675.000,00
Numero pagamenti all'anno mutuo	2	
Costo singola rata	-40.421,06	
Totale interessi passivi	-220.105,38	
Totale costo finanziamento	-970.105,38	

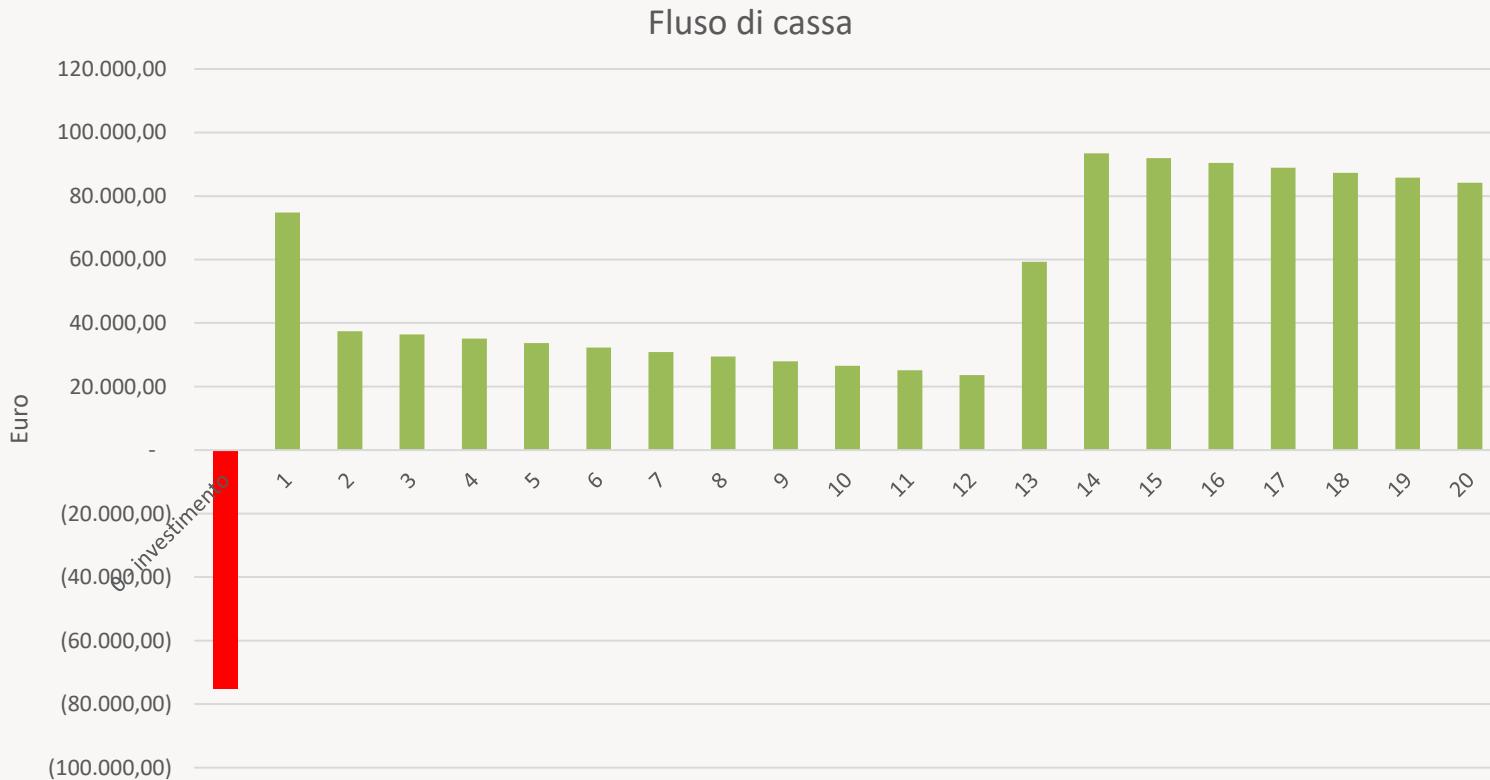
# Agrivoltaico da 1 MWp- investimento finanziato con PNRR – tariffa fissa 95 €/MWh per 20 anni - business plan

Anni	Energia prodotta	Incentivo energia	Ricavi	Costi	Reddito Lordo	Reddito Cumulato
0 - investimento				-750.000,00		-750.000,00
1	1.328.670	0,0950	126.223,65	-15.000,00	111.223,65	-638.776,35
2	1.318.041	0,0950	125.213,86	-15.000,00	110.213,86	-528.562,49
3	1.307.411	0,0950	124.204,07	-15.000,00	109.204,07	-419.358,42
4	1.296.782	0,0950	123.194,28	-15.375,00	107.819,28	-311.539,14
5	1.286.153	0,0950	122.184,49	-15.759,38	106.425,12	-205.114,02
6	1.275.523	0,0950	121.174,70	-16.153,36	105.021,34	-100.092,67
7	1.264.894	0,0950	120.164,91	-16.557,19	103.607,72	3.515,05
8	1.254.264	0,0950	119.155,13	-16.971,12	102.184,00	105.699,05
9	1.243.635	0,0950	118.145,34	-17.395,40	100.749,94	206.448,99
10	1.233.006	0,0950	117.135,55	-17.830,29	99.305,26	305.754,25
11	1.222.376	0,0950	116.125,76	-18.276,04	97.849,71	403.603,96
12	1.211.747	0,0950	115.115,97	-18.732,94	96.383,02	499.986,99
13	1.201.118	0,0950	114.106,18	-19.201,27	94.904,91	594.891,90
14	1.190.488	0,0950	113.096,39	-19.681,30	93.415,09	688.306,99
15	1.179.859	0,0950	112.086,60	-20.173,33	91.913,27	780.220,26
16	1.169.230	0,0950	111.076,81	-20.677,67	90.399,15	870.619,40
17	1.158.600	0,0950	110.067,02	-21.194,61	88.872,42	959.491,82
18	1.147.971	0,0950	109.057,23	-21.724,47	87.332,76	1.046.824,58
19	1.137.342	0,0950	108.047,44	-22.267,58	85.779,86	1.132.604,44
20	1.126.712	0,0950	107.037,66	-22.824,27	84.213,38	1.216.817,82

**L'impianto continua a produrre per altri 10 anni!**

# Agrivoltaico da 1 MW: Struttura di un investimento tipo

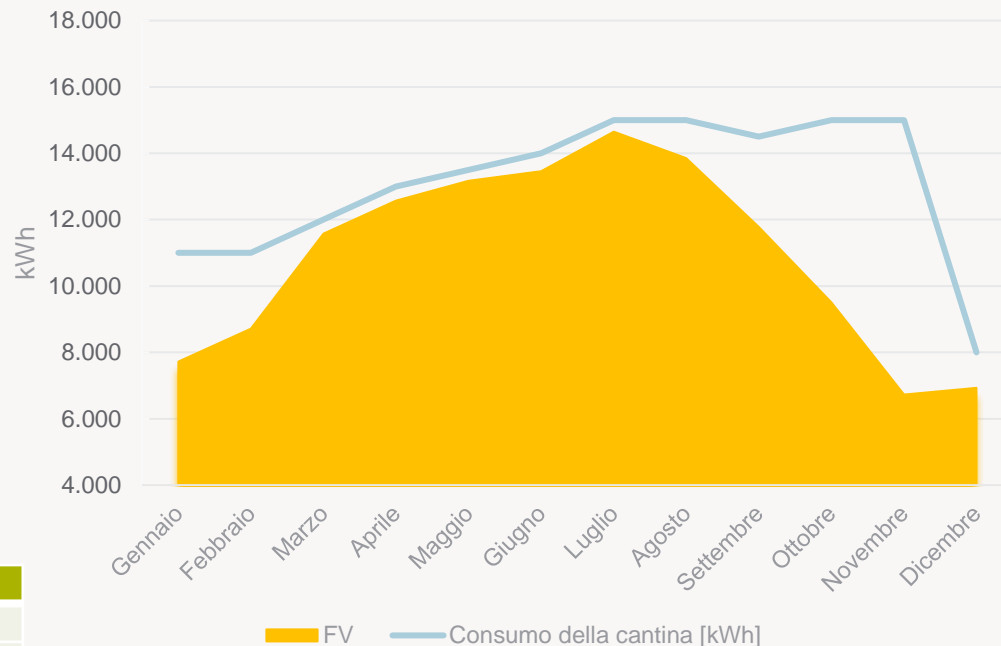
## - flusso di cassa libero per anno



# Business Plan Impianto 99 KWp in autoconsumo per cantina

Mese	Consumo della cantina [kWh]
Gennaio	11.000
Febbraio	11.000
Marzo	12.000
Aprile	13.000
Maggio	13.500
Giugno	14.000
Luglio	15.000
Agosto	15.000
Settembre	14.500
Ottobre	15.000
Novembre	15.000
Dicembre	8.000
<b>Fascia F1</b>	<b>157.000</b>

Voce		U.M.
Stima autoconsumo	80%	%
Autoconsumo	125.600	KWh
Producibilità impianto	1.300	kWh/kWp
Autoconsumo di progetto	125.600	kWh
Dimens. Imp. FV	77,3	kWp
Imposta pot. Impianto	99	kWp

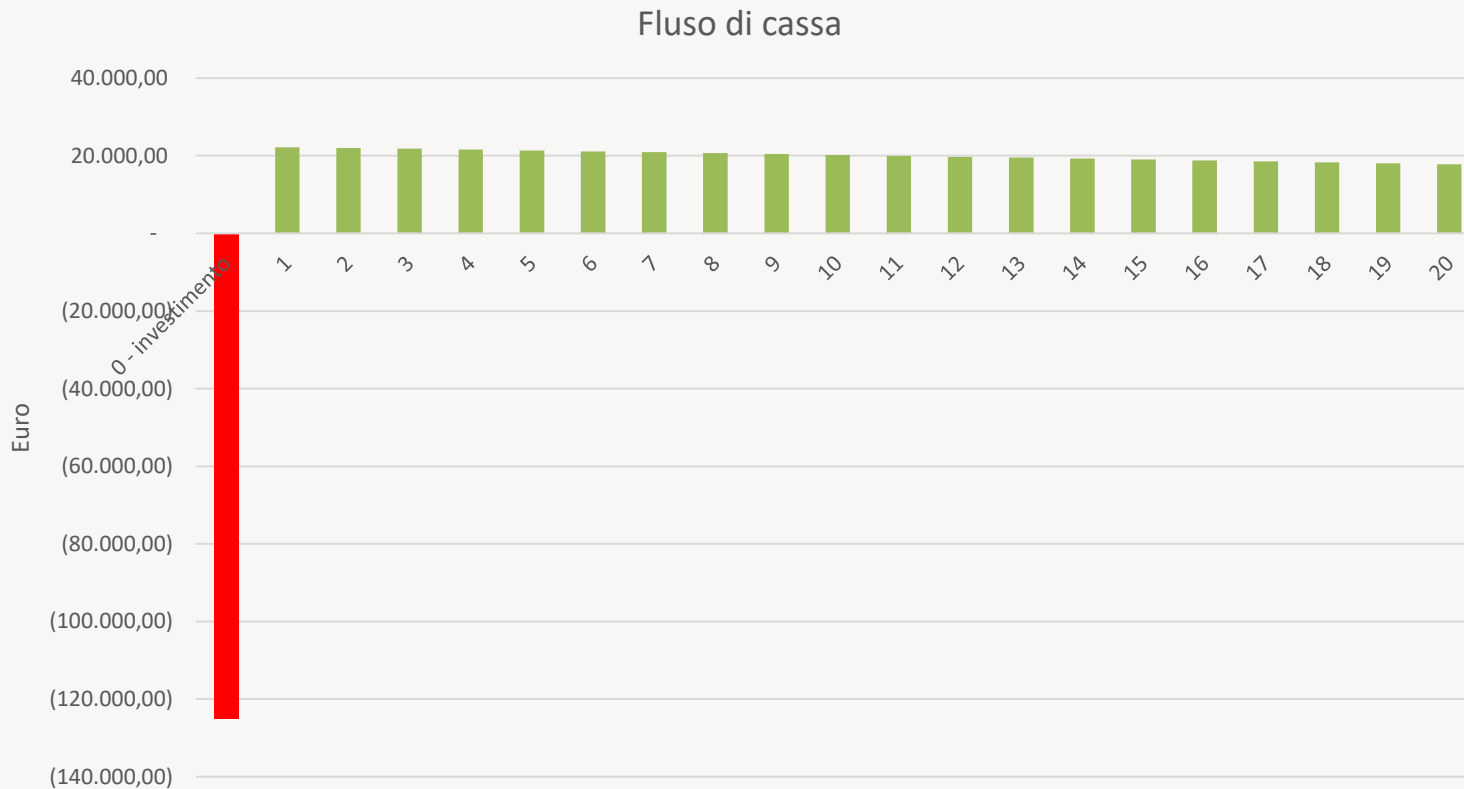


# Agrivoltaico da 99KWp- investimento no PNRR – valore dell'energia autoconsumata: 180 €/MWh

Anni	Energia prodotta	Incentivo energia	Ricavi	Costi	Reddito Lordo	Reddito Cumulato
0 - investimento				-125.000,00		-125.000,00
1	131.670	0,1800	23.700,60	-1.500,00	22.200,60	-102.799,40
2	130.617	0,1800	23.511,00	-1.500,00	22.011,00	-80.788,40
3	129.563	0,1800	23.321,39	-1.500,00	21.821,39	-58.967,01
4	128.510	0,1800	23.131,79	-1.537,50	21.594,29	-37.372,73
5	127.457	0,1800	22.942,18	-1.575,94	21.366,24	-16.006,49
6	126.403	0,1800	22.752,58	-1.615,34	21.137,24	5.130,75
7	125.350	0,1800	22.562,97	-1.655,72	20.907,25	26.038,01
8	124.296	0,1800	22.373,37	-1.697,11	20.676,25	46.714,26
9	123.243	0,1800	22.183,76	-1.739,54	20.444,22	67.158,48
10	122.190	0,1800	21.994,16	-1.783,03	20.211,13	87.369,61
11	121.136	0,1800	21.804,55	-1.827,60	19.976,95	107.346,56
12	120.083	0,1800	21.614,95	-1.873,29	19.741,65	127.088,21
13	119.030	0,1800	21.425,34	-1.920,13	19.505,22	146.593,43
14	117.976	0,1800	21.235,74	-1.968,13	19.267,61	165.861,03
15	116.923	0,1800	21.046,13	-2.017,33	19.028,80	184.889,83
16	115.870	0,1800	20.856,53	-2.067,77	18.788,76	203.678,59
17	114.816	0,1800	20.666,92	-2.119,46	18.547,46	222.226,06
18	113.763	0,1800	20.477,32	-2.172,45	18.304,87	240.530,93
19	112.710	0,1800	20.287,71	-2.226,76	18.060,96	258.591,88
20	111.656	0,1800	20.098,11	-2.282,43	17.815,68	276.407,56

# Agrivoltaico da 99 kWp: Struttura di un investimento tipo

## - Utile d'esercizio per anno





# Agrivoltaico: Struttura di un investimento tipo

## - Le variabili finanziarie



- Il capitale proprio, ( Equity);
- La durata del finanziamento;
- I tassi di interesse;
- Prezzo dell'energia, prezzi fissi / variabile
- La variabile fiscale.
- Il valore finale dell'impianto e del terreno.

# Agrivoltaico: partnership agricoltore - investitore

Il modello partenariale di sviluppo dell'agrivoltaico è compatibile con il quadro normativo ed è previsto anche dal bando PNRR di prossima uscita. Le forme di accordo possono essere di diverso tipo a seconda dei casi e delle specifiche intenzioni delle parti.

Il valore di questo approccio è che ciascuna delle parti apporta la propria competenza specialistica ai fini della massima riuscita dell'iniziativa imprenditoriale.



Le aziende agricole sono spesso di varia tipologia e gli investitori possono essere sia di tipo meramente finanziario sia aziende industriali dell'energia.

Le soluzioni migliori non sono preconfezionate ma sono quelle che si adattano ai casi specifici.

APPROFONDIMENTO

dott. Maurizio Comodi

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO SISSAR

# Obiettivo dell'iniziativa

- Realizzare un agrivoltaico sperimentale in FVG per verificare l'impatto dell'ombreggiamento sulle coltivazioni tipiche;
- dimostrare che la produzione di energia elettrica è un'attività che si integra con l'agricoltura;
- mettere a punto know-how tecnico sulla realizzazione e gestione di impianti agrivoltaici.

# L'area oggetto di intervento

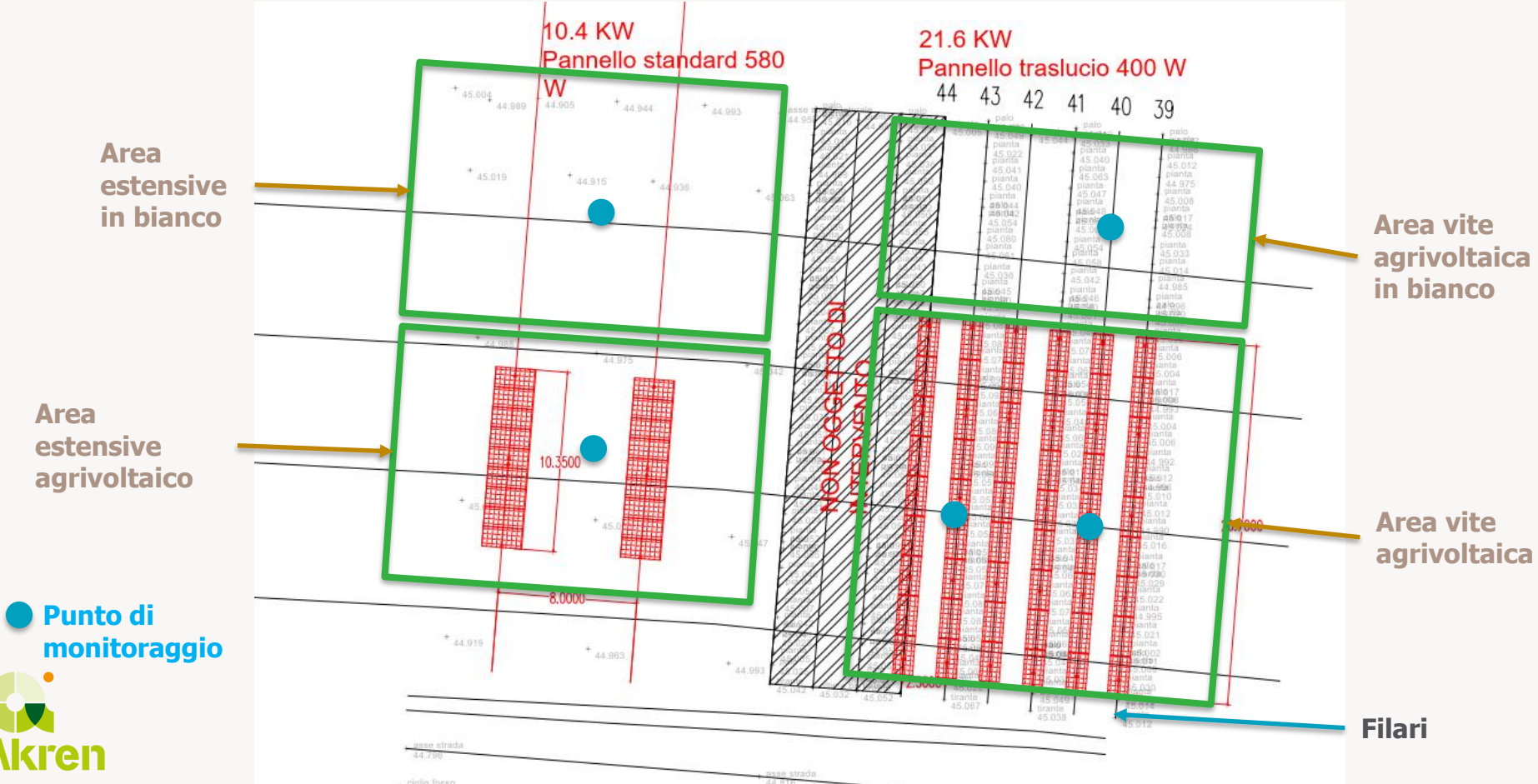


# Tipologia costruttiva

- Colture:
  - vite da vino (Chardonnay e Müller-Thurgau);
  - campo aperto (cereali, leguminose);
- Altezza: minimo 2,5 a 45° ;
- Tracker mono assiale nord-sud;
- Montaggio pannelli:
  - landscape (su vite – tutti i filari, 2,5mt);
  - portrait (estensive – 8 mt);
- Tipo di pannelli:
  - permeabili alla luce (vite)
  - coprenti (estensive).

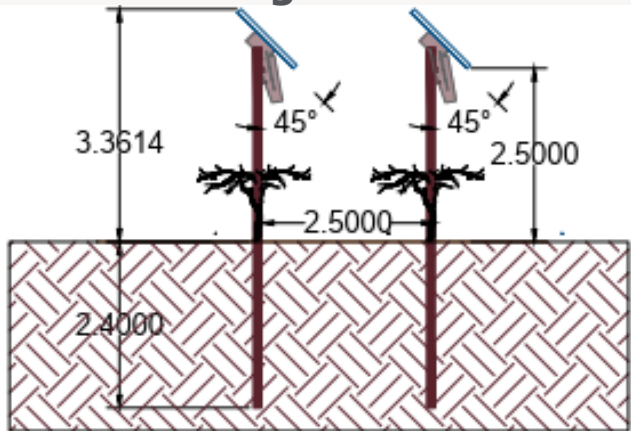


# Layout - Pianta

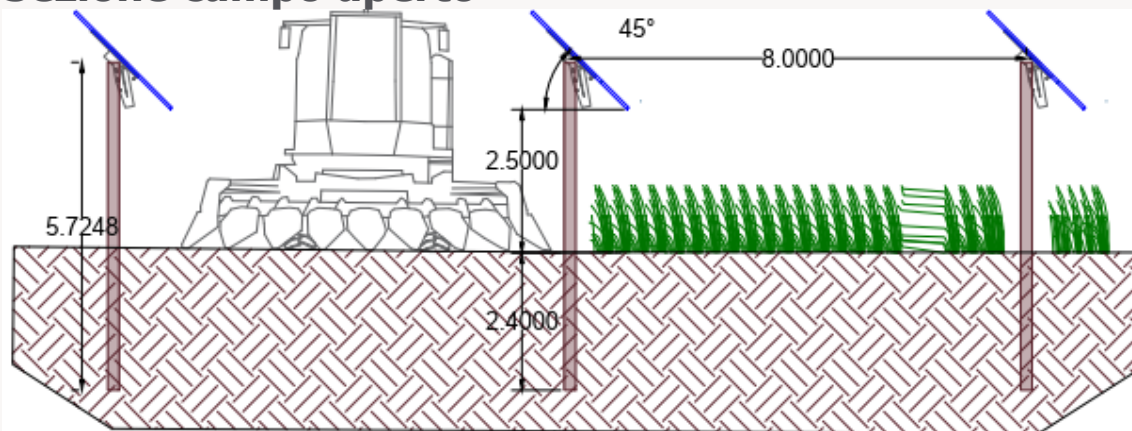


# Particolari costruttivi

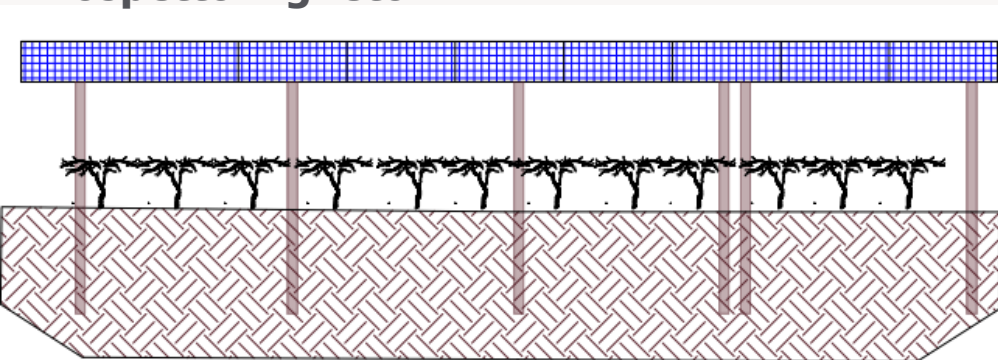
## Sezione vigneto



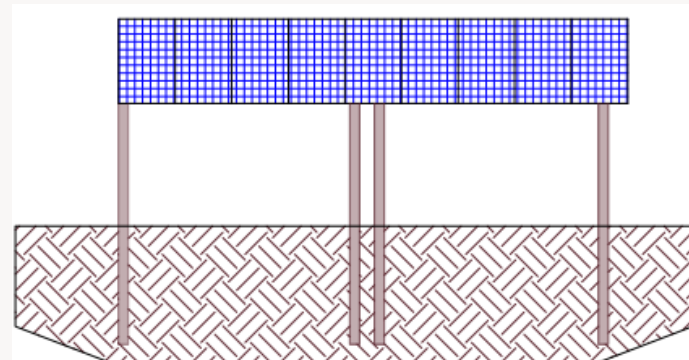
## Sezione campo aperto



## Prospetto vigneto



## Prospetto campo aperto





# Materiali

## Pannello translucido

**380/400<sub>Wp</sub>**  
Power

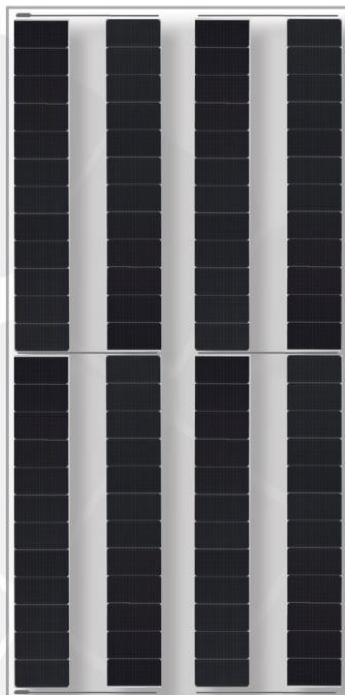
**TOPCon**

**Agrivoltaic**  
PV Module

**Bifacial**

**Double**  
glass

**15.48%**  
efficiency



## Pannello 100%

**550/590<sub>Wp</sub>**

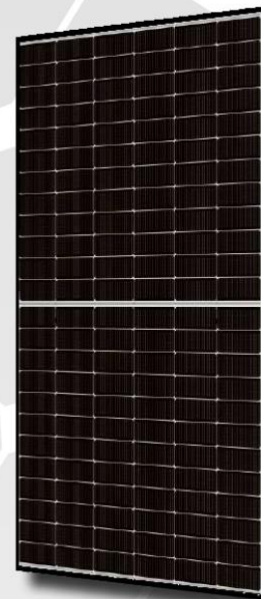
**TOPCon**

**Bifacciale**

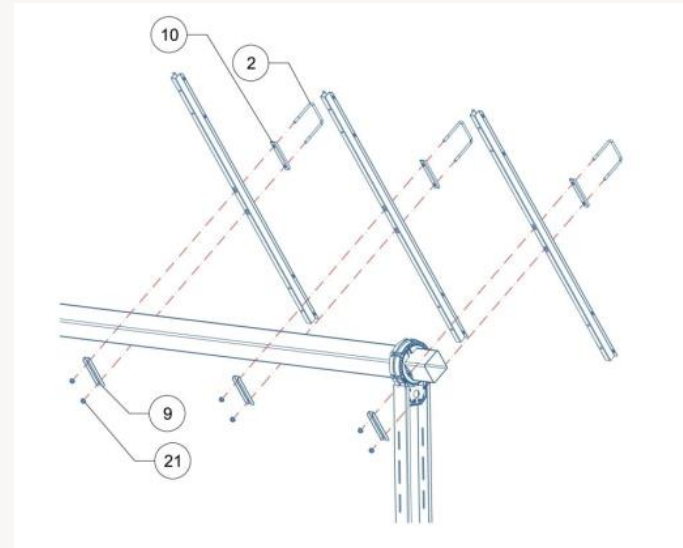
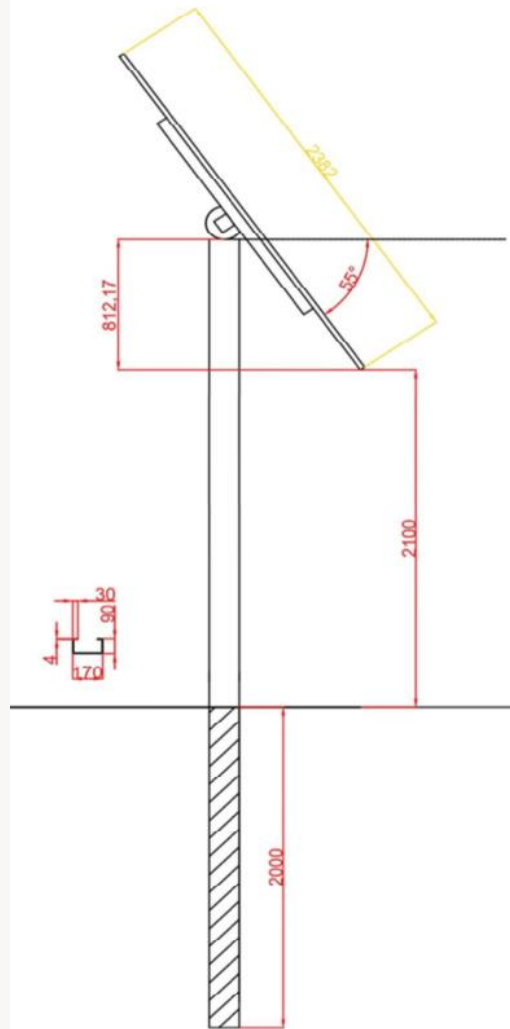
**Doppio**  
Vetro

**22.83%**  
Efficienza

**-0.290%/°C**  
Temperatura coefficiente



# Strutture

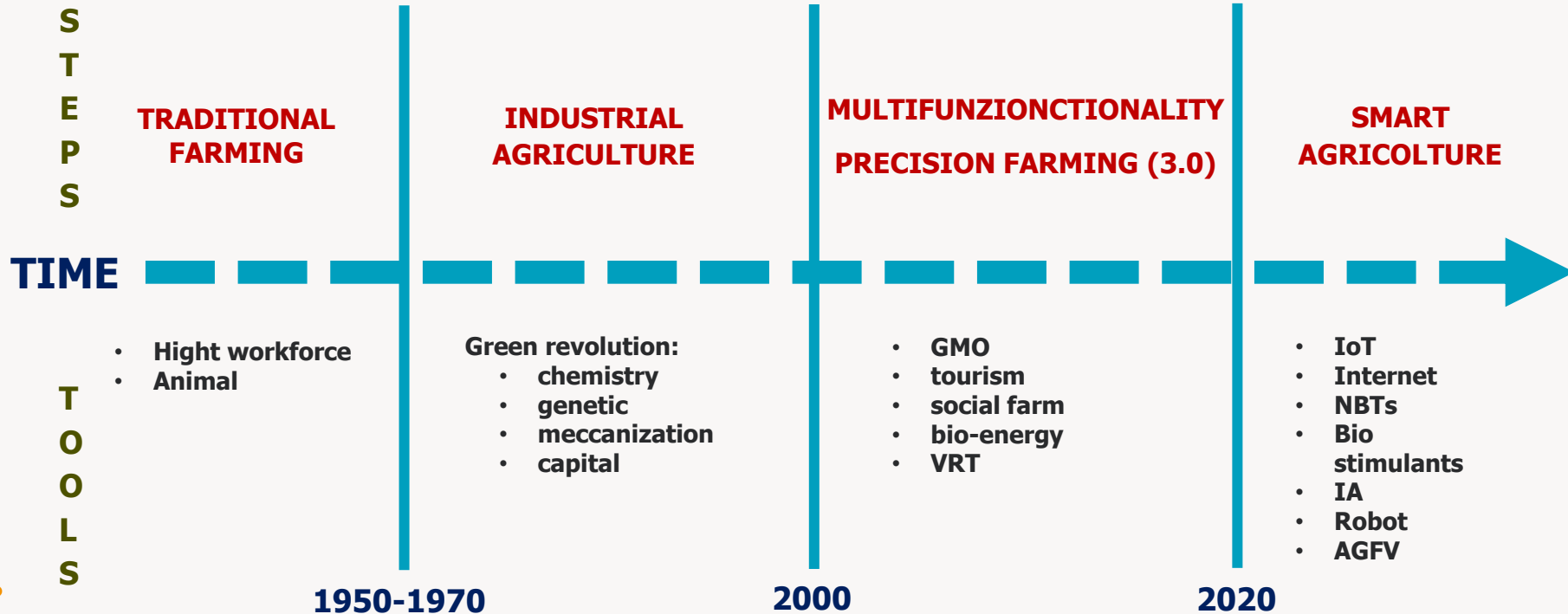


Gabriele Chiodini

# CONCLUSIONI



# L'agricoltura cambia, ancora



# Conclusioni

- **La produzione di energia diversifica le fonti di reddito aziendali (multifunzionalità);**
  - vendita di energia;
  - autoconsumo;
  - filiere (prodotto + energia per lavorarlo, in comunità energetica con il trasformatore).
- **la produzione di energia migliora il posizionamento aziendale:**
  - immagine;
  - carbon foot print dei prodotti (Farm to Fork);
  - accesso/creazione di filiere.
- **un nuovo ruolo anche per i terreni più marginali:**
  - disponibilità di energia anche in territori più marginali;
  - redditività anche dai terreni agronomicamente meno performanti;
  - disponibilità di energia per effettuare attività a basso costo energetico e, quindi, migliorare la produttività della componente agricola;
  - valorizzazione patrimoniale anche dei terreni meno interessanti.
- **sfruttare le semplificazioni per il settore:**
  - gli iter autorizzativi si sono ridotti rispetto a prima;
  - l'agricoltura ha accesso ad agevolazioni che altri settori non hanno;
  - filiera dell'energia parallela a quella del cibo grazie alle comunità energetiche;
  - entro certi limiti la produzione di energia è defiscalizzata.

# Grazie per l'attenzione

**Maurizio Comodi - [maurizio.comodi@akregroup.com](mailto:maurizio.comodi@akregroup.com)**

**Gabriele Chiodini - [gabriele.chiodini@akregroup.com](mailto:gabriele.chiodini@akregroup.com)**